

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/324983710>

Yapılar için Rüzgar Yüklerinin ve Rüzgar Kaynaklı Hasarların Değerlendirilmesi

Conference Paper · May 2018

CITATIONS

0

READS

273

3 authors:



Mehmet Ömer Timurağaoğlu

Uludag University

12 PUBLICATIONS 1 CITATION

SEE PROFILE



Adem Doğangün

Uludag University

99 PUBLICATIONS 1,036 CITATIONS

SEE PROFILE



Fikrat Almahdi

Uludag University

2 PUBLICATIONS 0 CITATIONS

SEE PROFILE

Yapılar için Rüzgar Yüklerinin ve Rüzgar Kaynaklı Hasarların Değerlendirilmesi

¹Mehmet Ömer Timurağaoğlu, ¹Adem Doğangün and ¹Fikrat Almahdi
¹Uludağ Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, 16059 Bursa

Özet

Rüzgâr yüklerinin yapı yüksekliği arttıkça artış gösterdiği bilinmekle birlikte, günümüzde yüksek yapıların sayısındaki artış dikkate alındığında rüzgâr hesabının bu tür yapılar için daha kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesi gerektiği aşikârdır. Ülkemizde halen yürürlükte olan TS 498 standardında rüzgâr hesabı; taşıyıcı sistem ve cephe elemanlarının hesabında genel olarak kullanılmaktadır. Uluslararası bazı standard ve yönetmeliklerde (ASCE 7-10 vb.) ise daha ayrıntıya inilmektedir. Binaya, cepheye, çatıya ve farklı yapı türlerine uygulanmak üzere farklı yaklaşımlar sunulmaktadır. Diğer taraftan tasarım rüzgâr yüklerini belirlemek için, rüzgâr tüneli (rüzgar kanalı) testi yapılması gibi hususlar ve bunların uygulanma şartları yönetmeliklerde yerini almaya başlamıştır. Bu çalışmada öncelikle TS 498 ve ASCE 7-10 yönetmeliklerinde bulunan rüzgâr yükü hesaplama yöntemleri irdelenmekte ve standartların/yönetmeliklerin birbirlerine göre avantajları ve dezavantajları ortaya çıkarılmaktadır. Buna ek olarak, ülkemizde ve yurtdışında, yapılarda rüzgârdan dolayı meydana gelen hasarlar irdelenmektedir. Yapılan irdelemeler ışığında çatıların, cephe kaplamaları ve reklam panoları gibi elemanların rüzgara göre hesabının yapılması gerektiği, mevcut yönetmeliğin/standartın özellikle yüksek yapılar başta olmak üzere her türlü yapı ve yapı elemanlarına uygulanmak üzere yeniden düzenlenerek güncellenmesi gerektiği vurgulanmaktadır.

Anahtar kelimeler: Rüzgâr hasarları, TS 498, ASCE 7-10

Abstract

It is known that wind load increases with increasing structure height. Nowadays, it is obvious that the calculation of the wind should be considered more extensively for such structures when the increase in the number of tall structures is taken into consideration. Calculation of wind in TS 498 regulation, which is still in force in our country, is used for load bearing system and facade elements. In some standards and regulations abroad (ASCE 7-10 etc.), some international standards and regulations provide more detail. There are different approaches to be applied to building, facade, roof and different building types. On the other side, some aspects such as applying wind tunnel test to find design wind loads and the conditions for its implementation have begun to take place in regulations. In this study, firstly wind load calculation approaches in TS 498 and ASCE 7-10 regulations are investigated and advantages/disadvantages relative to each other are revealed. Furthermore, damages due to winds in Turkey and abroad are studied. In the light of the discussions, it is concluded that elements such as roofs, facades and billboards should be calculated against wind and the current regulations/standards should be rearranged and updated in order to be applied to all kinds of structures and elements especially to tall buildings.

Keywords: Wind damages, TS 498, ASCE 7-10

1. Giriş

Rüzgâr yükünün, ülkemizde diğer yüklere göre maalesef daha az önemsenen yük olduğu belirtilebilir. Bunda ülkemizdeki yapıların büyük bir kısmının, ağır yapılar olarak nitelendirilen

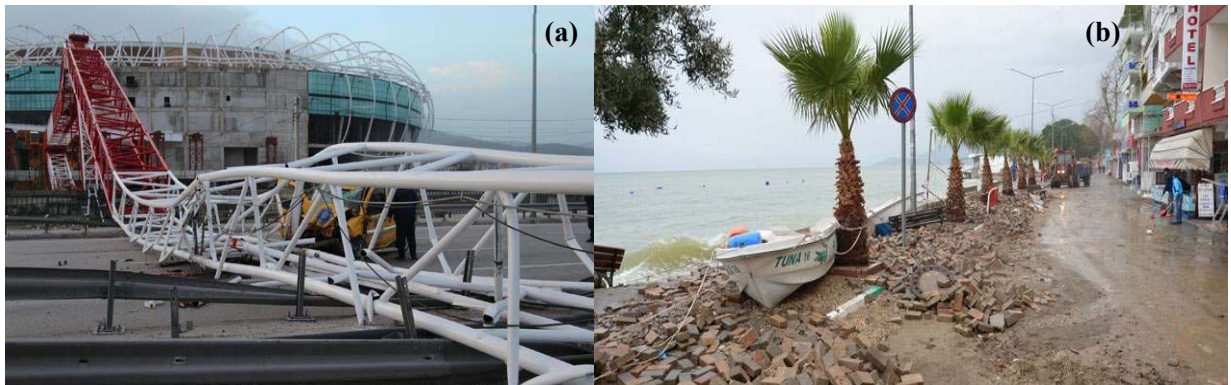
*Sorumlu yazar: Adres: Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Uludağ Üniversitesi, 16059, Bursa, TÜRKİYE. E-mail adresi: omertao@uludag.edu.tr, Phone: +902242942613

betonarme yapılar olmasının da etkisi bulunmaktadır. Ancak betonarme yapılar da bile zaman zaman çatıların uçması ve kalkan duvarlarının yıkılması gibi olaylarla karşılaşmakta, dolayısıyla mal kaybının yanında can kaybı da meydana gelebilmektedir.

Rüzgâr zaman zaman ülke gündemine aşırı rüzgâr nedeniyle çatı uçtu, minare göçtü, lodos nedeniyle sobadan zehirlenme meydana geldi gibi kısa süreli olarak gündeme gelip kısa sürede gündemden düşmektedir. Ancak Marmara’da özellikle de Bursa’da 30 Ocak 2015’te başlayıp 3 gün aralıksız devam eden Lodos çöken çatılara; uçan çatıları, savrulan tabelaları, cephe kaplamalarını, kırılan camları, devrilen tırları, göçen kule vinçleri ülke gündemine getirdi. Ortalama hızı 110 km/saati, en yüksek hızı 130 km/saati bulan Lodos Bursa’yı afete maruz kalmış şehir görünümüne soktu ve hayatı durma noktasına getirdi. En önemlisi 5 vatandaşımız Lodosun yol açtığı olaylar sonucunda maalesef hayatını kaybetti ve 100’den fazla vatandaşımız yaralandı, 20’den fazla vatandaşımız zehirlendi, yüzlerce araç hasar gördü ve 1000’den fazla maddi zarara yol açan olay gerçekleşti. Enerji nakil hatlarındaki arızalar bazı bölgelerin saatlerce hatta 3 günden fazla elektriksiz kalmasına neden oldu. Bursa için son derece önemli olan sanayi yapılarımız zarar gördü. Şehrin ulaşımında önemli bir yeri olan BURSARAY çalışmaz duruma geldi. Kısacası Lodos çatılarımızı, işyerlerimizi, cephelerimizi, enerji hatlarımızı, trafiğimizi, kıyılarımızı kısacası şehir yaşamını felç etti. Aşağıdaki Şekil 1-2’de sunulan fotoğraflar afetin boyutlarını bir miktar da olsa tahayyül etmeye yardımcı olacaktır.



Şekil 1. Bursa’da lodos sonrası (a) Afet Eğitim Merkezi Binasının görünümü [1] (b) bir sokak görünümü [2]

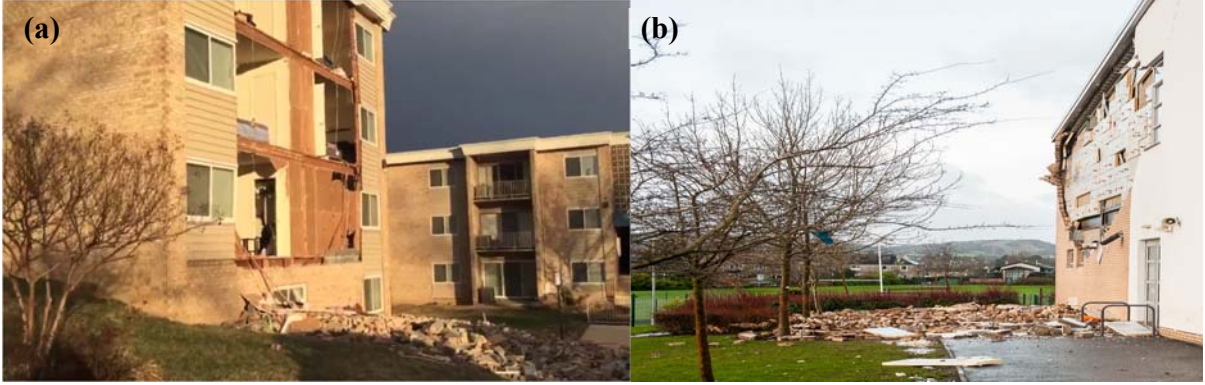


Şekil 2. (a) Bursa’da lodos’ta devrilen kule vincin görünümü [3] (b) Bursa’da Rüzgarda zarar gören sahil [4]

Şiddetli rüzgar sadece Bursa’da değil ülkemizin değişik illerinde de zaman zaman hasara yol açarak bir afet olduğunu göstermektedir. Bunlara örnek olarak Sivas ve İstanbul’da meydana gelen hasarlar Şekil 3’te sunulmaktadır. Rüzgar sadece ülkemizde değil, diğer ülkelerde de Şekil 4’de sunulan fotoğraflardan görüldüğü gibi hasarlara yol açmaktadır.



Şekil 3. (a) Sivas’ta rüzgardan uçan çatılar [5] (b) İstanbul’da rüzgardan uçan çatılar [6]

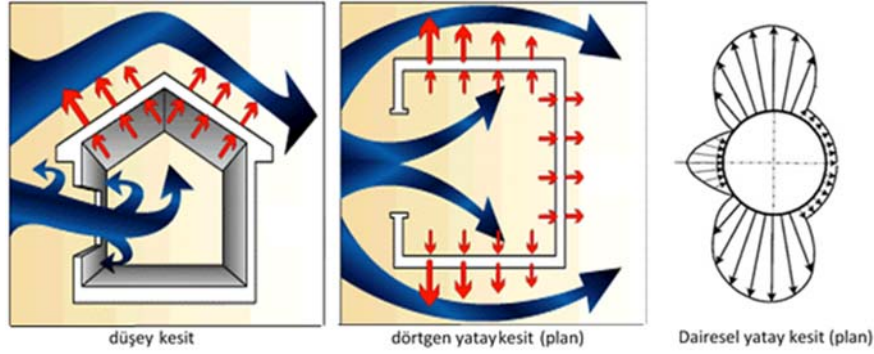


Şekil 4. (a) ABD’de şiddetli rüzgarda meydana gelen duvar hasarı [7] (b) İskoçya’da fırtına sonrası duvar hasarı [8]

Bu çalışmada öncelikle TS 498 [9] ve ASCE 7-10 [10] yönetmeliklerinde bulunan rüzgâr yükü hesaplama yöntemleri detaylı bir şekilde irdelenmekte ve yönetmeliklerin birbirlerine göre avantajları (olumlu yönleri) ve dezavantajları (eksiklikleri) ortaya çıkarılmaktadır. Buna ek olarak, yapılarda rüzgârdan dolayı ülkemizde ve yurtdışında meydana gelen hasarlar irdelenmektedir.

2. Rüzgâr Etkisi

Hareket halindeki havanın hızından ve kütesinden dolayı; kinetik enerjiye sahip havanın önüne konumu sabit bir cisim çıkarsa ya akımı durur ya da yönü sapar [11]. Bir cismin herhangi bir yüzeyindeki rüzgar basıncının şiddeti; cismin geometrisine, rüzgarın geliş yönüne, rüzgarın hızına ve havanın yoğunluğuna bağlı olarak değişmektedir (Şekil 5). Zemin yüzeyindeki engeller, rüzgâr hızını azaltmakta, yükseklik arttıkça hız artmakta ve gradyan yüksekliği olarak adlandırılan yükseklikte rüzgâr hızı maksimum değerine ulaşmaktadır.



Şekil 5. Rüzgârın esiş yönü ve hareketi [12-13]

Ülkemizdeki inşaat mühendisleri genel olarak, yapıların hesap ve tasarımını yaparken Kasım 1997’de 2. Baskı olarak yürürlüğe giren ve halen yürürlükte olan “TS498-Yapı elemanlarının boyutlandırılmasında alınacak yüklerin hesap değerleri” standardını kullanmaktadır. Ancak bazı özel durumlarda yabancı yönetmeliklerden de yararlanılmaktadır. Bunlardan biri ASCE 7-10 yönetmeliğidir. Bu çalışmada; rüzgar etkisi konusunda bu iki standard ve yönetmelikte belirtilen hususlar irdelenecektir.

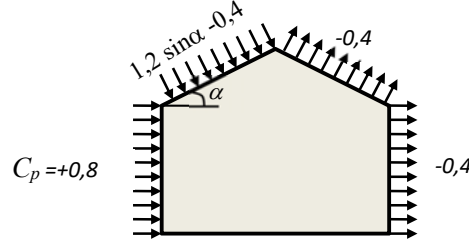
TS 498 yapı taşıyıcı sistemi (betonarme, çelik, yığma, ahşap) ne olursa olsun kullanılabilir. Bu standartta verilen açıklamalar bütün yapılar için geçerli olmakla beraber, kendi şartnameleri veya standartları olan, köprü, vinçler, yüksek bacalar, yayın-iletişim kuleleri ve yüksek gerilim hatları gibi yapılar için geçerli değildir. Dolayısıyla, özel standart ya da şartnamesi yoksa, bina türü yapılarda rüzgar yüklerinin dikkate alınmasında TS 498 yeterli olmaktadır. Diğer yandan ASCE 7-10’da ise rüzgar yükü hesabı taşıyıcı sistemi rüzgar kuvvetine karşı koyan sistemler, bina ekleri ile bileşenler ve kaplama için ayrı ayrı olmak üzere farklı hesaplar dikkate alınmaktadır.

2.1. Cephe Elemanları için Rüzgâr Etkisi

Bina taşıyıcı sistemine doğrudan değil, yapı üst yüzeyinde birim alana doğrudan tesir eden rüzgar basıncı, w ;

$$w = C_p q \quad (\text{kN/m}^2 \text{ biriminde}) \quad (1)$$

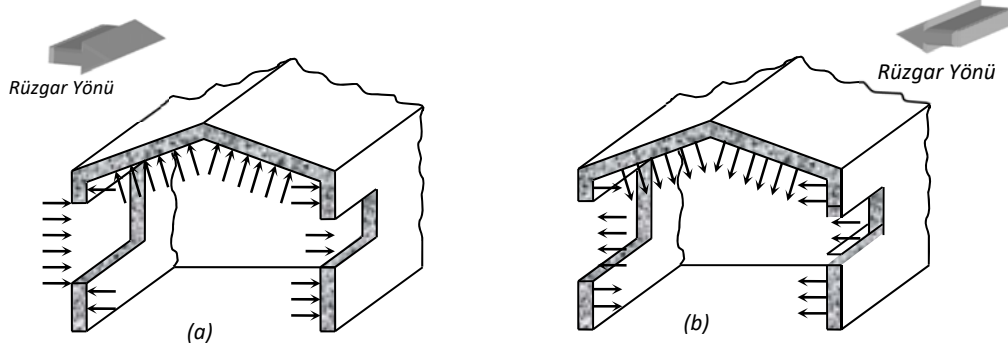
formülü ile bulunur. Bu bağıntının rüzgar hız basıncı ve emme dikkate alarak cam yüzey ve cephe kaplaması gibi cephe elemanlarının hesaplarında kullanılabileceğini belirtmek uygun olmaktadır. Burada; q etki yüzeyine dik olarak etki eden ve kN/m^2 biriminde olan rüzgar basıncını, C_p dikkate alınan yüzey için çeşitli esiş yönüne bağlı olarak belirlenen emme katsayısını göstermektedir (Şekil 6). Rüzgar doğrultusu genellikle yatay kabul edilmektedir. Rüzgar her yönde etkiyebilmektedir. Esiş yönüne göre çarptığı ilk yüzeyde farklı değerlerde hız basıncı, karşı yüzeyde de farklı değerlerde emme oluşturmaktadır. Bu nedenle, rüzgâr yükü, her yönde en büyük değerinde tesir eder şekilde gözönüne alınmaktadır. Rüzgar kapı, pencere gibi boşluklardan yapının içine girmesi durumunda, Şekil 7a ve 7b’den görüldüğü gibi, giriş ve çıkışındaki boşlukların büyüklüklerine göre üst örtüde farklı yukarı itme ya da aşağı çekme şeklinde etki yapabilmektedir.



Şekil 6. Planda dörtgen kesitli ve eğik çatılı kapalı yapılarda C_p katsayısının değişimi

TS 498’de rüzgar etkisinin hesabı için gerekli olan ve q ile gösterilen hız basıncı (emme); ρ hava yoğunluğunu (TS 498’de çok yaklaşık olarak $1,25 \text{ kg/m}^3$ şeklinde belirtilmekte); v rüzgar hızını ve g yerçekimi ivmesini göstermek üzere aşağıdaki bağıntı ile hesaplanabilir.

$$q = \frac{\rho v^2}{2g} \quad (2)$$



Şekil 7. Giriş/çıkış açıklık alanına göre rüzgar etkisinin değişimi

TS 498’de q ile gösterilen hız basıncı (emme) değeri rüzgar hızına bağlı olarak belirlenerek, yapı yüksekliği ile de ilişkili olarak Tablo 1’de verilmektedir. TS 498’de mahalli topoğrafik şartlar nedeniyle değişik rüzgar hızları oluşabileceği ve bu nedenle Tablo 1’de verilen değerlerden sapılabileceği belirtilmektedir. Tablo 1’de verilen değerlerle ilgili olarak, yapı tasarımcılarına iki hususa dikkati çekilmektedir. Bunlardan birincisi, yüksek ve sarp bir yamaçtaki yapıda rüzgar etkisi şiddetli olacağı düşüncesiyle $q=1.1 \text{ kN/m}^2$ alınacağı, ikincisi narin çelik konstrüksiyonda buzlanma sonucu artacak rüzgara maruz (ekspeze) yüzeyler dolayısı ile rüzgar yüklerinde oluşacak artışın projelendirmede dikkate alınması gerektiğidir. Fırat ve Yüçemen [14] yaptıkları istatistiksel çalışmada TS 498 yönetmeliğinde verilen rüzgar yüklerinin bazı şehirlerde yeterli olduğunu, ancak bazı şehirlerde aşırı yüksek olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Diğer yandan, Minciarelli ve diğ. [15] bilgi belirsizliklerinin rüzgar yükleri üzerindeki etkisini irdelenmiş ve belirsizliklerin rüzgar hızı olasılıksal dağılımı üzerindeki güncel bilgiler kullanılarak ortadan kaldırılılabileceğini ifade etmişlerdir.

ASCE 7-10’da bileşenler ve kaplama üzerindeki hız basıncı hesabında aşağıdaki eşitlik kullanılmaktadır.

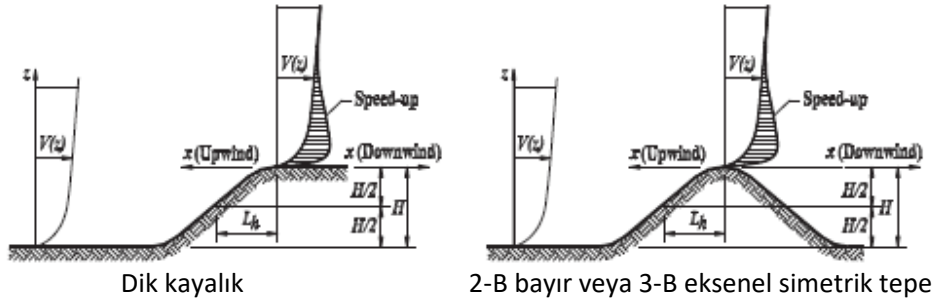
$$q_z = 0.613 K_z K_{zt} K_d V^2 \quad (\text{N/m}^2) \quad (3)$$

Bu eşitlikte; K_z hız basıncına maruz kalma katsayısını, K_{zt} topoğrafik faktörü, K_d rüzgar yönü faktörünü, V temel rüzgar hızını (m/s) ve q_z hız basıncını ifade etmektedir. Ayrıca, rüzgar yüklerinin hesabında yukarıda belirtilen parametrelerin yanında kuvvetli rüzgar etki faktörü, çevreleme faktörü (etrafı kapalı, kısmen kapalı ve açık) ve iç basınç katsayısının da belirlenmesi gerekmektedir.

Tablo 1. TS498'de Yapı yüksekliğine bağlı olarak rüzgar hızı ve q değerleri

Zeminden yükseklik, m	Rüzgar hızı, v		q , kN/m ²
	m/s	km/saat	
0-8	28	100	0.5
9-20	36	130	0.8
21-100	42	150	1.1
>100	46	165	1.3

Hız basıncına maruz kalma katsayısı maruziyet (exposure) kategorisi (B, C, D) dikkate alınarak elde edilmektedir. Topoğrafik faktör ise tepelerde, bayırlarda ve dik kayalıklarda rüzgar hızında meydana gelen artışı dikkate almak için kullanılan parametredir (Şekil 8). Rüzgar yönü faktörü yapı türüne göre 0.85-0.95 arasında değişkenlik göstermektedir. Temel rüzgar hızı ise dört farklı risk kategorisine göre (I, II, III, IV) oluşturulan haritalardan elde edilmektedir.



Şekil 8. Tepe ve bayırlarda rüzgar hızında meydana gelen artış (ASCE 7-10)

Tasarım rüzgar basıncı hesabı için 4 farklı yapı tanımlanarak bu yapılar için ayrı ayrı rüzgar basıncı hesabı uygulanmaktadır. Bu yapılar ve özellikleri ve rüzgar basıncı hesabında kullanılan eşitlikler Tablo 2'de verilmektedir. Bu eşitliklerde; q , rüzgar üstü (rüzgarın estiği yön) yöndeki duvarlar için yerden z yüksekliğinde (q_z) veya rüzgar altı yönündeki duvarlar, yan duvarlar ve çatılar için h yüksekliğinde (q_h), q_i , rüzgar üstü yöndeki duvarlar, yan duvarlar ve çatılar için q_h , pozitif iç basınç değerlendirilmesi için q_z değerini alır. G ve G_f rijit ve esnek binalar için kuvvetli rüzgar etki faktörünü, C_p dış basınç katsayısını, (GC_{pi}) iç basınç katsayısını, q_h ortalama çatı yüksekliğinde açık binaların hız basıncını ve son olarak C_N net basınç katsayısını göstermektedir.

2.2. Yapı Taşıyıcı Sistemi için Rüzgar Yükü

Yapının bütün cephelerine etkiyen rüzgar etkisi önce etkidiği cephe elemanlarını ezmeye, koparmaya ve uçurmaya çalışacaktır. Cephe elemanlarına etkiyen bu rüzgar etkileri, eğer cephe elemanları başlangıçta uçmadıysa, doğal olarak yapı taşıyıcı sistemine de etkiyecektir. Yapıların

Tablo 2. Bileşenler ve kaplama üzerine uygulanan rüzgar basıncı (ASCE 7-10)

Kısım	Özellikler
1	Kapalı ve kısmen kapalı az katlı binalar ($h \leq 18.3\text{m}$) Rüzgar basıncı eşitlikten bulunur. ($p = q_h [(GC_p) - (GC_{pi})]$) (N/m^2)
2	Basitleştirilmiş yaklaşım, kapalı az katlı binalar ($h \leq 18.3\text{m}$) Rüzgar basıncı Tablodan okunur.
3	Kapalı, kısmen kapalı binalar ($h \geq 18.3\text{m}$) Rüzgar basıncı eşitlikten bulunur ($p = q [(GC_p) - q_i(GC_{pi})]$) (N/m^2)
4	Basitleştirilmiş yaklaşım, kapalı binalar ($h \leq 48.8\text{m}$) Rüzgar basıncı Tablodan okunur.
5	Açık binalar ($p = q_h GC_N$)
6	Bina eklentileri (çatı çıkıntısı, korkuluk duvarı) ($p = q_p [(GC_p) - (GC_{pi})]$)

taşıyıcı sistem hesaplarında eğer yüzey tamamen perde duvar ya da silindirik kabuk gibi taşıyıcı sisteme sahipse, genelde yapılan yapı cephelerini oluşturan taşıyıcı sistemi sonlu elemanlar gibi metotlarla modelleyerek rüzgar yükü hız basıncı ya da emme olarak taşıyıcı sistem yüzeyine etkitilebilir. Çatı yüzeyleri için de benzer durum söz konusudur. Çatı yüzeyi modellenerek rüzgar etkisi basınç ya da emme olarak dikkate alınabilir. Ancak bina türü yapıların statik hesaplarında genel olarak sadece kolon ve perde duvar gibi düşey taşıyıcı elemanlar ile döşeme ve giriş gibi yatay taşıyıcı elemanlar modellenmektedir. Bu şekilde modelleme yapıldığında kN/m^2 biriminde olan rüzgar basınçları ve emmeleri, yüzey alanları ile çarpılarak kN biriminde bileşke yatay kuvvetler belirlenmekte, bu bileşke kuvvetler, kat seviyelerinde yapıya yük olarak etkitilmektedir. Bu durumda taşıyıcı sistem hesaplarında kullanılacak olan rüzgar basıncı (W) aşağıdaki bağıntı ile belirlenebilir:

$$\text{Alana etkiyen } W = C q \text{ (kN/m}^2 \text{ biriminde)} \quad (4a)$$

$$\text{Tekil yük olarak } W = C q A \text{ (kN biriminde)} \quad (4b)$$

Bu bağıntıdaki taşıyıcı sisteme etkiyecek yükü belirlemede kullanılacak C katsayısı esas olarak C_p katsayısı dikkate alınarak belirlenmektedir. Örneğin dörtgen planlı normal yapının karşılıklı iki yüzündeki değerlerinin toplamı $0,8+0,4=1,2$ olarak C katsayısında dikkate alınmaktadır. C katsayısının çeşitli yapı durumları için değerleri Tablo 3'te sunulmaktadır. Bu tabloda kule türü yapılar tanımlanmaktadır. Bir yapının kule tipinde yapı olduğunun kabulü için cephelerin yüksekliği ortalama yapı genişliğinin en az 5 katı olmalıdır. Tabloda belirtilen kapalı olmayan yapı elemanı demek, bir cephesinden veya bütün cephelerinden açık olan veya açılabilir şekilde olan veyahut bir veya birçok yerinden en az $1/3$ oranında açıklıklar olan yapı demektir.

ASCE 7-10'da taşıyıcı sistemi rüzgara karşı koyan sistemlerde hız basıncı hesabında bir önceki bölümdeki eşitlikler kullanılmaktadır. Rüzgar yükü (p) ise yapının rijitliğine/esnekliğine, etrafının kapalı, kısmen kapalı ve açık olması durumlarına göre değişmektedir. Rüzgar yükünün hesaplanmasında kullanılan eşitlikler aşağıda verilmektedir. Bu eşitliklerde bulunan parametreler bir önceki altbölümde açıklanmıştır.

$$\text{Kapalı ve kısmen kapalı rijit binalarda:} \quad p = q GC_p - q_i(GC_{pi}) \text{ (N/m}^2) \quad (5a)$$

$$\text{Kapalı ve kısmen kapalı esnek binalarda:} \quad p = q G_f C_p - q_i(GC_{pi}) \text{ (N/m}^2) \quad (5b)$$

$$\text{Açık, tek eğimli veya eğimli çatılarda:} \quad p = q_h GC_N \text{ (N/m}^2) \quad (5c)$$

Tablo 3. TS498’de rüzgar yükü hesabında kullanılan *C* katsayısının değerleri

Yapı cinsi			<i>C</i> katsayısı	
Düzlemsel yüzeyler ile sınırlandırılmış yapı elemanları	Kapalı yapı elemanları	Rüzgar yönüne dikey yüzeylerde	Genel olarak Kule tipi yapılarda	1.2 1.6
		Rüzgar yönüne α açısı yapan eğimli yüzeylerde	Genel olarak	1.2 $Sin\alpha$
			Kule tipi yapılarda	1.6 $Sin\alpha$
		Kapalı olmayan yapı		1.2
	Zemin üzerinde serbest duran duvarlar	Genel olarak yüksekliği, ortalama genişliğin 5 katı olan duvarlar	1.6	
Taşıyıcı sistemler ve taşıyıcı dolu duvarlar	Taşıyıcı bir duvar, ardarda sürekli olan taşıyıcı duvarlardan en öndeki ve diğer duvarların etkilenecek kısmı için	Rüzgar yönüne dikey yüzeylerde	1.6	
		Rüzgar yönüne α açısı yapan eğimli yüzeylerde	1.6 $Sin\alpha$	
	Ardarda olan taşıyıcı duvarlarda en öndeki duvar tarafından yüzeyi kapatılan ikinci taşıyıcı duvar ve diğerlerinin rüzgar yönünde rüzgara maruz kalmaları halinde	Taşıyıcı sistemlerdeki aralıkların sistem genişliğinden küçük olması ve taşıyıcı dolu duvarların taşıyıcı yüksekliğinden küçük olması halinde	0	
		Taşıyıcı aralıkları büyük ise	Rüzgar yönüne dikey yüzeylerde	1.2
Rüzgar yönüne α açısı yapan eğimli	1.2 $Sin\alpha$			

TS 498’de hız basıncı, rüzgar hızına, havanın yoğunluğuna ve yer çekimi ivmesine bağlıken, ASCE 7-10 yönetmeliğinde rüzgar hızına, yönüne, topoğrafik faktörlere ve hız basıncına maruz kalma katsayısına bağlı olarak değişmektedir. Rüzgar basıncı ise TS 498’de aerodinamik yük katsayısına, hız basıncına ve etkileyen yüzey alanına bağlıdır. Diğer yandan, ASCE 7-10’da rüzgar basıncı yapının rijit/esnek veya kapalı/açık olmasına göre hız basıncına, kuvvetli rüzgar etki faktörüne, dış basınç katsayısına, iç basınç katsayısına ve net basınç katsayısına bağlı olarak değişmektedir.

3. Sonuç ve Öneriler

Çalışmadan çıkartılabilecek sonuçlar ve getirilebilecek önerilerden başlıcaları aşağıda sunulmaktadır:

1. Rüzgâr yükü için TS 498 (1997) standardında sadece yapı yüksekliğine bağlı olarak, 0-8;9-20; 21-100 ve >100m için değerler verilmektedir. Bu yükler ülkenin her noktası ve her yapı için uygulanmaktadır. Deprem bölgeleri ve kar haritası gibi bir harita bulunmamaktadır. Gerçi standart özel topografyanın bulunduğu bölgede tasarımcının TS 498’de; tabloda verilen değerlerden farklı değerleri dikkate alabileceğini belirtilmektedir.
2. TS 498’de öngörülen koşullar rüzgâr yüklerine göre taşıyıcı sistemin yapısal çözümlemesi için genelde yeterli görülmektedir. Yeni bina uygulamalarında genellikle betonarme binalar inşa edildiği için betonarme binaların gerek ağırlıklarının gerekse rijitliklerin fazla olması nedeniyle rüzgâr depreme göre daha az etkili konumda kalmaktadır. Ancak kule türü uzun yapılarda, ya da yüksek yapılarda rüzgârın da önemli parametrelerden olacağını unutmamak gerekir.
3. Rüzgâr nedeniyle yapısal elemanlarda sorunlar genelde çatı uçması, bazı kule türü yapıların

yıkılması şeklinde oluşmaktadır. Ancak özellikle son yıllarda cephe kaplama malzemelerinin yaygın olarak kullanılması, 2015 Bursa’da meydana gelen Lodos ve oluşan hasarlar, bunların mutlaka rüzgâra göre hesabının yapılması gerektiğini ortaya koymuştur. Çünkü binanızdan kopan kaplama sadece bina sahibine yeniden yapım maliyeti değil, uçtuktan sonra sebep olduğu can ve mal kaybı çok daha kritik olabilmektedir. Özellikle büyük cephelerde ve yüksek yapılarda bu durumun oluşma riski çok daha yüksek olmaktadır. Özellikle yüksek yapılardaki, spor tesislerindeki, cam yüzeylerin ve cephe kaplamalarının mutlaka rüzgar hesabı yapılmalı ve uzman ekipler tarafından montajı yapılmalıdır.

4. Çatılar genel olarak herhangi bir hesap yapılmadan, projelerde sadece birkaç detay sunulmasıyla geçiştirilmektedir. Ancak yaşadığımız son olaylar, bunların mutlaka projelendirilmesi gerektiğini ortaya koymuştur. Bu bağlamda mühendisler, çatı hesaplarında kullandıkları kar ve rüzgar yükleri konusunda kendi bilgi birikimini güncellemelidir. Çünkü kar ve rüzgar yükleri yerel koşullara bağlı olarak yönetmelik ve standartlarda verilen değerleri aşabilmektedir. Özellikle büyük açıklıkların bulunduğu çelik çatılar daha riskli durumdadır. Bunları mühendislik hesaplarında ve yapımında mutlaka daha fazla dikkatli olmak ve uzman ekiplerle çalışmak gerekmektedir.
5. Çok sayıda sanayi yapımızın hasar görmesi, maddi zararın yanında üretim kaybına da neden olmuştur. Bazen üretim kayıpları ve firmanın prestijinin düşmesi binanın kendi yapı maliyetini bile geçebilmektedir. Bu bakımdan sanayicilerimiz mutlaka iyi mühendislik hizmeti görmüş yapılar yaptırmalı ve bu şekilde yapılmamış yapılarda halen faaliyet gösteriyor iseler, derhal bunları mühendislik denetiminden geçirmelidirler.
6. Yol kenarlarındaki reklam panolarının, totemlerin ve asılan tabelaların da mutlaka bir mühendislik hizmeti görmesi gerekmektedir. Hesabı yapılmayan totemler meydana gelen Lodosta yollara caddelere savrulmuş ve maalesef bazen can kaybına bile yol açmıştır.
7. Yukarıdaki hususlarla ilgili Denetim Firmalarına ve Belediyelerimize önemli görevler düşmektedir. Yapıları denetlerken ve ruhsat verirken mutlaka yukarıdaki hususlara dikkat etmeleri gerekmektedir.
8. Mevcut rüzgar yüküne ilişkin standardımızın özellikle yüksek yapılar başta olmak üzere farklı türde yapı, yapısal ve yapısal olmayan elemanlarına uygulanmak üzere yeniden düzenlenerek güncellenmesi gerektiği açıktır.

Kaynaklar

- [1]. <http://emlakkulisi.com/bursa-afet-egitim-merkezinin-bir-kismi-yikildi/342114>. Son erişim: 17/03/2018.
- [2]. <http://www.gazetevatan.com/bursa-da-lodos-un-faturasi-agir-oldu-3-olum-110-yarali-723059-yasam/>. Son erişim: 17/03/2018.
- [3]. <http://www.hurriyet.com.tr/gundem/28096364.asp>. Son erişim: 17/03/2018.
- [4]. <https://www.olya.com.tr/tsunami-gibi-9950h.htm>. Son erişim: 19/03/2018.
- [5]. <https://www.buyuksivas.com/sivasta-ucan-catilar/>. Son erişim: 17/03/2018.
- [6]. <http://www.sariyergazetesi.com/2018/gundem/yeni-mahallede-firtina-catilar-ucurdu-73596>. Son erişim: 19/03/2018.
- [7]. <http://wjla.com/news/local/around-100-residents-may-be-displaced-after-partial-wall-collapse-at-md-apartment-complex>. Son erişim: 17/03/2018.
- [8]. <http://www.deadlinenews.co.uk/2016/01/29/primary-school-wall-wrecked-by-storm/>. Son erişim: 17/03/2018.
- [9]. TS498. Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1997, 19 sayfa.

- [10].ASCE 7-10. (2010). Minimum design loads for building and other structures.” ASCE 7–10, New York.
- [11].Atımtay E,” Çerçevesel ve Perdeli Betonarme Sistemlerin Tasarımı- Temel Kavramlar ve Hesap Yöntemleri”, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Cilt I-II, 2000, 746 sayfa.
- [12].FEMA,” Building Damage”, <http://www.fema.gov/mit/tsfs03.htm>, August, 2001.
- [13].EN 1993-4-2, Eurocode 3 - Design of steel structures - Part 4-2: Tanks, 2007.
- [14].Fırat, F. K., and Yüçemen, M. S. (2012). Statistical evaluation of the wind loads as proposed by the Turkish standart TS 498. Erciyes University Journal of the Institute of Science and Technology, 29(2), 146-152
- [15].Minciarelli, F., Giofrè, M., Grigoriu, M., and Simiu, E. (2001). Estimates of extreme wind effects and wind load factors: influence of knowledge uncertainties. Probabilistic Engineering Mechanics, 16, 331-340.