

Nihan ENGIN

Abstract:

During building life cycle, energy is consumed for various reasons. Most of the total energy consumption (94.4%) is by the mechanical air-conditioning systems that provide indoor comfort. The problem is aggravated due to the general fossil energy use, and efficient energy use, as in every sector, becomes a necessity for the construction sector. Thus, the energy efficient design approaches using renewable energy resources have gained importance in interdisciplinary studies especially in the recent years.

The aim of the energy efficient design approaches is to use renewable energy sources, to increase energy conservation in buildings, to reduce the share of active air-conditioning in mechanical systems, to minimize the consumption of fossil energy, and to be environmentally-conscious and sustainable. One of the several solutions to realize these objectives is passive air-conditioning systems that employs the elements of buildings and requires minimum additional mechanical equipment. Passive air-conditioning makes it possible to use different renewable energy resources and to make different

design decisions. One of the solutions is to use solar and wind energy for passive air-conditioning, and thus, to provide natural ventilation.

This study examines the systems created by natural ventilation especially in buildings by means of stack and stack effect through the use of solar and wind energy systems in passive systems. Through a series of examples, it then discusses the importance of stack and the stack effect for passive air-conditioning in buildings in energy efficiency, its use in the past and the present.

Key Words:

Energy efficient design, Passive air-condition, Natural ventilation, Solar chimney and wind tower

Enerji Etkin Tasarımda Pasif İklimlendirme: Doğal Havalandırma

ÖZET

Yapı, yaşam döngüsü boyunca çeşitli nedenlerle enerji kullanmaktadır. Kullanılan toplam enerjinin büyük bir yüzdesi (%94,4'ü) kullanım sırasında yapı içi konfor koşullarını sağlayan mekanik iklimlendirme sistemleri için tüketilmektedir. Tüketilen enerjinin genel olarak fosil kaynaklı olması sorunu artırmakta, enerji kullanan her sektör gibi yapı sektörünün de enerjiyi etkin kullanma zorunluluğu ortaya çıkmaktadır. Bu nedenlerle yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanıldığı Enerji Etkin Tasarım yaklaşımları özellikle son yıllarda disiplinler arası çalışmalarda büyük bir önem kazanmaktadır.

Enerji Etkin tasarım yaklaşımlarının amacı, yenilenebilir enerji kaynakları kullanılmak, binalarda enerji korunumunu yükseltmek, mekanik sistemlerin sorumluluğundaki aktif iklimlendirme yükünü azaltmak, tüketilen fosil kaynaklı enerji miktarını minimize etmek, doğal çevreye duyarlı ve sürdürülebilir olmaktır. Tüm bu amaçların yerine getirilmesi için ortaya konulan çeşitli çözüm önerilerinden biri olan pasif iklimlendirme sistemlerinde, yapının kendi elemanları kullanılmakta ve ek mekanik donanımlara minimum gereksinim duyulmaktadır. Pasif iklimlendirme amacıyla farklı yenilenebilir enerji kaynakları kullanılabilen, farklı tasarım kararları alınabilmektedir. Güneş ve rüzgar enerjisinden yararlanılarak pasif iklimlendirme yapmak, böylece doğal havalandırma sağlamak da çözüm önerilerinden biridir.

Bu çalışmada güneş ve rüzgar enerjisinden pasif sistemler aracılığı ile yararlanarak yapılan doğal havalandırmanın özellikle yapılarda baca ve baca etkisi yaratılarak gerçekleştirildiği sistemler ele alınacaktır. Pasif iklimlendirme amacıyla yapılarda oluşturulan baca ve baca etkisinin enerji etkinliği açısından önemi, geçmişte ve günümüzde kullanım biçimleri, çeşitli uygulama örnekleri ile anlatılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Enerji etkin tasarım, Pasif iklimlendirme, Doğal havalandırma, Güneş ve rüzgar bacaları.

1. GİRİŞ

20. yüzyılda aşırı enerji kullanımı, kitlesel üretim ve ürünlerin hızlı bir şekilde tüketimi, doğal kaynakların giderek azalmasına ve atık

kümelerin oluşmasına neden olmuştur. Dünyadaki nüfus artışı ve endüstrileşme sürecine bağlı olarak artan enerji talebine cevap verebilecek kapsamlı bir enerji planlaması gerekmektedir. Hızla artan talep karşılırken çevreyle uyumlu enerji kaynaklarına yönelmekte önem taşımaktadır.

Enerji kaynakları tüm dünyada ve ülkemizde hızla azalmaktadır. Dünya genelinde toplam enerji tüketiminin büyük bir kısmından yapı sektörü sorumludur. Yapılaşma faaliyetleri her yıl küresel olarak kullanılan enerjinin %40'ını tüketmektedir. Yapı, yaşam döngüsü boyunca çeşitli nedenlerle enerji kullanmaktadır.

Yapılarda enerji tüketiminin önemli bir bölümü, yapı içi konfor gereksinimini sağlayan ısıtma, soğutma ve havalandırma sistemleri için harcanmaktadır. Harcanan enerjinin gaz, kömür, fuel-oil gibi fosil yakıtlar olması sorunu daha da artırmaktadır. Fosil yakıtların tüketimi sonucunda atmosfere salınan karbondioksit ve diğer sera gazları, küresel ısınmanın başlıca nedeni olarak kabul edilmektedir [1].

Artan enerji maliyetleri ve oluşan çevre kirliliği gibi etkenler ülkeleri enerji etkin binalar inşa etmeye zorlamaktadır. Bu nedenle çalışmada enerji etkin tasarımda önemli bir yer tutan doğal havalandırma konusu, binalarda oluşturdukları baca etkisi özellikleri ile ele alınarak anlatılacaktır.

2. ENERJİ ETKİN TASARIM

1973'lerde yaşanan enerji krizi, özellikle enerji açısından dışarıya bağımlı olan Avrupa ülkelerinde enerji korunumunu ve enerji etkinliğini ön plana çıkartmıştır. Bu durum mevcut enerji tüketimini azaltmayı amaçlayan yöntemlere ve kendisini yenileyebilen, çevreyi kirliletmeyen, doğada kendiliğinden var olan alternatif enerji kaynaklarının değerlendirilmesini ve yaygınlaştırılmasını sağlayan araştırmalara neden olmuştur.

Bu gelişmelerin desteklediği yeni bir tasarım anlayışı olarak "Enerji Etkin Tasarım Yaklaşımları" disiplinler arası çalışmalarda önemli bir yer edinmiştir. Enerji etkin tasarım aracılığıyla binalarda:

- Enerji korunumunun yükseltilmesi ile gereksiz ısı kazanç ve kayıplarının azaltılması,
- Pasif ve aktif iklimlendirmenin birlikte kullanılması,
- Atmosferik kirlenme, iklim dengesizlikleri ve ekolojik bozulmaların önüne geçilmesi,
- Pahalı ve kıt olan fosil tabanlı enerji yerine daha verimli ve çevreyle dost enerji kaynaklarına yönelmesi amaçlanmaktadır [2,3].

Enerji Etkin yapı tasarımında, tasarımı gerçekleştirmek amacıyla üç adımın takip edilmesi gerekir. Bunlardan ilki enerji korunumu amacıyla, kışın ısıtma, yazın serinletme yükünü minimize edecek, doğal ve yapay aydınlatma etkinliğini artıracak bir mimari tasarım oluşturmaktır. Bu adımda alınan her tasarım kararı, söz konusu yük miktarını belirleme özelliğinde olup, başarısız tasarım kararları mekanik sistem boyutlarını ve harcanacak enerji miktarını artırmaktadır. İkinci adım, bina tipi ve çevre verilerine en uygun pasif ısıtma, serinletme, havalandırma ve doğal aydınlatma tekniklerinin uygulanmasıdır. Ve bunu yaparken öncelikli olarak doğal enerji kaynaklarının kullanılmasının sağlanması amaçtır. Bu iki adımın ortak amacı ise gereksinilen iç ortam konfor koşullarının kendiliğinden olduğu dönemi mümkün olduğunca uzatabilmektir. Üçüncü adım, iç konfor koşullarının işlevi gereği ve/veya binanın kullanıcılarının seçimi sonucu, yüksek düzeyde konfor beklentisi olan koşullarda, mekanik sistemlerin kullanılmasıdır. Ancak hiçbir zaman binanın konfor koşullarının sağlanması tek başına mekanik sistemlere bırakılmamalıdır [2,4].

3. PASİF İKLİMLENDİRME

Ölçeği ne olursa olsun, sağlıklı bir yapma çevre insanın fiziksel, sosyal ve ekonomik gereksinmelerini en üst düzeyde karşılayan bir alt sistemler bütünüdür [5]. Bu alt sistemlerden biri olan doğal/pasif iklimlendirme, aynı zamanda enerji etkin tasarımın önemli bir parçasıdır.

İklimsel Elemanlar; yöresel-mikro-klimatik ve iklimsel karakterleri ortaya koyan iklim elemanları, güneş ışınımları, hava sıcaklığı, hava nemi, rüzgarlar

veya hava hareketi ve bunların sonucunda ortaya çıkan doğal olaylardır. İklimsel Gereksinimler; güneş ışınımı, rüzgar hava hareketi, hava sıcaklığı, hava nemi ve ısı ışınım gibi iklim elemanlarının insanın konforda bulunabilmesini sağlayan değerler topluluğudur [5].

Pasif iklimlendirme sistemlerinde amaç, bölgenin iklimsel verileri ve insanların iklimsel gereksinimleri değerlendirilerek ısıtma, soğutma ve havalandırma yapılırken, yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmak, binalarda enerji korunumunu yükseltmek, mekanik sistemlerin sorumluluğundaki aktif iklimlendirme yükünü azaltmaktır [5,6]. Bu nedenlerle (ESD) koşullarına göre yaratılacak pasif soğutma sistemi, rüzgar etkilerinden en üst düzeyde yararlanılmasını, güneşin ısı etkilerinden korunulmasını, (EASD) döneminde ise rüzgardan en üst düzeyde korunulması, güneşin ısısal etkisinden en üst düzeyde yararlanılmasını hedeflemektedir [5].

4. DOĞAL HAVALANDIRMA

Binalarda doğal havalandırma, pasif soğutma yöntemlerinden en çok uygulananlardan bir tanesidir [7]. Doğal havalandırma mekanik araçlar kullanılmadan hava hareketiyle kapalı mekanlara temiz hava sağlanması olarak tanımlanabilir.

Doğal havalandırma sistemi ile hacme gereken taze havanın alınması ve atılması, hacmin yüzeylerinin dolayısıyla havasının (konveksiyon) taşınım yoluyla soğutulması, hacimde yaşayan insanın konforu (vücudun fazla ısısını atmak) için gerekli hava hareketi hızının sağlanması amaçlanır [5].

Etkin bir doğal havalandırma için önemli olan saatte bir değiştirilen hava miktarıdır. Havalandırma hızı olarak da bilinen bu kavram mekanın hacimsel büyüklüğüne, kullanıcıların mekan içindeki hareketlerine ve kişi başına düşen kullanım alanına bağlıdır.

Bir binanın doğal havalandırma sistemi tasarlanırken, biri yaz, diğeri kış ayları için olmak üzere en az iki ayrı tasarım stratejisi dikkate alınmalıdır. Kış ayları boyunca az miktarda taze havanın içeri girme-

sine izin verilmeli, yaz aylarında ise etkin bir soğutma sağlamak için yeterli miktarda taze hava içeri alınmalıdır. Bazı tasarımlarda taze havanın içeri alınması veya yeterli soğutmanın sağlanması için mekanik sistemler de yardımcı olarak kullanılmaktadır [1,3,5,6,7,8,9,10].

Binalarda doğal havalandırma için en yaygın kullanım, açılabilir pencerelerdir. Pencerelerle sağlanan havalandırma, rüzgar kanatları denilen bir uygulamayla daha hızlı ve etkili bir hale de getirilebilir. Pencereler dışında havalandırma ve soğutmaya yönelik olarak rüzgar ve güneş enerjisinin kullanıldığı farklı çözüm önerileri de vardır [11]. Bu çalışmada, rüzgar ve güneş enerjisinden pasif sistemler aracılığı ile yararlanarak yapılan doğal havalandırmanın özellikle yapılarda baca ve baca etkisi yaratılarak gerçekleştirildiği sistemler ele alınacaktır.

5. GÜNEŞ VE RÜZGAR ENERJİSİ KULLANILARAK OLUŞTURULAN BACALAR VE BACA ETKİLİ DOĞAL HAVALANDIRMALAR

Doğal havalandırmayı sağlayan güç kaynakları rüzgar basıncı, termik güçlerin yarattığı baca etkisi ve bu iki gücün kombinasyonudur [3].

Bu çalışmada güneş ve rüzgar enerjisi kullanılarak, baca ve baca etkili doğal havalandırmada en çok kullanılan örnekler olan, trombe duvarları ve güneş odaları, güneş bacaları, çift cam cepheler, baca etkili galeri ve atriumlar ve rüzgar bacaları ele alınacaktır. Bu sistemlerde, binanın içinde oluşan kirli havayı, egzost etmeye yarayan hava çıkışları yoluyla binanın doğal olarak havalandırılması sağlanır.

5.1. Trombe Duvarı ve Güneş Odası

Trombe duvarları, yaz aylarında soğutma ve havalandırma amaçlı kullanılabilir (Şekil 1). Trombe duvarında baca etkisi söz konusu olup, soğutma ve havalandırma amaçlı kullanım şeklinde, duvar ile cam arasındaki hava doğal konveksiyonla dışarı atılırken, yerine açılmış olan kuzey cephesindeki pencereden taze hava içeri girer. Bu amaçla iç mekanla bağlantılı olan üst havalandırma deliği kapatılıp alttaki açılmalı, cam

yüzey arkasında ısınarak yükselen havanın dışarı çıkışı sağlanmalıdır. Ayrıca trombe duvarın gündüz depoladığı ısıyı gece içeriye taşımaması için içerden yalıtılması gerekmektedir [12, 13, 14, 15].

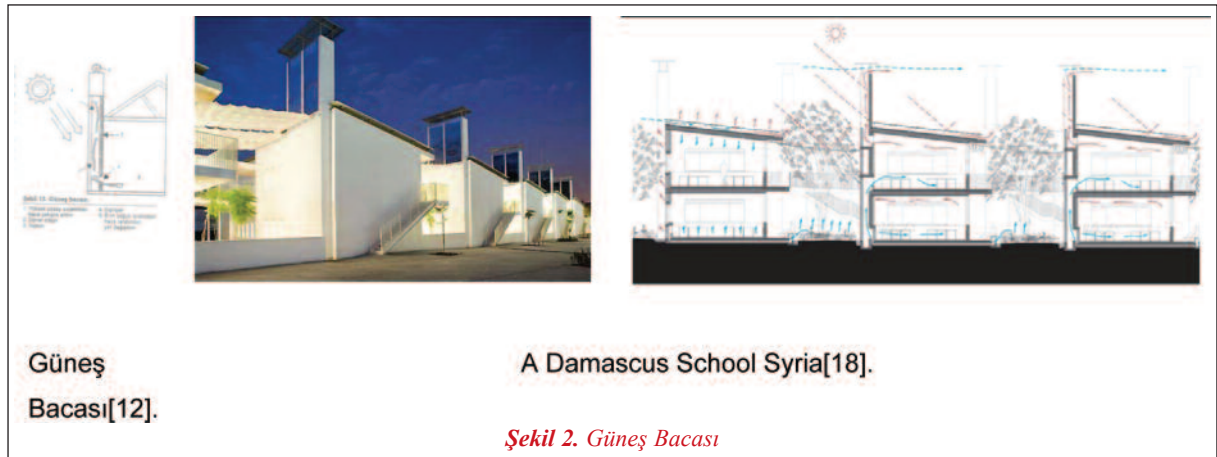
Güneş odaları da trombe duvarları gibi yaz aylarında soğutma ve havalandırma amaçlı kullanılabilir. Güneye bakan güneş odasının içinde yaz boyunca aşırı ısınan ve yükselen hava, yukarıdaki hava deliğinden dışarı atılırsa, iç mekandaki hava hareketini hızlandırarak yeni taze havanın içeri girmesine yardım edebilir. Isınan havanın dışarı çıkması için güneş evinin üst kısmında hava çıkışı sağlanmalıdır. Taze ve temiz hava girişi için yaşama alanıyla bağlantılı olan kuzey yöndeki pencere açık olmalıdır. Yaşam alanından çekilen hava güneş odasının üstündeki delikten dışarı atılır. Ayrıca güneş odası içindeki ısısal kütle duvar da gölgelendirilerek ısı depolanması önlenmelidir [12,13,14].

5.2. Güneş Bacası

Güneş bacası, bina içinden dışarı doğru konvektif hava akımları yaratmak için kullanılan sistemlerdir (Şekil 2). Dışarıya açılan biri sıcak, diğeri soğuk iki egzoz bacası bina içinde hava akımları oluşmasına yardımcı olmaktadır. Güneş bacaları dar bir formda (gerçek bir baca gibi) tasarlanabilir. Bacanın bir yüzü cam, diğer yüzeyi güneş enerjisini iyice absorbe eden siyah metal ile kaplanır ve bina ile temasta olan kısımları yalıtılarak bacada yüksek sıcaklık elde edilir. Güneş bacası binanın en yüksek yerinden daha da yukarıya çıkmalı ve sıcak havanın rüzgar durumunda çıkışını kolaylaştırmak için metal bir şapkaya sahip olmalı ve şapkanın açık kısmı rüzgarın zıt yönüne gelecek şekilde yerleşimi sağlanmalıdır. Bu sistemde oluşan sıcaklık farkları bina içinde hava sirkülasyonu sağlayarak yazın havalandırma ve soğutma etkisi yapar [13,14,16,17,18].



Şekil 1. Trombe Duvarı



Şekil 2. Güneş Bacası

5.3. Çift Cam Cephe

Çift cam cephelerde, alt ve üst kısımlarda menfezler bulunan bir cam cephe ile daha içeride açılabilir pencereli ve jaluzili esas cephe bulunur. Otomatik kontrollü damperli menfezlerle hava içeri alınır, daha sonra açılan pencereden odaya verilerek havalandırma yapılır [19,20,21]. Çift cam cephe sistemler havalandırma şekillerine göre kat yüksekliğinde havalandırma, bina yüksekliğinde havalandırma ve şaft çift cam cephe olmak üzere üçe ayrılabilir (Şekil 3).

Kat yüksekliğinde havalandırma sisteminde, hava cephenin altındaki giriş açıklığından hava boşluğuna alınır. Isınan hava, aynı katın üst döşeme hizasındaki hava çıkış kanalı ile dışarı atılır. Cephede yer alan hava boşluğu yatay olarak her kat yüksekliği boyunca bölünmektedir. Bir katta ısınan hava diğer kata ulaşmamaktadır. Bina yüksekliğinde havalandırma sistemlerinde, 'Kat yüksekliğinde havalandırma kanallı sistemler'in aksine, binanın cephe yüksekliği boyunca düşeyde süreklilik gösteren hava boşluğu vardır. Cephenin altından giren hava, ısınıp yükseldikten sonra cephenin en üstünde yer alan hava çıkış açıklığından dışarıya atılır. Şaft sistemli çift cepheler, 'kat yüksekliğinde havalandırma kanallı sistemler ve bina yüksekliğinde havalandırma sistemlerin bir arada kullanılmasıyla oluşur. Binada cephe yüksekliği boyunca düşeyde süreklilik gösteren hava boşluğu (şaft) bulunmaktadır. Isınan havanın şaftlara aktarılması ise iki cephe katmanı arasındaki yatay açıklıklar yardımıyla olur. Bina yüksekliğince devam eden hava boşluğu (şaft), ısınan havanın atılmasında bir baca gibi çalışır [20].

5.4. Galeri ve Atriumlarda Baca Etkili

Havalandırma

Bu sistemlerde, binanın içinde oluşan kirli havayı, egzost etmeye yarayan hava çıkışları yoluyla binanın galeri ve/veya atrium noktalarından doğal olarak havalandırılması sağlanmıştır (Şekil 4). Galeri ve / veya atrium mekanının çatısı güneşten yararlanılarak ısıtılır, ısınan hava yükselir ve bina içine pencerelerden alınan temiz hava girer [1,21,22,23].

5.5. Rüzgar Bacası

İran, Birleşik Arap Emirlikleri, Irak ve Pakistan'da örnekleri bulunan rüzgar bacalarının yapılış amacı kuru sıcak ve sıcak nemli iklim bölgelerinde yer alan yerleşmelerde mekanların doğal iklimlendirmeye konforunu (soğutma ve havalandırmasını) sağlamaktır. Bu amaçla rüzgar bacaları, geleneksel ve çağdaş yöntemlerle farklı biçimlerde ve farklı tekniklerle kullanılmaktadır.

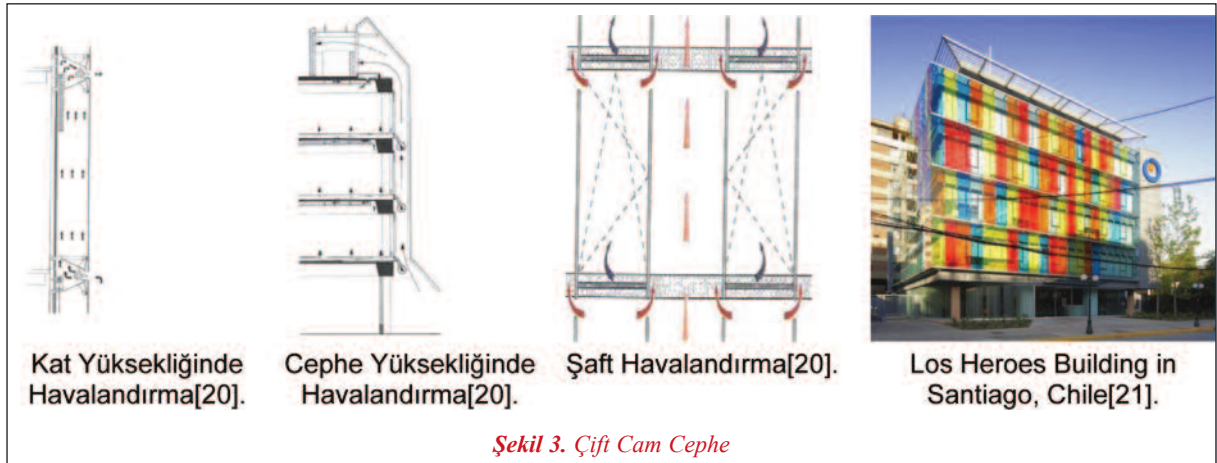
5.5.1. Geleneksel Yöntemlerle Oluşturulan Rüzgar Bacaları

Rüzgar bacaları kentte esen rüzgarı, bulunduğu mekanların içine alır (Şekil 5).

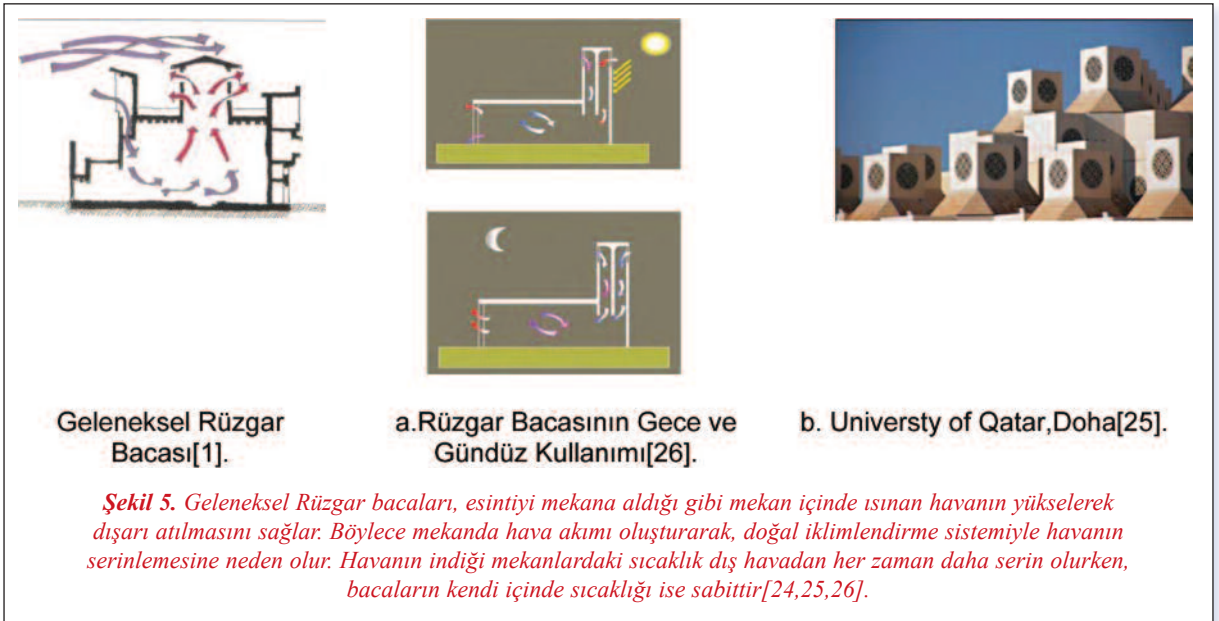
5.5.2. Çağdaş Yöntemlerle Oluşturulan Rüzgar Bacaları

1. Buharlaşma ile Soğutulup Havalandırılan Rüzgar Bacası

Bu yöntemde dış hava, binaya girmeden rüzgar bacasının içinde bir su kütlesi ile temas ettirilir ve suyun buharlaşması ile soğutulup havalandırılabilir



Şekil 3. Çift Cam Cephe



(Şekil 6) [18]. Geleneksel yöntemlerde bu sisteme benzer şekilde kilden yapılmış delikli bir çömlek rüzgar bacasının içinde konumlandırılmıştır.

2. Rüzgar Şapka veya Kepçeleri

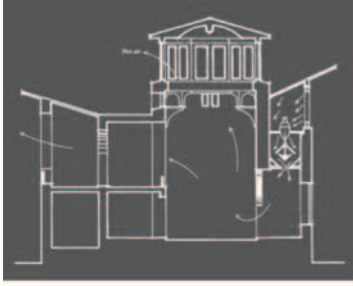
Binalarda kullanılan rüzgar kepçeleri ile elektrikli fan motorları kullanmaksızın ısı dönüşümü sağlanarak taze havanın alınması ve kullanılmış havanın dışarı atılması olanaklı olmaktadır (Şekil 7). Bu sistem pasif baca etkisi prensipleriyle çalışmakta dış rüzgar hızının az olduğu zamanlarda da işlevini sağlamaktadır.

Sistem elektrik kontrolü ve fanları kullanmayarak

yenilenebilir bir enerji kullanımını olanaklı kılmıştır. [9,27,28,].

3. Tam Otomatik veya Ayarlanabilir Elemanlarla Havalandırma Sağlayan Rüzgar Bacaları

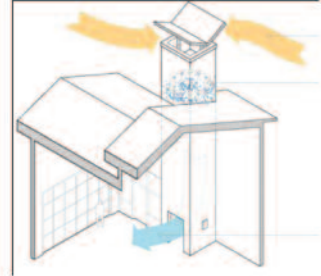
Rüzgar bacalarının başka bir çağdaş versiyonu olan bu sistemlerde, rüzgar bacaları bulunduğu binadaki herhangi bir alana havalandırma ve/veya doğal ışık ve havalandırma sağlamaktadır. Sistemde bulunan elemanlar, tam otomatik ve programlanabilir olup, hava akışını tavan tipi vantilatör, kapak veya herhangi bir tür algılayıcı ile kontrol edebilirler. Rüzgar bacası algılayıcıları, alandaki ihtiyaçlara göre deği-



Geleneksel Yöntemde
Buharlaştırma ile Doğal
Havalandırma [18].



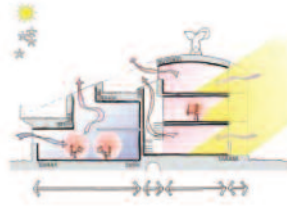
Çağdaş Sistemde Buharlaştırma ile Doğal Havalandırma
The Global Ecology Center in Standford, California, USA[18].



Şekil 6. Buharlaştırma ile Soğutulup Havalandırılan Rüzgar Bacası



Rüzgar Şapka veya Kepçesi[28].



BedZed, Wallington, South London UK[28].



Şekil 7. Rüzgar Şapka ve Kepçesi

şebilir. Bunlar hava sıcaklığını, karbondioksit miktarını, rüzgar hareketliliğini, sesi ve nemi ölçecek türden algılayıcılar olabilir. Örneğin; genelde sıcaklık algılayıcıları yaz aylarında 16 °C'de açılmaya ayarlanmıştır ve oda sıcaklığındaki her bir santigrat derece, %20'lik bir havalandırma artışına karşılık gelir. Bir başka algılayıcı da bina içerisindeki karbondioksit miktarının artışına istinaden içeriye temiz hava dağıtmakla sorumludur. Bunu yaparken sıcak havayı da dışarı atar. Kış aylarında tamamen kapatılır ancak taze hava sağlayacak kadar açılabilir. Ürün binanın mimarisine uyacak şekilde birçok farklı şekilde tasarlanabilir (Şekil 8,9) [29,30].

Tam otomatik veya ayarlanabilir elemanlarla havalandırma sağlayan Rüzgar Bacaları [29,30].

Tam otomatik veya ayarlanabilir elemanlarla havalandırma ve aydınlatma [29,30].

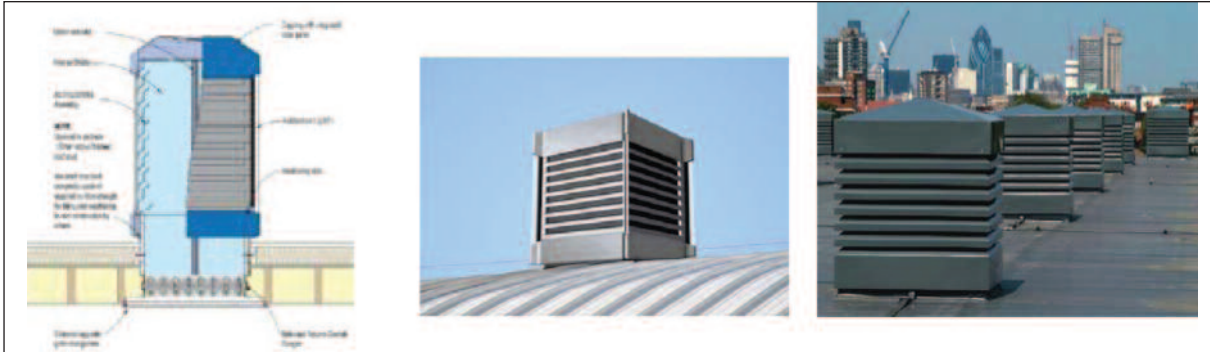
SONUÇ

Dünyada azalan enerji kaynakları ve artan çevresel sorunlar karşısında gelişmiş ülkelerde, enerji verimli ve çevre dostu binaların tasarımı ve yapımı giderek artmaktadır.

Enerjinin verimli kullanımı, yapılarda istenilen performans düzeyi, kalite ve konfor koşullarından ödün verilmeksizin, bir hizmet elde etmek için gerekli olan enerji miktarının azaltılması olarak tanımlanabilir.

Enerji verimli ve çevre dostu binaların tasarımında mimarın kontrolündeki tasarım parametreleri farklı ölçeklerde ele alınabilir.

Bina aralıkları, binanın yönlendiriliş durumu, binanın formu, bina kabuğunun özellikleri, binada uygulanan pasif iklimlendirme sistemleri sözü edilen



Tam otomatik veya ayarlanabilir elemanlarla havalandırma sağlayan Rüzgar Bacaları [29,30].

Şekil 8. Tam Otomatik veya Ayarlanabilir Elemanlarla Havalandırma Sağlayan Rüzgar Bacaları



Tam otomatik veya ayarlanabilir elemanlarla havalandırma ve aydınlatma [29,30].

Şekil 9. Tam Otomatik veya Ayarlanabilir Elemanlarla Havalandırma ve Aydınlatma Sağlayan Rüzgar Bacaları [29,30]

tasarım parametrelerindedir. Doğal havalandırma, enerji etkin yapı tasarımında, pasif iklimlendirme içinde ele alınan tasarım parametrelerinden biridir.

Bu çalışmada ele alınarak anlatılan, güneş ve rüzgar enerjisi kullanılarak oluşturulan baca ve baca etkili doğal havalandırmalar, tasarlanıp uygulandıkları yapılarda enerji etkin tasarımı sağlayan ve bu nedenlerle kullanılmasına dikkat ve önem verilmesi gereken sistemlerdir.

Mimari tasarımın binanın ısıtma, soğutma, havalandırma yüklerinin belirlenmesinde çok büyük bir etkisi vardır. Mimari, daha tasarımın ilk aşamalarından itibaren aldığı her karar ve çizdiği her çizgi ile ısıtma, soğutma ve havalandırma yüklerinin belirleyici-

si ve sorumlusu olmaktadır. Mimari tasarımı ile binanın tüketeceği enerji miktarı arasında var olan çok güçlü bağ nedeni ile mimar ve tesisat mühendislerinin daha tasarımın ilk aşamasından başlayarak tasarım amaçlarının belirlenmesi, sistem kararlarının alınması, uygulanması ve sistemlerin işletilmesine kadar çok geniş bir alanda işbirliği içinde olması, pasif sistemlerin kullanımına öncelik önem duyması gereklidir.

KAYNAKLAR

- [1] SEV, A., "Sürdürülebilir Mimarlık", YEM Yayınları, 2009
- [2] UTKUTUĞ, G., "Binayı Oluşturan Sistemler Arasındaki Etkileşim ve Ekip Çalışmasının Önemi Mimari Tesisat Mühendisliği İşbirliği",

- IV Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi, 1999, İzmir. Bilimsel/Teknolojik Çalışmalar
- [3] ÖZTEKER, S.S.Ç., “Ekolojik Tasarımda Mimari Tesisat İlişkileri”, TTMD Dergisi, 2005.
- [4] ÇAKMANUS, İ., “Enerji Verimli Bina Tasarım Yaklaşımı”, Tesisat Mühendisliği Dergisi, Sayı:84, s.:20-27,2004
- [5] OK, V., “Sağlıklı Kentler İçin Pasif İklimlendirme ve Bina Aerodinamiği”, VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 2007, İzmir.
- [6] ZARANDI, M.M., Natural ventilation as a solution towards sustainability in architecture, International Workshop on Energy Performance and Environmental Quality of Buildings, July 2006, Milos Island, Greece.
- [7] YILDIZ, Y., ARSAN, Z.D., Binalarda Pasif Soğutma Stratejileri konulu son on yıla ait yayın taraması, Uluslararası Sempozyumu, 2009, Antalya.
- [8] www.101.pair.com
- [9] ELZAİDABİ, A., Low Energy, Wind Catcher Assisted Indirect-Evaporative Cooling System for Building Applications, Phd thesis, University of Nottingham, 2008,
- [10] SAU, A., Low energy Passive Solar Residence in Austin, Texas, Master thesis, Texas Universty, 2010
- [11] www.civil.uwaterloo.ca
- [12] ÇAKMANUS, İ., Böke, A., Binaların Güneş Enerjisi İle Pasif ısıtılması ve Soğutulması, Yapı Dergisi, sayı:235, sayfa: 83-88, Haziran, 2001.
- [13] www.izoder.org
- [14] ERENGEZGİN, Ç., Enerji Mimarlığı, Yapı 234,sayfa:82-89, Mayıs,2001
- [15] www.nps.com
- [16] www.dyerenvironmental.co.uk
- [17] www.sustainability.vic.gov.au
- [18] <http://www.carboun.com/sustainable-development/sustainable-design/>
- [19] ÇAKMANUS, İ., “Güneş Enerjisi İle Binaların Pasif Isıtılması”, TTMD Dergisi, 2005.
- [20] www.çatider.org.tr
- [21] www.daringideas.com
- [22] TÖNÜK, S., Bina Tasarımında Ekoloji, Yıldız Teknik Üniversitesi Yayınları, 2001, İstanbul
- [23] www.agasn.de
- [24] www.thebestconference.org
- [25] www.ipac.kacst.edu.sa
- [26] ABDEL-MONİEM El-Shorbagy, Design With Nature: Windcatcher as a Paradim of Natural Ventilation Device in Buildings, International Journal of Civil&Environmental Environmental Engineering IJCEE-IJENS Vol:10 No: 03,
- [27] www.asansördünyası.com
- [28] www.arup.com
- [29] SARANTİ, K., Air moving an and through building: historical prototypes and contemporary applications, international workshop on energy performance and environmental quality of buildings, 2006, Greece.
- [30] <http://news.archiexpo.com>