

ULUSLARARASI SOSYAL ARAŞTIRMALAR DERGİSİ THE JOURNAL OF INTERNATIONAL SOCIAL RESEARCH

Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi / The Journal of International Social Research
Cilt: 13 Sayı: 73 Ekim 2020 & Volume: 13 Issue: 73 October 2020
www.sosyalarastirmalar.com Issn: 1307-9581

GELENEKSEL BİNALARDA PASİF İKLİMLENDİRME SİSTEMİ OLARAK RÜZGÂR KULELERİ: İRAN - YEZD KENTİ ÖRNEĞİ WIND TOWERS AS PASSIVE COOLING SYSTEM IN TRADITIONAL BUILDINGS: İRAN-YAZD CITY CASE

Cengiz TAVŞAN*
Asia FARHADİ**

Öz

Dünya genelinde tüketilen enerji ve su miktarının oldukça önemli bir bölümü bina yapım süreçleri ve binalarda harcanmaktadır. Binalar tarafından harcanan enerjinin ise önemli bir kısmı ısıtma, soğutma ve havalandırma sistemleri, kısaca iklimlendirme için harcanmaktadır.

Bu bağlamda özellikle 1970'li yıllarda yaşanan enerji krizi ile sürdürülebilir çözümler önem kazanarak sürdürülebilirlik konusu her alanda olduğu gibi inşaat sektöründe de önemli hale gelmiştir. Temelden bina yıkımına kadar binanın yaşam döngüsü içerisindeki her evrede sürdürülebilirlik kendisine yer bulmuştur. Bu evreler içerisinde binanın kullanım sürecindeki konulardan bir tanesi olan iklimlendirme konusu da sürdürülebilirliğin kendisine yer bulduğu en önemli konulardan bir tanesidir.

İklimlendirme binalarda pasif ve aktif iklimlendirme sistemleri olarak iki gruba ayrılmaktadır. Bu sistemler üzerinde sürdürülebilirlik ile ilgili yapılan araştırmalar farklılık göstermektedir. Aktif iklimlendirme sistemlerinde sürdürülebilirlik daha çok binanın iklimlendirilmesinde kullanılan mekanik sistemlerin geliştirilmesine yöneliktir. Bunun yanında Pasif iklimlendirme sistemlerini ise daha çok binanın mimari formu, cephe açıklıkları, kütlesi gibi konular etkilemektedir.

Günümüzde pasif iklimlendirme ve sürdürülebilirlik konusunda birçok çalışma yapılmaktadır. Bununla birlikte aktif iklimlendirme sistemlerinin ilkel olduğu geleneksel yapım tekniklerinin kullanıldığı dönemlerde pasif iklimlendirme sistemlerinin birçok örneğine rastlamak mümkündür. Bu örnekler pasif iklimlendirme konusunda günümüz mimarisine ilham kaynağı oluşturmaktadır. Binanın yapıldığı yerin iklimsel şartlarında göre zaman içerisinde kuşaktan kuşağa geliştirilmiş olan bu sistemler kullandıkları malzeme bakımından da geleneksel yapım tekniklerinin doğası gereği sürdürülebilir teknolojilerdir.

Geleneksel yapılarda pasif iklimlendirme sistemleri dünyanın birçok farklı bölgesinde farklı şekilde bulunmaktadır. Bu sistemlerin örnek olarak gösterilebileceği bölgelerden bir tanesi İran'ın Yazd kentidir. İran'da yer alan bu kent 1998 yılında UNESCO tarafından dünya mirasına alınmıştır. Çöl ikliminin görüldüğü kentteki binaların mimarisine bakıldığı zaman doğal havalandırma etkisi sağlayan rüzgar kulelerinin yer aldığı görülmektedir. Rüzgâr kuleleri doğal havalandırmaya oldukça fazla katkı sağlamakta ve özellikle yaz aylarında çölün bunalıcı etkisine karşı mekanların iklimlendirilmesinde büyük rol oynamaktadır.

Bu çalışmada geleneksel mimaride kullanılan rüzgâr kuleleri sürdürülebilirlik yönü ile İran'ın Yazd kentindeki örnekler üzerinden irdelenecektir. Yazd kenti binalarında; bina başına rüzgâr kule sayısı, faaliyet durumları, yapım malzemeleri, boyutları, mimaride konumlandırılışları, plan ve bölme tipleri gibi konular incelenecektir.

Anahtar Kelimeler: Pasif İklimlendirme, Rüzgâr Bacaları, Yazd, Geleneksel Yapım Sistemleri, Sürdürülebilirlik.

Abstract

A significant portion of the energy and water amount consumed worldwide is spent in building construction processes and buildings. A significant portion of the energy consumed by buildings is used for heating, cooling and ventilation systems, in short, for air conditioning.

* Doç. Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, ctavsan@hotmail.com, ORCID: 0000-0001-5796-6859

** Karadeniz Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Anabilim Dalı Yüksek Lisans Mezun Öğrencisi



A considerable part of the energy and water consumption worldwide is made on building construction processes and in buildings. A significant portion of the energy consumed by the buildings is spent on heating, cooling and ventilation systems, or briefly for climatization.

In this context, especially with the energy crisis in the 1970s, sustainable solutions have gained importance and the issue of sustainability has become important in the construction sector as in every field. Sustainability has found a place for itself at every stage in the life cycle of the building, from the foundation to the demolition. Within these phases, the issue of air conditioning, which is one of the issues in the utilization process of the building, is one of the most important issues where sustainability finds its place.

Climatization of buildings is divided into two groups as passive and active climatization systems. Studies on sustainability on these systems differ. Sustainability in active air conditioning systems is mostly directed towards the development of mechanical systems used in building air conditioning. In addition, passive air conditioning systems are mostly affected by the architectural form, facade openings, mass of the building.

Today, many studies are carried out on passive air conditioning and sustainability. However, it is possible to come across many examples of passive air conditioning systems in the periods when traditional construction techniques were used when active air conditioning systems were primitive. These examples provide inspiration for today's architecture in passive air conditioning. These systems, which have been developed from generation to generation over time according to the climatic conditions of the place where the building is built, are sustainable technologies due to the nature of traditional construction techniques in terms of the materials they are used.

Different passive climatization systems in traditional buildings can be found in many different regions of the world. The Yazd city of Iran is one of the regions where the examples of these systems can be observed. Located in Iran, this city was listed in world heritage by UNESCO in 1998. When the architecture of this city that has desert climate is analyzed, it appears that there are wind towers providing a natural ventilation effect. Wind towers make a significant contribution to natural ventilation and play a major role in the climatization of indoors against the sultry weather in the desert, especially in the summer days.

In this study, the wind towers used in the traditional architecture will be examined in terms of sustainability through examples from Iran's Yazd city. The number of wind towers per building, activity statuses, construction materials, dimensions, their positioning in architecture, plans and partition types will be examined in Yazd city buildings.

Keywords: Passive Air Conditioning, Wind Chimneys, Yazd, Traditional Construction Systems, Sustainability.

1. GİRİŞ

Günümüzde Dünya kaynaklarının insan faaliyetleri sonucu hızla tükenme sınırına doğru geldiği konusunda genel bir görüş birliği bulunmaktadır. Bu durum kaynakların, doğanın kendi içerisinde kaynakları yenileme hızından çok daha hızlı tüketilmesinden kaynaklanmaktadır. Kaynakların tüketim hızının düşürülerek doğanın kaynak yenileme hız seviyesinin altında tutulabilmesi sürdürülebilirlik ile mümkün olabilir.

Sürdürülebilirlik gelecek kaygısı taşıyan doğayı ve çevreyi önemseyen çok kapsamlı bir kavram olmakla birlikte ekonomik, sosyal, ekolojik gruplandırılabilen yönleri bulunmaktadır. Gruplanan yönleri ile sürdürülebilirlik kavramıyla birçok alanda karşılaşılabilmektedir (Sipahi, Tavşan, 2019).

Karşılaşılan alanlarda sürdürülebilirlik son yıllarda; "yeşil, ekolojik, iklim ve çevre dostu, sıfır enerji" gibi sözcüklerle ön planda olan ve aslında "daha iyi bir yaşamı insanlığa ve evrene sunmayı hedefleyen" pozitif bir kavramdır. Gelişmekte olan ülkelerde sürdürülebilirlik ile ilgili bilince yeni ulaşılmaktadır (Vural vd., 2013).

Sürdürülebilirlik bilinci uluslararası platformda ciddi olarak tartışılmasında 1970'li yıllarda yaşanan enerji krizi ile fosil yakıt kaynaklarının çevre dostu ve yenilenebilir kaynaklar olmadığına anlaşılması, çevre ve enerji kavramlarının sorgulanmaya başlanması (Dikmen, 2011) etkili olmuştur.

Sürdürülebilirlik konusunun dünya genelinde önem kazanması yalnızca sınırlı kaynak gereksiniminden kaynaklanmamaktadır. Aynı zamanda tüketilen kaynakların ürüne dönüşmesi sonucu çevreye verilen zararlar da kendisini hissettirmeye başlamıştır. Ozon tabakasının delinmesi sonucu güneşin zararlı ışınlarının bütün canlıları olumsuz etkilemesi; küresel ısınma ile su seviyelerinin yükselmesi ve bunun sonucunda iklimlerin değişmesi gibi örnekler çoğaltılabilir (Sipahi, Tavşan, 2019). Bu bakımdan sürdürülebilirlik yalnızca kaynak tüketimi değil çevreye verilen zararların da minimum seviyeye indirgenmesini hedeflemektedir.

Sürdürülebilirlik bilinci ile her alanda, sürdürülebilir alternatifler geliştirilmeye başlanmıştır. 70'li yıllardan itibaren giderek artan çevresel sorunlar ile her alanda olduğu gibi mimarlıkta da çevresel sorunlara karşı sürdürülebilir çözümler geliştirilmektedir. Yapı sektörünün sürdürülebilirliği dünya genelinde hem doğal kaynakların sürdürülebilirliği hem de çevre açısından oldukça önemlidir. Yapılar her zaman doğal enerji kaynaklarını, insan ve tüm canlı türlerinin yaşamı için gerekli olan su, hava ve toprağı olumsuz yönde



etkilemişlerdir. Yapım teknolojisinin gelişmesi ile yapılar ekosistem içerisindeki döngüyü geri dönüşü olmayacak biçimde etkilemektedir. Dünyada tüketilen enerjinin %90'ı kömür, petrol ve doğalgaz gibi fosil yakıtlardan sağlanmaktadır (Sayın, 2016). Yapılarda ise dünya genelinde tüketilen enerjinin %50'si ve suyun %42'si bina yapımında veya kullanım süreçlerindedir (Sev, 2009). Bu sebeple küresel ölçekte kabul edilen sürdürülebilirlik kavramı yapıda ekolojik, ekonomik, sosyal ve kültürel boyutları ve mimari tasarım ölçütlerini gözden geçirerek çevre ve enerji konularının yeniden ele alınmasını gerektirmiştir (Kohler, 1999; Porter, 2000).

Sürdürülebilirlik kapsamında yeniden ele alınan yapı tasarımında yeni bir tasarım anlayışı olarak "Enerji etkin tasarım yaklaşımları" büyük bir öneme sahip olmuştur. Bu yaklaşımların amacı, yenilenebilir enerji kaynakları kullanmak, binalarda enerji korunumunu yükseltmedeki mekanik sistemlerin sorumluluğundaki aktif iklimlendirme yükünü azaltmak, tüketilen fosil kaynaklı enerji miktarını minimize etmek, doğal çevreye duyarlı ve sürdürülebilir olmaktır (Engin, 2012).

Enerji etkin tasarım yaklaşımları çerçevesinde aktif iklimlendirme yükünü azaltmak önemlidir. Binalara bakıldığı zaman enerji tüketiminin önemli bir bölümünün yapı içi konfor gereksinimini sağlayan ısıtma, soğutma ve havalandırma sistemleri için harcandığı görülmektedir (Sev, 2009). Bu sistemlerden mekanik olarak belirli bir enerji ile çalışan sistemler aktif iklimlendirme sistemleridir. Aktif iklimlendirme yükünün azaltılması pasif iklimlendirmenin doğru yapılması ile mümkün olur. Pasif iklimlendirme sistemlerinde yapının kendi elemanları kullanılmakta ve ek mekanik donanımlara minimum gereksinim duyulmaktadır. Bu sebeple pasif iklimlendirme için yapılacak pasif soğutma sistemi rüzgâr etkilerinden en üst düzeyde yararlanılmasını ve güneşin ısı etkilerine karşı korunmayı; pasif ısıtma sistemleri ise güneşin ısısal etkilerinden en üst düzeyde yararlanılarak rüzgâr etkilerinden korunmayı amaçlamaktadır.

Pasif iklimlendirme sistemleri bina üzerinde yer alan elemanlar ve bina tasarımı ile doğrudan ilişkili olması sebebi ile bina mimarisi ile doğrudan ilişkilidir. Özellikle doğal havalandırma ve tekniklerinin doğru kullanımı pasif iklimlendirmenin kalitesini arttırmaktadır. Yapılarda doğal havalandırma, yapı açıklıkları çevresindeki rüzgâr veya basınç farkları sebebi ile gerçekleşir. Açık pencerelerden, kapılardan veya doğal olarak havalandırma sağlamak için açılan bölgelerden sağlanan hava akımı ile iç ortamda uygun sıcaklık seviyesi sağlanabilir ve iç ortamdaki kirleticiler ortamdaki uzaklaştırılabilir (Aynsley, 2014).

Doğal havalandırma teknikleri açıklık boyutları, havalandırmanın gün içerisindeki saatleri, yönleri ve yüksekliklerine göre farklılıklar göstermektedir. Bu teknikler konfor havalandırması, çapraz havalandırma, baca havalandırması, Rüzgâr kuleleri ile havalandırma gibi birçok farklı isim alabilir.

Bu havalandırma tekniklerinden rüzgâr kuleleri pencereler yolu ile esinti sağlayamayan yapılarda kullanılmaktadır. Bu yapılar rüzgâr yakalayıcıları ile çatı üstü seviyesinden geçen esintileri yakalayabilir. Alçak kotlu ve yüksek yoğunluklu yerleşim düzeninde, her bina için iyi bir rüzgâr geçişi elde etmek zordur çünkü; rüzgâra karşı olan yapılar, esintilerin diğer tarafa geçmesini engeller. Böyle durumlarda, nispeten daha serin, daha temiz havanın olduğu ve doğrudan aşağıdaki odalara inilebilecek yerlerde odaların rüzgârdan faydalanabilmesi rüzgâr yakalayıcıların kullanımı ile mümkündür (Dekay, Brown, 2013).

Binaların yönlendirilmesinde güneş veya gölge için yönlendirme ve rüzgâr için yönlendirme arasında bazen çatışma olur. Rüzgâr kulelerinin bir başka yararı, öncelikli yapı formu, kışın güneş toplamak gibi diğer kuvvetlere cevap verirken onlar rüzgârı yakalamak için herhangi bir doğrultuya yönelebilir. Yerden yukarı doğru yükseklik arttıkça, rüzgâr hızı artar. Bu durum kulelerin önemli derecede yüksek hızlardaki rüzgarları içeri alabilmelerini sağlamaktadır. Rüzgâr kulelerinin açıklıkları zemin seviyesindeki pencerelere göre daha küçük olabilmektedir. Daha az engel olduğu için rüzgâr kuleleri potansiyel olarak her yönden rüzgâr alabilmektedir. Rüzgâr yakalayıcıları, yerel rüzgarların doğrultularının değişkenlik derecesine göre tasarlanmışlardır (Dekay, Brown, 2013).

İnsanlık tarihin ilk çağlarından itibaren barınma ihtiyacını karşılamak amacı ile binalar oluşturmuş, zaman içerisinde bu binalarda kullandıkları malzeme ve yapım tekniklerini geliştirmişlerdir. Endüstri devriminden önce yapılan, geleneksel yapım teknikleri kullanılan binalarda malzeme olarak yakın coğrafyada ağırlıklı olarak kolayca bulunabilen doğal malzemeler kullanılmaktaydı. Bu malzemeler fazla işlem görmeden binalarda kullanıldıkları için çevresel etkileri az, oldukça sürdürülebilir malzemelerdir. Yapım tekniği olarak da nesilden nesile aktararak kullanılan bilgi birikimi, tamamı ile bulunan yerin coğrafi, iklimsel ve benzeri gibi çevresel faktörlerine göre oluşturulmuştur.

Bu bakımdan ilkel gibi görülse de geleneksel yapım teknikleri ile endüstri devrimi öncesinde oluşturulmuş olan yapılar oldukça sürdürülebilir yapılardır. Bu yapılarda kullanılan bazı sistemler günümüzde modernize edilerek halen kullanılmakta ve bazı sürdürülebilir sistemler için temel olarak alınmaktadır.



Geleneksel yapıım tekniklerinde sürdürülebilirlik açısından; suyun kullanımı, arazi yerleşimi gibi birçok konuda birçok teknik geliştirilmiştir. Bunlardan bir tanesi de iklimlendirme konusudur. Geleneksel yapılarda iklimlendirme konusunda sürdürülebilirlik ile ilgili olarak Fas geleneksel mimarisi ve “Kasr”, Kore geleneksel mimarisi ve “madang”, İran geleneksel mimarisi ve “Bagdir” olarak adlandırılan rüzgâr kuleleri gibi örnekler çoğaltılabilir.

İran geleneksel mimarisinde rüzgâr kulelerinin kullanımı Yezd kentindeki geleneksel evler için oldukça önemli bir özelliktir. Bu kulelerin tarihçelerinin antik Mısır dönemine kadar uzandığı gözlenmiştir. İran’ın iç bölgelerinde Japon bir ekip tarafından yapılan arkeolojik kazı çalışmaları sırasında rüzgâr kulesi bulunan bir ev MÖ. 4 bin yılına tarihlendirilmiştir (Mahyari, 1997).

İran ülkesinin ortasında yer alan Yezd kenti aynı zamanda Yezd eyaletinin de yönetim merkezi olmaktadır. Şehrin ilk kurucuları Med’ler olduğu ve şehrin o dönemdeki adının “Ysatis” olduğu bilinmektedir. Sıra ile Sasaniler, Zerdüştler ve Müslümanlar tarafından ele geçirilen şehir günümüze kadar ulaşmış ve UNESCO tarafından 1996 yılında dünyanın Venedik’ten sonra yaşayan en eski ikinci yerleşimi olarak koruma altına alınmıştır (Ali, Say Özer,).

Rüzgâr kuleleri ile ünlü Yezd kentinde 1988 yılında yapılan bir araştırmaya göre toplamda 713 rüzgâr kulesi tespit edilmiştir (Roaf, 1988). Bu sayı için plan ve veriler tamamen açıklanamamıştır. İlerleyen tarihlerde net sayının saptanabilmesi için çalışmalar genişletilmiştir. Günümüzde bu kulelerin tespit çalışmaları halen devam etmektedir. Yakın tarihte yapılan bir araştırmaya göre Yezd kentinde 180 rüzgâr kulesi tespit edilmiştir (Mahmodi, 2011).

Bu kuleler etrafından geçen rüzgârı yakalar ve kanallardan aşağıya zemin ve bodrum kat hacimlerine iletir. Rüzgâr kuleleri dış hava sıcaklığı, iç hava sıcaklığından düşük olduğunda, yaz sabahları ve yaz akşamlarında sakinlerin serinlenmesini sağlar. Ayrıca özellikle bodrum katlarında etkili bir havalandırma yaparak havayı yeniler ve istenmeyen kokuları uzaklaştırır. Rüzgârın doğru yönlendirilmesi hava sıcaklığının yüksek dereceye çıktığı bir çöl kentinde oldukça önemlidir. Rüzgâr kulelerinin daha etkili kullanılması amacı ile bazı durumlarda kule etkisi buharlaşma yoluyla soğutma tekniğinde kullanıldığı anlaşılmıştır.

Bu çalışmada İran Yezd kentindeki rüzgâr kuleleri, bina başına rüzgâr kule sayısı, faaliyet durumları, yapıım malzemeleri, boyutları, mimaride konumlandırılışları, plan ve bölme tipleri gibi konular sürdürülebilirlik çerçevesinde irdelenecektir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Yapılan çalışmada geleneksel mimaride kullanılan ve pasif iklimlendirme konusunda oldukça sürdürülebilir olan rüzgâr kulelerinin İran’ın Yezd kenti üzerinden mimari özellikleri incelenecektir. Rüzgâr kulelerinin özelliklerinin İran’ın Yezd kenti üzerinden incelenmesinin sebebi rüzgâr kulelerinin bu kentin genel kimliğini oluşturmaları ve kent mimarisinin de UNESCO tarafından tescilli olması olarak gösterilebilir.

İran’ın Yezd kentinde yer alan rüzgâr kulesine sahip yapılar incelendiği zaman bütün rüzgâr kulelerinin günümüze bozulmadan ulaşabildiği gözlenmiştir. Restorasyon sonrası yeniden işlevlendirmeye sahip yapılar ancak günümüze kadar korunmuş veya restorasyon çalışması sebebi ile mimari özelliklerinin tam tespitine imkân verecek durumdadır. Yapılan çalışmanın tespit çalışması olması sebebi ile restorasyon sonrası yeniden işlevlendirilerek kullanılan yapılar, mimari özellikleri tam olarak yansıttığı için bu tür yapılar seçilmiştir.

İbadethanelerden konut grubuna birçok yapı tipinde rüzgâr kuleleri Yezd kenti içerisinde görülebilmektedir. Bununla birlikte her şehirde olduğu gibi Yezd kentinde de sayıca en fazla mimari yapı konut tipinde görülmektedir. Bu durum örneklem grubu olarak konut tipi seçildiği takdirde elde edilebilecek veri sayısının daha fazla olabileceğini göstermektedir. Bu sebeple incelenecek yapı tipi olarak konut yapı grubu seçilmiştir.

Sonuç olarak çalışma alanı ve örneklem grubu olarak Yezd kentinde restorasyona uğrayarak yeniden işlevlendirilen, rüzgâr kulesine sahip konutlar belirlenmiştir. Örneklem sayısı ise 20’dir. Bu konutların listesi ise restorasyon sonrası işlevleri ve yapıldığı dönem ile tablo 1’deki gibidir.



Tablo 1. Örneklem Grubu ve Restorasyon Sonrası İşlevleri

No.	Yapının Eski İsmi	Eski işlevi	Yeni işlevi	Yapılan Dönemi
1	Ardakaniha	Konut	Müze	140 y
2	Dowlat abad	Köşk	Köşk-müze	Zand
3	Golshan evi	Konut	Hotel	Kaçar
4	Geramiha evi	Konut	Kültür Merkezleri	Kaçar
5	Hojjat evi	Konut	Hotel	400 y
6	Lariha	Konut	Milli Kütüphane Arşivi	Kaçar
7	Mahmoudi evi	Konut	Kültür Merkezleri	Kaçar
8	Mortaz evi	Konut	Sanat ve Mimari üniversitesi	Kaçar
9	Mozafar-Arab evi	Konut	Hotel	Kaçar
10	Moshir	Köşk	Hotel	Kaçar
11	Malek	Konut	Hotel	Kaçar
12	Olumy	Konut	Sanat üniversitesi	Kaçar
13	Rasoliyan evi	Konut	Sanat ve Mimari üniversitesi	Kaçar
14	Rismaniha	Konut	Kültür Merkezleri	Kaçar
15	Rohaniha	Konut	Tarihi ilçe belediyesi	Kaçar
16	Sigariha evi	Konut	Sanat ve Mimari üniversitesi	Kaçar
17	Shafipour evi	Konut	Sanat ve Mimari üniversitesi	Kaçar
18	Tehraniha evi	Konut	Hotel	Kaçar
19	Tayebi evi	Konut	Hotel	Kaçar
20	Zargari evi	Konut	Hotel	Kaçar

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

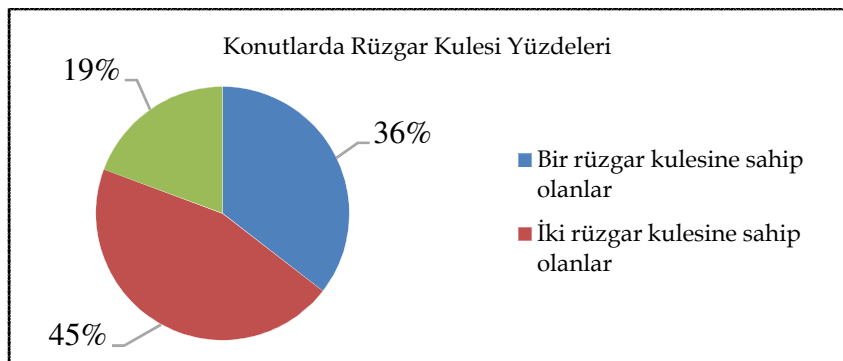
Seçilen yapılar üzerinden bina başına rüzgâr kule sayısı, faaliyet durumları, yapım malzemeleri, boyutları, mimaride konumlandırılışları, plan ve bölme tipleri konuları incelenmiştir.

Seçilen 20 konut için toplam 31 rüzgâr kulesi tespit edilmiştir. Genel olarak ele alınan bu konutlar bir, iki veya üç rüzgâr kulesine sahiptir. Bunun nedenle rüzgâr kulelerin sayıları bir rüzgâr kulesine sahip olan, iki rüzgâr kulesine sahip olan ve üç rüzgâr kulesine sahip olan konutlar şeklinde irdelenip, yüzdeler elde edilmiştir (Tablo 2).

Tablo 21. Konutlarda tespit edilen rüzgâr kule sayısı ve elde edilen yüzdeler

Konutlarda Rüzgâr Kuleleri	Sayısı	Yüzdesi
Bir Rüzgâr Kulesine Sahip Olan Konut	11	%36
İki Rüzgâr Kulesine Sahip Olan Konut	14	%45
Üç Rüzgâr Kulesine Sahip Olan Konut	6	%19
Toplam	31	%100

Bulgulara göre konutların %36'sı bir rüzgâr kulesine sahiptir. Ayrıca konutların %45'inde de iki rüzgâr kulesi tespit edilmiştir. Diğer konutlarda ise %19 oran ile üç rüzgâr kulesi belirlenmiştir. Konutların rüzgâr kulelerine ait olan bu yüzdeler Şekil 2'de verilen grafikte görülmektedir.



Şekil 2. Örnek alınan konutların rüzgâr kulesi yüzdeleri



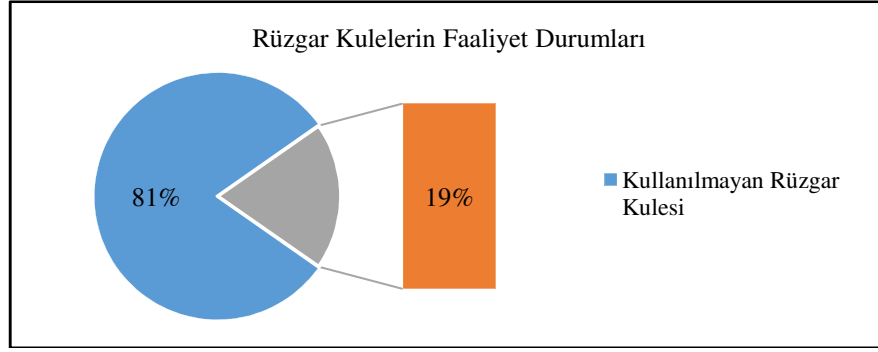
Çalışma alanında seçilen konutların rüzgâr kulelerinin faaliyet durumları incelendiğinde, bu kulelerin hala doğal havalandırma için faaliyet göstermelerinin yanında sadece görsel amaçlarla kullanılmakta olanları da tespit edilmiştir. Bu sebeple rüzgâr kulelerinin faaliyet durumları kullanılan ve kullanılmayan kuleler olarak iki gruba ayrılmıştır (Tablo 3).

Tablo 3. Konutlarda faaliyet durumuna göre rüzgâr kule sayısı ve yüzdeleri

Rüzgâr Kulelerin Faaliyet Durumları	Sayısı	Yüzdesi
Kullanılan Rüzgâr Kulesi	6	%19
Kullanılmayan Rüzgâr Kulesi	25	%81
Toplam	31	%100

Bulgulardan elde edilen bilgilere göre rüzgâr kulelerinin %19.35'inin hala kullanılmakta olduğu tespit edilmiştir. Diğer kuleler ise bölmeler ve hava kanalları tamamen kapatılmıştır. Bu kuleler kullanılmamaktadır. Çalışmaya göre bu rüzgâr kuleleri sadece süs ve sembol olarak görülmektedir. Ayrıca

Şekil2'de verilen grafikte rüzgâr kulelerin faaliyet durumlarından elde edilen yüzdeler gösterilmiştir.



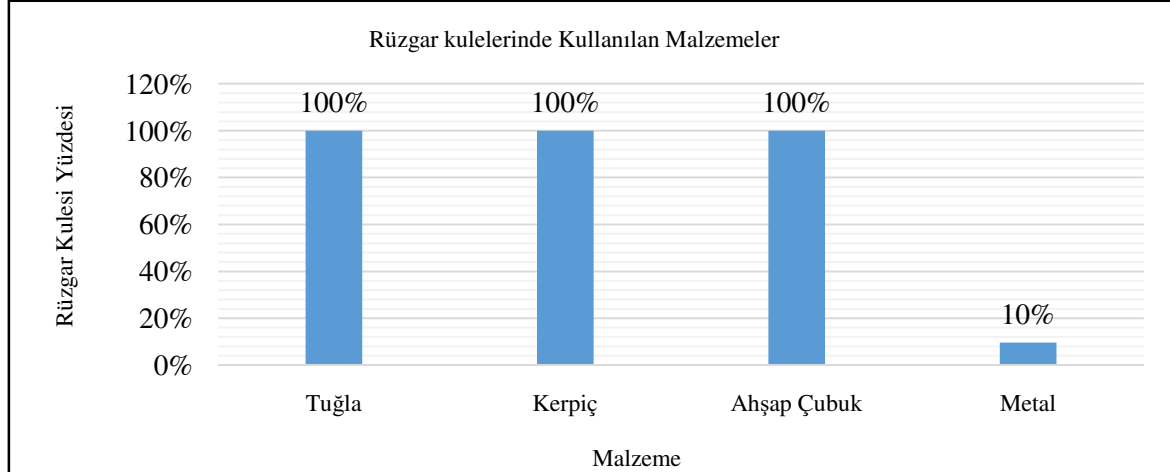
Şekil 2. Rüzgar kulelerin faaliyet durumları

Rüzgâr kulelerin yapısında malzeme kullanımlarına bakıldığında genel olarak tuğla, kerpiç ve ahşap çubuklar kullanıldığı gözlemlenmektedir. Ancak nadir olarak da bazı kulelerde metal malzemelere rastlanılmıştır (Tablo 4).

Tablo 4. Rüzgâr kulelerinde kullanılan malzemeler ve yüzdeleri

Rüzgar Kulelerinde Kullanılan Malzemeler							
Tuğla Kullanılan Rüzgar Kulesi		Kerpiç Kullanılan Rüzgar Kulesi		Ahşap Çubuk Kullanılan Rüzgar Kulesi		Metal Kullanılan Rüzgar Kulesi	
Sayısı	Yüzdesi	Sayısı	Yüzdesi	Sayısı	Yüzdesi	Sayısı	Yüzdesi
31	%100	31	%100	31	%100	3	%10

Çalışmada tespit edilen bilgilere göre tüm elde alınan rüzgar kulelerinde tuğla, kerpiç ve ahşap çubuklar kullanılmıştır. Metal ise %10 oran ile sadece üç rüzgar kulesinde tespit edilmiştir (Şekil 3). Bu kulelerin her üçü de aynı konutta yer alarak Tehraniha evine ait olduğu saptanmıştır.



Şekil 3. Rüzgâr kulelerin yapılarında kullanılan malzemeler

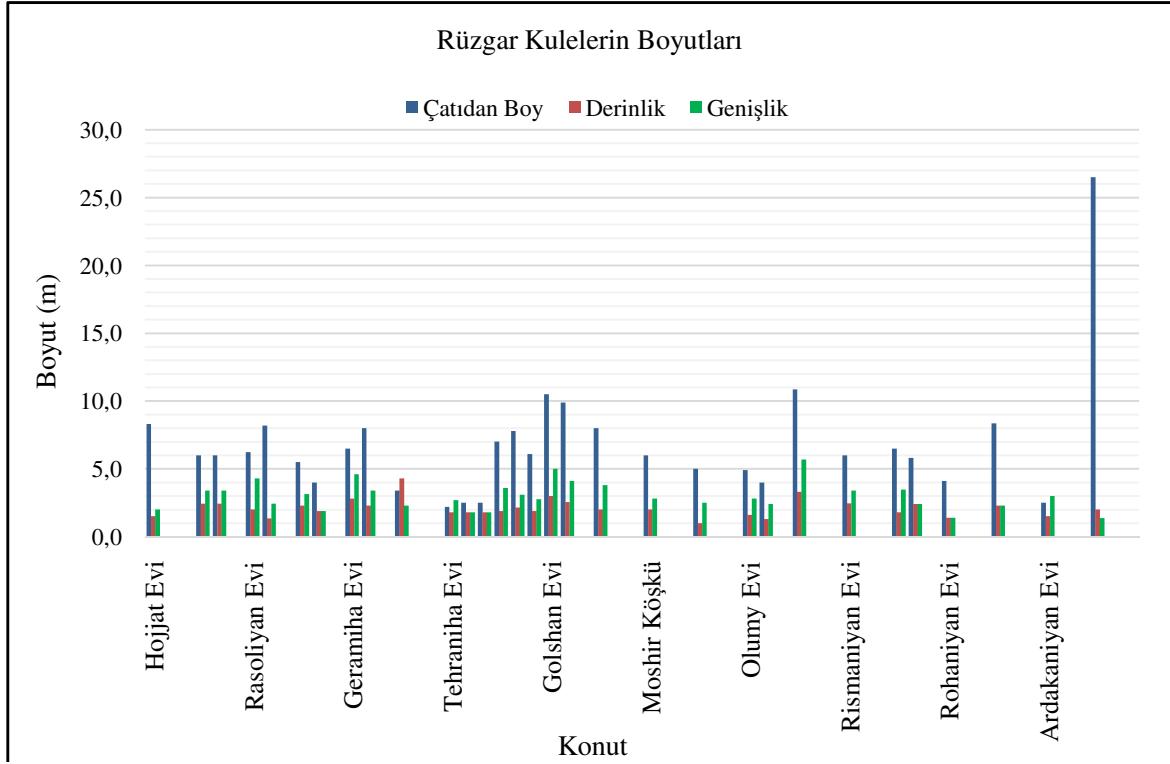
Rüzgâr kulelerin çatıdan boy, derinlik ve genişliklerine göre elde edilen ölçüler incelediğinde bu kuleler için en yüksek ve en düşük değerler ortaya çıkmıştır. Ayrıca bu bilgilere göre boyutların ortalamaları belirlenmiştir (Tablo 5).

Tablo 52. Rüzgâr kulelerinin ortalama boyutları

Rüzgâr Kulelerinin Boyutları	Ölçülerin Maksimumu (m)	Ölçülerin Minimumu (m)	Ölçülerin Ortalamaları (m)
Çatıdan Boy	26.5	2.2	6.7
Derinlik	4.3	1.0	2.1
Genişlik	5.7	1.4	3.0

Boyutların irdelenmesine seçilen konutların rüzgâr kulelerinin ortalama boyları 6,7 m, ortalama derinlikleri 2.1 m ve ortalama genişlikleri 3 m olarak saptanmıştır. Bulgulardan elde edilen bilgilere göre en yüksek kule 26,5 m ile Dowlat Abad konutunun sekizgen kulesine aittir. En kısa kule boyu ise 2,2 m ile Tehraniha evinde görülmüştür. Derinlik bakımından ölçülere göre en yüksek değer 4,3 m olarak Mortaz evinde ve en düşük değer ise 1 m ile Shafipour evinin kulesinde tespit edilmiştir. Ayrıca genişlik olarak da Lariha evinin kulesi 5,7 m ile en geniş ve Dowlat Abad konutunun kulesi 1,4 m ile en dar kulelerdir. Çalışmada seçilen konutların rüzgâr kulelerin boyutlarındaki farklılıklar

Şekil 'de verilen grafikte gösterilmiştir.



Şekil 4. Seçilen konutlarda rüzgâr kulelerin boyutları

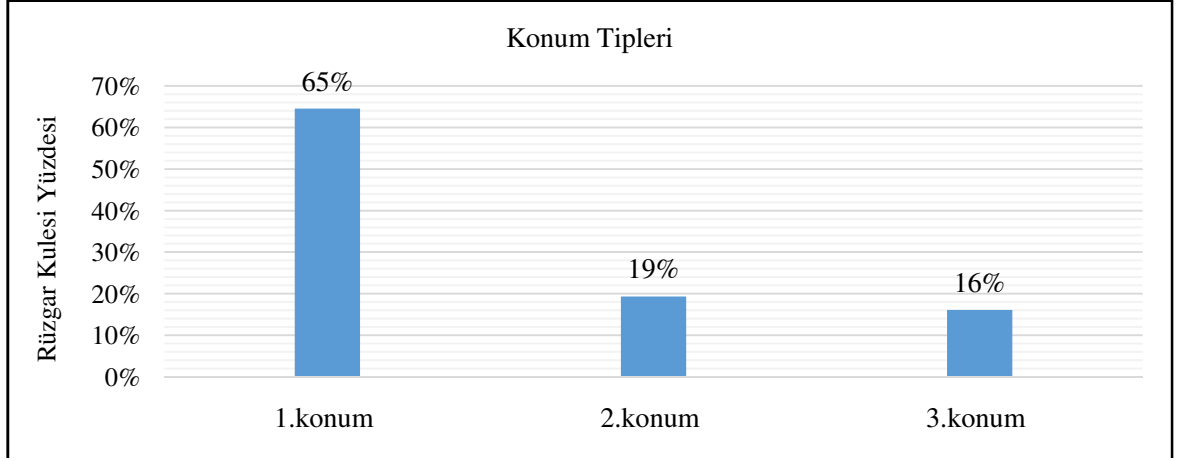
Rüzgâr kulelerin konutlardaki konumları ile ilgili yapılan araştırmaya göre üç farklı konum tipi belirlenmiştir. Yapılan incelemeye göre farklı tiplerde konumlandırılmış kulelerin sayıları ve yüzdeleri irdelenmiştir. Bulgulara göre genel olarak rüzgâr kulelerin taların arkasında ve talar ile simetrik bir şekilde konumlandırıldıkları orta çıkmıştır. Bu tip rüzgâr kulelerinde talar, avlu ve rüzgâr kulesi bir doğrultuda yer almaktadır.

Seçilen konutların rüzgâr kuleleri ile ilgili elde edilen konum tipleri ve yüzdeler tablo 5 de verilmiştir.

Tablo 5. Rüzgâr kulelerinin konum tipleri ve yüzdeleri

Rüzgâr Kulelerin Konum Tipleri	Sayısı	Yüzdesi
1.Konum Tipi	20	%65
2.Konum Tipi	6	%19
3.Konum Tipi	5	%16
Toplam	31	%100

Elde edilen bulgulara göre birinci konum tipine sahip olan kuleler %65 oran ile en fazla tercih edilen konum tipidir. Diğer konum tiplerine göre ise 3.konum tipi %19 ve 2.konum tipi de %16 oranla tercih edilmektedir (Şekil 5).



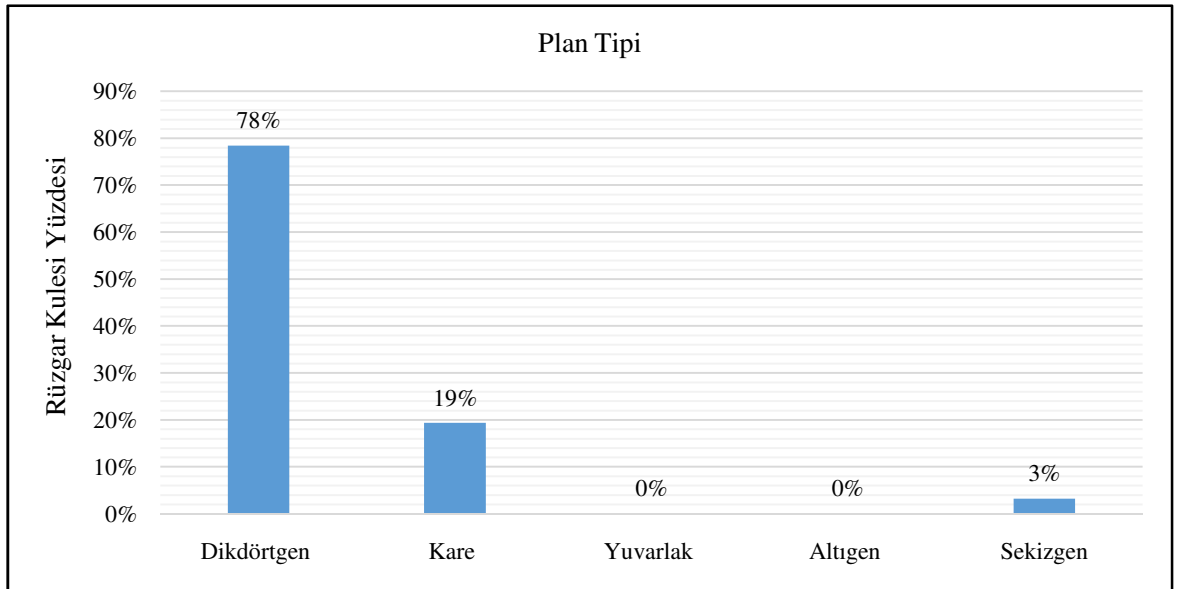
Şekil 5. Rüzgâr kulelerin konum tipleri

Bu çalışmada seçilen konutlarda rüzgâr kulelerinin plan tipleri bakımından üç plan tipine göre tasarlandıkları belirlenmiştir. Bu plan tipleri dikdörtgen, kare ve sekizgen olarak tespit edilmiştir. Plan tiplerine göre elde edilen kule sayıları ve yüzdeler ise Tablo 6'da açıklanmıştır.

Tablo 6. Rüzgâr kulelerinin plan tipleri ve yüzdeleri

Rüzgâr Kulelerin Plan Tipleri	Sayısı	Yüzdeleri
Dikdörtgen	24	%78
Kare	6	%19
Yuvarlak	0	%0
Altıgen	0	%0
Sekizgen	1	%3
Toplam	31	%100

En çok kullanılan tip dikdörtgen tipi ile %78'lik bir oranda kullanılmaktadır. Kare tipi ise kulelerin %19'unda kullanılmaktadır. Çalışmada rüzgâr kulelerin sekizgen plan tipi %3 oran ile sadece bir kule ve bir konutta tespit edilmiştir. Böylece Yezd kenti konutlarında sekizgen plan tipinin yaygın olmadığı ortaya çıkmıştır ve elde edilen bilgilere göre yuvarlak ve altıgen rüzgâr kulelerine rastlanılmamıştır (Şekil 6).



Şekil 6. Rüzgâr kulelerin plan tipleri

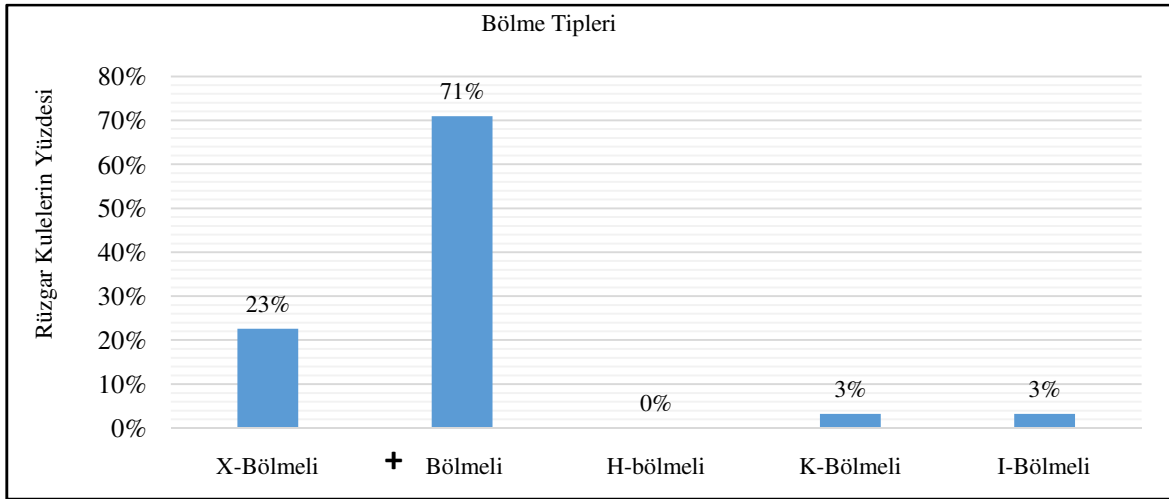


Rüzgâr kulelerin plan tipleri yanı sıra bölmelerin sınıflandırılması ile de farklı tipler ortaya konulmuştur. Seçilen konutların rüzgâr kulelerinden elde edilen bulgulara göre kuleler farklı bölme tiplerine göre irdelenmiştir (Tablo 7).

Tablo 7. Rüzgâr kulelerin bölme tipleri ve yüzdeleri

Rüzgâr Kulelerin Bölme Tipleri	Sayısı	Yüzdesi
X-Bölmeli	7	%23
+ Bölmeli	22	%71
H-Bölmeli	0	%0
K-Bölmeli	1	%3
I-Bölmeli	1	%3
Toplam	31	%100

Tespit edilen rüzgâr kulelerinde en çok +bölmeli kulelerin var olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bilgilere göre +bölmeli tipleri %71 ile en başta ve x-bölmeli rüzgâr kule tipleri %23 ile ikinci sırada yer almışlardır. K-bölmeli ve I-bölmeli tipleri ise aynı değerlere sahip olup (%3) pek çok kullanılmadıkları tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışmada seçilen konutların rüzgâr kulelerinde H-bölmeli tiplerine rastlanılmamıştır (Şekil 7).



Şekil 7. Rüzgâr kulelerin bölme tipleri

4. SONUÇ

Geleneksel mimaride doğal havalandırma yöntemleri araştırıldığında çeşitli tekniklerin kullanıldığı ortaya çıkmaktadır. Günümüzde ise bu teknikler sürdürülebilir kavramlara uygun ve paralel özellikler göstermektedir. Modern mimaride, geleneksel mimarinin bu tip yapı elemanlarından referans alınarak yapılan birçok yeni yapı elemanı mevcuttur. Bu açıdan bu yapı elemanları ve yapılar büyük bir öneme sahiptir. Yapılan bu çalışmada da doğal havalandırma için kullanılan rüzgâr kulelerinin araştırılmıştır. Bu çalışma İran ülkesi Yazd kentinde yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre Yazd' de bulunan konutların genel olarak iki kuleye sahip oldukları (%45) belirlenmiştir. Bunun nedeni bu konutların geniş alanlara sahip olup, birden fazla avlu ve talarları olmalarıdır.

Çalışmaya göre kulelerin %81'i günümüzde kullanılmamaktadır. Eskilerde kullanılan bu rüzgâr kuleleri genelde restorasyon yapıldıktan sonra kapatılıp ve sadece görsel olarak kullanılmıştır. Gözlemlere göre konutların yeniden işlevlendirme ile otel olarak kullanılanlarında talarin odalara dönüştüğü tespit edilmiştir. Bunun için odaların çatıları kapatılıp ve bu odalarda enerji tasarrufu göze alınmadan yeni, merkezi havalandırma sistemlerinden yararlanılmıştır.

Sonuçlara göre genelde Yazd kentinde rüzgâr kulelerinde malzeme olarak tuğla, kerpiç ve ahşap çubuklar kullanılmıştır. Metal ise nadir olarak (%10) gözlenmiştir. Bunun nedeni ahşap çubuklarda gece ve gündüz sıcaklık farklılığı ile daralma ve genişleme yani genleşme oluşmamasıdır. Tespit edilen rüzgâr kulelerde bu metal malzemelerin yenilenme aşamasında eklendikleri belirlenmiştir. Ayrıca kullanılan ahşap



çubukların bir kısmı rüzgâr kulenin gövde ve raf parçalarının dış kısmında görülebilmekte olduğu gözlenmiştir. Araştırmaya göre bu çubuklardan rüzgâr kulelerinin restorasyonunda yararlanılmaktadır.

Yezd kentinde rüzgâr kulelerin boyları, serin havanın daha üst seviyelerde olması ve esintiyle kum ve toz gibi istenmeyen maddelerin kule açıklığından yapı içerisine girmemesi için daha yüksek yapılmıştır. İncelenen yapılarda kulelerin çatıdan boyları için 6,7 m ortalama tespit edilmiştir.

Ayrıca yapılan araştırmaya göre rüzgâr kulesine sahip olan konutların zengin ailelere ait oldukları tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra konut sahibinin maddi durumuna bağlı olarak kulenin daha yüksek yapılmış oldukları belirlenmiştir. Bunun dışında kulelerin en boy ölçüleri için elde edilen sonuçlara göre rüzgâr kulelerin derinlikleri 2.1 m ve genişlikleri ise 3.0 m ortalama sahip oldukları gözlemlenebilir.

Rüzgâr kulelerin konumları konutların planlarına göre değişmektedir. Bu durum, kulelerin çalışmalarını pozitif şekilde etkilemiştir. Genel olarak (%65) rüzgâr kuleleri talar arkasında ve talar ile simetrik bir şekilde konumlandırılmıştır. Bu tip rüzgâr kulelerinde talar, avlu ve rüzgâr kulesi bir eksende uzanmıştır. Ayrıca tespit edilen konutların talar kısımları en çok güney semtinde olduğundan rüzgâr kulelerin de genelde binanın güneyinde olmaları gözlenmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre rüzgâr kulelerin %78'i dikdörtgen planına sahiptir. Dikdörtgen plan tipinin yanı sıra kare ve sekizgen tipleri az sayıda olsa da sırayla %19 ve %3 oranlar ile görülebilmektedir. Yuvarlak ve altıgen rüzgâr kulelerine rastlanılmamıştır.

Çalışmada tespit edilen rüzgâr kuleleri arasında +bölmeli kulelerin yaygın olduğu gözlemlenmiştir. Sonuçlara göre Yezd kentindeki konutların rüzgâr kulelerinin %71'i +bölmelerle yapılmıştır.

Sonuç olarak geleneksel mimaride kullanılan rüzgâr kuleleri ve rüzgâr kulelerinin özelliklerinden faydalanarak yeni yapılan modern binalarda da enerji tasarrufu için bu tip sistemlerin kullanılmaları önerilmektedir. Rüzgâr kulelerinin çalışma sistemleri, sayıları, plan ve bölme tiplerinin belirlenmesi modern tasarımlar için iyi bir referans niteliği taşımaktadır. Bu konuyla ilgili başka çalışmalar yapılarak doğal havalandırma konusunda araştırmalar ve teknikler çeşitlendirilmelidir. Farklı ülkeler ve çeşitli iklimlerde bulunan rüzgâr kulelerin araştırılmaları yapılmalıdır. Elde edilen bilgiler karşılaştırılmalı ve yeni sistemlere entegre edilerek bu tip sistemler ışığında doğal havalandırma konusunda bina yapım ve tasarım yöntemleri geliştirilmelidir.

KAYNAKÇA

- Ali, Canan, Say Özer, Yasemen (2012). Sıcak İklimlerde Bina İçi İklimlendirme için Geleneksel Bir Sistem: Rüzgâr Bacaları. *Tesisat Mühendisliği*, S. 127, s. 31-35.
- Aynsley, Richard (2014). Natural Ventilation in Passive Design. *Environment Design Guide*, S. 80, s. 1-16.
- Dekay, Mark ve Brown, G. Z. (2013). Sun. *Wind and Light: Architectural Design Strategies*, John Wiley & Sons, America, s. 432.
- Dikmen, Çiğdem Belgin (2011). Enerji Etkin Yapı Tasarım Ölçütlerinin Örneklenmesi. *Gazi Üniversitesi Politeknik Dergisi*, Cilt. 14, S. 2, s. 121-134.
- Engin, Nihan (2012). Enerji Etkin Tasarımda Pasif İklimlendirme: Doğal Havalandırma. *Tesisat Mühendisliği*, S. 129, s. 62-70.
- Kohler, Niklaus (1999). The Relevance of Green Building Challenge: An Observer's Perspective. *Building Research and Information*, Cilt 27, S. 4-5, s. 309-320.
- Mahyari, Ali (1997). *Wind catchers*. Phd. Degree Thesis, Sydney University, Sydney.
- Mahmodi, Mahnaz (2011). Windcatcher symbol of the image city in Yazd. *Baghe Nazar Journal*, Cilt: 5, S. 97, s. 45.
- Porter, R. Douglas (2000). *The Practice of Sustainable Development*. Washington: Urban Land Institute.
- Roaf, Susan (1988). *The windcatchers of Yazd*. Phd. Degree Thesis, Oxford Polytechnic, England.
- Sayın, Selçuk (2006). *Yenilenebilir Enerjinin Ülkemiz Yapı Sektöründe Kullanımının Önemi ve Yapılarda Güneş Enerjisinden Yararlanma Olanakları*. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Sev, Aysin (2009). *Sürdürülebilir Mimarlık*. İstanbul: Yem Yayınları.
- Sipahi, Serkan, Tavşan, Cengiz (2019). Kentsel Dönüşümde Sürdürülebilirlik: Trabzon Çömlekçi Mahallesi Örneği. *Online Journal of Art And Design*, Cilt 7, S. 4, s. 95-103.
- Sıpahu, Serkan, Tavşan, Filiz (2019). Otel Yapılarında Sürdürülebilir Yaklaşımlar ve Yeşil Bina Sertifikasyon Sistemleri. *Neveşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, S. 8, s. 20-30.
- Vural, Nilhan, Engin, Nihan ve Vural, Serbülenç (2013). Sürdürülebilirlik Bağlamında Türkiye'deki Toplu Konut Örnekleri. *11. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, İzmir.