



BİR YÜKSEK BİNA ÖZELİNDE ASCE-7-16 VE TS-498 STANDARTLARINA GÖRE HESAPLANAN RÜZGÂR YÜKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Ali Ekber SEVER*¹, İsa YÜKSEL²

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Isparta
²Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Bursa

Makale Bilgisi

Geliş tarihi: 06.12.2022

Kabul Tarihi: 27.12.2022

Yayın tarihi: 30.12.2022

ÖZET

Bu çalışmada yüksek bir binaya etkiyen rüzgâr yükleri araştırılmaktadır. Bu amaçla, seçilen bir örnek bina modeline etkiyen rüzgâr yükleri ASCE 7-16 ve TS 498 standartları kullanılarak hesaplanmıştır. Her iki standardda verilen prosedüre göre hesaplanan ön duvar, arka duvar ve çatıda oluşan rüzgâr yükleri ile bu yüklerden meydana gelen bina taban kesme kuvvetleri ile devrilme momentleri karşılaştırılmıştır. ASCE 7-16 ve TS 498 standartlarına göre hesaplanan; ön duvar, arka duvar ve çatıda oluşan rüzgâr yükleri ile bu yüklerden meydana gelen taban kesme kuvvetleri ile devrilme momentlerinin birbirinden oldukça farklı olduğu görülmüştür. Bu farklılıklar tek bir nedene bağlı olmayıp, ASCE 7-16 ve TS 498 standartlarının rüzgâr yükü hesabında göz önünde bulundurduğu parametrelerden kaynaklanmaktadır.

Anahtar Kelimeler;

Rüzgâr, Yüksek bina, yük.

COMPARISON OF CALCULATED WIND LOADS ACCORDING TO ASCE-7-16 AND TS-498 STANDARDS SPECIFICALLY FOR A HIGH-RISE BUILDING

Article Info

Received: 06.12.2022

Accepted: 27.12.2022

Published: 30.12.2022

ABSTRACT

In this study, wind loads acting on a tall building are investigated. For this purpose, wind loads acting on a selected sample building model were calculated using ASCE 7-16 and TS 498 standards. According to the procedure given in both standards, the wind loads on the front wall, rear wall and roof and the building base shear forces and overturning moments resulting from these loads were calculated and compared. Calculated according to ASCE 7-16 and TS 498 standards; It has been observed that the wind loads on the front wall, rear wall and roof and the base shear forces and overturning moments caused by these loads are quite different from each other. These differences are not due to a single reason but arise from the parameters that ASCE 7-16 and TS 498 standards consider in wind load calculation.

Keywords;

Wind, high-rise building, load.

1. Giriş

Rüzgârın binalar üzerindeki etkileri yapısal davranış üzerinde büyük öneme sahiptir. Dünya nüfusundaki hızlı artış, kentleşme ve iklim değişikliği nedeniyle gelecekte çeşitli doğal afetlerin artması

beklenmektedir. Rüzgârın bina ve diğer mühendislik yapıları üzerindeki etkilerini azaltmak amacıyla rüzgâra dayanıklı inşa metotları ve tasarım yöntemleri günden güne daha da gelişmektedir.

Yükseklik göreceli bir kavram olup, yüksek binanın belirli bir tanımı yoktur. Yere, zamana, göz önüne alınan etkiye ve birçok faktöre göre yüksek bina tanımı değişkendir. Yüksek bina tanımına en uygun terim genelde gökdeldir. İlk gökdelenlerde kullanılan yapı malzemelerinin ve taşıyıcı sistemlerin özağırlığı düşey yükleri yatay yüklerden daha önemli hale getirdiği için ilk başlarda rüzgâr yükleri ihmal edilmiştir, ancak zamanla inşaat malzemelerinin mukavemet/ağırlık oranının artması ve yapıların da toplam ağırlık ve rijitliklerinin azalmasıyla rüzgâr yükleri giderek daha önemli hale gelmiştir. Sonuç olarak, günümüzde inşa edilen yüksek binalar öncekilere göre daha hafif, narin ve esnek olduğundan, yanal yerdeğiştirmeye daha yatkındır. Günümüzde yüksek yapılarda aranan konfor şartları özellikle titreşimlerin kontrol altına alınmasını gerektirmektedir. İlaveten, rüzgâr kaynaklı kuvvetler, yanal ötelenmeler ve titreşimler hem taşıyıcı elemanlar hem de cephe kaplama malzemeleri açısından kontrol altında tutulması gereken değişkenlerdir.

Rüzgâr yükleri, yüksek binaların tasarımında göz ardı edilmemesi gereken en önemli dinamik yükler arasında yer alır. Rüzgâr yüklerinin yapı yüksekliği, topoğrafya, yüzey engebeliği, şehirleşme şartları gibi birçok etkene göre artış gösterdiği bilinmektedir. Bu itibarla, günümüzde yüksek yapıların sayısındaki artış dikkate alındığında rüzgâr hesabının bu yapılar için daha kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesi gerektiği açıktır. Dünya genelinde, mühendislik yapılarının rüzgâr yüklerine göre tasarlanması için çeşitli standartlar bulunmaktadır. ASCE/SEI 7-16 (Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures, 2016) en bilindik standartlardan biridir. Ülkemizde halen yürürlükte olan TS 498 (Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri, 1997) standardında rüzgâr hesabı; taşıyıcı sistem ve cephe elemanlarının hesabında genel olarak kullanılmaktadır. ASCE 7-16 standardında ise rüzgârın statik yük etkisine ilaveten dinamik ve aerodinamik etkileri de dikkate alınabilmekte, hesaplarda daha fazla gerçeğe yakın olabilmektedir. Bina duvarlarına, cephe elemanlarına, çatıya ve diğer rüzgâr etkisine maruz yapı elemanlarına uygulanmak üzere farklı yaklaşımlar sunulmaktadır.

Literatürde rüzgârın yüksek binalar üzerindeki etkisiyle ilgili bir çok çalışma mevcuttur. Şafak (2012), yaptığı çalışmada yüksek binalara etkiyen rüzgâr yükü için dinamik ve statik yük hesaplarının

ana yaklaşım ve kabullerinden bahsetmiştir. Aygün ve Başkaya (2003), yaptıkları çalışmada yüksek bir bina etrafındaki rüzgâr akışının oluşturduğu yüzey basınçlarını deneysel olarak incelemişlerdir. Bu çalışma sonucunda bina modelinin etrafındaki rüzgâr akışının oluşturduğu basınç dağılım profillerini ortaya koymuşlardır. Mendis vd. (2007), yaptıkları çalışmada yüksek katlı binalardaki rüzgâr yükünü, Avustralya rüzgâr standardına göre deneysel ve sayısal olarak incelemişlerdir. Bu çalışma sonucunda Avustralya rüzgâr standardının avantajlarını ve yüksek binalardaki rüzgâr etkilerinin belirlenmesinde rüzgâr tüneli yönteminin faydalarını vurgulamışlardır. Holmes vd. (2008), yaptıkları çalışmada Asya-Pasifik bölgesindeki 15 farklı bölge için az, orta ve çok katlı binalardaki rüzgâr yüklerini çeşitli standartlara göre araştırmışlardır. Yaptıkları çalışmanın sonucunda her binanın tepesindeki tasarım rüzgâr hızları ve türbülans yoğunluğu gibi diğer rüzgâr özelliklerini ortaya koymuşlardır. Zhu (2014), yaptığı çalışmada yüksek binalardaki rüzgâr yüklerini incelemek amacıyla çok katlı bir binaya uygulanan rüzgâr yükü analizini Abaqus bilgisayar programı ve ASCE 7-10 standardına göre yapmıştır.

Heiza ve Tayel (2012), yaptıkları çalışmada rüzgâr ve deprem yüklerinin betonarme yüksek yapılar üzerindeki etkilerini analiz etmek amacıyla, Mısır bina tasarım standardına uygun bir bilgisayar programı geliştirmişlerdir. Tamura (2009), yaptığı çalışmada rüzgâr ve yüksek binalar hakkında çeşitli konuları, özellikle yüksek binaların rüzgâra dayanıklı tasarımının mevcut durumunu incelemiştir. Vikram vd. (2014), yaptıkları çalışmada ETABS bilgisayar programını kullanarak farklı en-boy oranlarına sahip binalar üzerindeki rüzgâr etkilerini ortaya koymuşlardır.

Gürses (2012), yaptığı çalışmada ASCE 7-05, Eurocode 1-4 ve TS 498 standartlarına göre farklı türdeki yapılara etkiyen rüzgâr yüklerini incelemiştir. Rüzgâr nedeniyle bu yapılarda oluşan ön ve arka duvar ile çatıda oluşan rüzgâr yüklerini karşılaştırmıştır. Sonuçta, TS 498 standardının, diğer iki standarda göre yetersiz kaldığını belirtmiştir. Özlek (2015), ASCE 7-10, Eurocode 1-4 ve TS 498 standartlarına göre farklı türdeki yapılara etkiyen rüzgâr yüklerini incelemiştir. Bu çalışma sonucunda bu üç standarda göre rüzgâr nedeniyle; ön ve arka duvar ile çatıda oluşan rüzgâr yüklerini ve taban kesme kuvvetlerini karşılaştırmıştır.

Polat (2010), yaptığı çalışmada ASCE 7-05, Eurocode 1-4 ve TS 498 standartlarını kullanarak

farklı türdeki yapılara gelen rüzgâr yüklerini karşılaştırmıştır. Bu çalışma sonucunda, TS 498 standardının diğer iki standarda göre rüzgâr yükü hesabında göz önünde bulundurmadığı durumları ortaya koymuştur. Wziatek (2015), yaptığı çalışmada farklı ülke standartlarına göre, yüksek bir binanın yapısal analizini (rüzgâr, deprem vb.) ETABS bilgisayar programını kullanarak gerçekleştirmiştir. Timurağaoğlu vd. (2018), yaptıkları çalışmada ASCE 7-10 ve TS 498 standartlarında bulunan rüzgâr yükü hesaplama yöntemlerini incelemiş ve standartların birbirlerine göre avantaj ve dezavantajlarını ortaya koymuşlardır. Verma ve Goliya (2016), yaptıkları çalışmada yüksek binalara etkiyen rüzgâr yüklerinin analizini yapmışlardır. Bu amaçla 200 m yükseklikteki bir binanın rüzgâr yükü analizini farklı ülke standartlarına göre yapmışlardır. Yaptıkları çalışma sonucunda bu standartlara göre elde ettikleri tasarım rüzgâr basıncı, taban kesme kuvveti ve taban eğilme momenti gibi parametreleri karşılaştırmışlardır. Telrandhe ve Pande (2019), Hindistan yük standardına göre yüksek binalar üzerinde dinamik rüzgâr analizini gerçekleştirmişlerdir. Çalışma sonucunda yüksek binanın rüzgâr tepkisinin en/boy oranı arttıkça arttığını söylemişlerdir. Raju vd. (2013), yüksek bir betonarme binanın rüzgâr ve sismik yükler altındaki davranışını Hindistan standardına göre analiz etmişlerdir. Bu çalışmada Hindistan deprem yönetmeliğine göre binanın taban kesme kuvveti, çatı yer değiştirmeleri gibi parametrelerini göz önünde bulundurarak binanın güvenliğini analiz etmişlerdir. Sonuç olarak inceledikleri binanın deprem ve rüzgâr yüklerine karşı hassas olduğu sonucuna varmışlardır.

Bu çalışmada, bir yüksek bina özelinde rüzgâr yükleri ASCE 7-16 ve TS 498 standartlarına göre hesaplanmıştır. Her iki standarda göre; ön duvar, arka duvar ve çatıda oluşan rüzgâr yükleri ile bunların doğurduğu taban kesme kuvvetleri elde edilmiş ve bu değerler karşılaştırılmıştır.

2. ASCE 7-16 Standardına Göre Rüzgâr Yükü Hesabı

ASCE 7-16 standardında binalar ve diğer yapıların, tüm elemanları ve kaplamalar da dahil olmak üzere burada belirtilen rüzgâr yüklerine karşı tasarım esasları yer almaktadır. Standartta yapının duvar ve çatı gibi yüzeylerine ve cephe kaplamalarına etkiyen rüzgâr yüklerini hesaplamak amacıyla iki farklı rüzgâr yükü dayanım sistemi verilmiştir. Bunlar;

Ortalama Rüzgâr Yükü Dayanım Sistemi ile Kaplama ve Bileşen Sistemleridir. Her iki sistem için de farklı hesap yöntemleri standartta verilmiştir.

Bu çalışmada Ortalama Rüzgâr Yükü Dayanım Sistemine dahil olan yön prosedürü kullanılacaktır. Bu prosedür bütün yüksekliklerdeki açık, kapalı veya kısmen kapalı düzgün geometrilik yapılar için kullanılabilir. Bu yöntemle göre öncelikle binanın doluluk ve kullanım durumuna göre risk kategorisi belirlenir. Elde edilen risk kategorisi ve rüzgâr haritası yardımıyla temel rüzgâr hızı bulunur. Daha sonra rüzgâr basıncı parametreleri hesaplanır. Türkiye için henüz temel rüzgâr hızını veren bir rüzgâr haritası bulunmadığından dolayı bu çalışmada ortalama bir temel rüzgâr hızı seçilecektir. ASCE 7-16 standardında üç farklı yüzey engebelilik kategorisi ve yüzey engebelilik kategorisine bağlı olarak üç farklı maruz kalma kategorisi tanımlanmıştır. Yüzey engebelilik kategorileri ve maruz kalma kategorileri sırasıyla Tablo 1 ve Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Yüzey engebelilik kategorisi (ASCE 7-16).

Yüzey engebelilik kategorisi	Tanım
B	Kent ve banliyö alanları, ormanlık alanlar, sık engebeli arazi veya büyük boyutlu konutlara sahip araziler.
C	Yükseklikleri 9,1 metreden az sık engelli açık araziler, düz açıklıklı ülkeler ve otlak bölgeler.
D	Düz engelsiz araziler ve su yüzeyleri, yumuşak çamurlu ovalar ve kırılmamış buz bölgeleri

Tablo 2. Maruz kalma kategorileri (ASCE 7-16).

Maruz kalma kategorisi	Tanım
B	Ortalama çatı yüksekliği 9,1 metreye eşit veya daha az olan binalar için kullanılır. B sınıfı maruz kalma kategorisi sadece, yüzey engebeliliği B kategorisinin, rüzgâr yönünde 457 metreden daha fazla mesafede hakim olduğu durumlarda kullanılır. Ortalama çatı yüksekliği 9,1 metreden fazla olan binalar için, rüzgâr yönünden 792 metre veya bina yüksekliğinin 20 katı mesafede (hangisi daha büyükse) B kategorisi yüzey engebeliliğinin hakim olması durumunda, B sınıfı maruz kalma kategorisi kullanılabilir.
C	Maruz kalma kategorisi B ve D'de ki tanımların kullanılmadığı durumlarda kullanılacaktır.
D	D sınıfı yüzey engebeliliğinin, rüzgâr yönünde 1524 metre veya bina yüksekliğinin 20 katı mesafede (Hangisi daha büyükse) B kategorisi yüzey engebeliliğinin hakim olduğu durumlarda kullanılır.

ASCE 7-16 standardına göre tasarım rüzgâr basınçları bina yüksekliklerine bağlı olarak Denklem (1) yardımıyla hesaplanır. Bu denklemde; p, tasarım rüzgâr basıncı, q_z , yüksekliğe bağlı olarak hesaplanan rüzgâr hız basıncı, G, fırtına etki faktörü, C_p , dış basınç katsayısı, q_i , çatı yüksekliğinde hesaplanan rüzgâr hız basıncı ve GC_{pi} , iç basınç katsayısıdır. Fırtına etki faktörü G, 0.85 olarak alınabilir veya Denklem (2) yardımıyla hesaplanabilir. Bu denklemde; Q, arka plan tepkisi, I_z , türbülans yoğunluğu, g_Q , arka plan için tepe faktörü ve g_v , rüzgâr tepkisi için tepe faktörü olarak tanımlanmıştır. Standartta g_Q ve g_v parametrelerinin 3.4 alınması tavsiye edilmiştir. Türbülans yoğunluğu I_z , Denklem (3) ile hesaplanır. Bu denklemde c, maruziyet bölgesine bağlı olarak değişen bir katsayıdır. Bu katsayı Tablo 3'den elde edilir. z ise yapının eşdeğer yüksekliğidir. Standartta yapının eşdeğer yüksekliğinin, bina yüksekliğinin %60'ı olarak alınması tavsiye edilmiştir. Arka plan tepkisi, Q, Denklem (4) yardımıyla hesaplanır. Bu denklemde; B, rüzgâra dik duvar uzunluğu, h, bina yüksekliği, L_z , türbülans uzunluğudur. Türbülans uzunluğu L_z , Denklem (5) yardımıyla hesaplanır. Bu denklemde; z, eşdeğer bina yüksekliği, l ve ε ise integral uzunluk ölçeği faktörleridir. Bu faktörler Tablo 3 yardımıyla bulunur.

$$p = q_z G C_p - q_i (G C_{pi}) \quad (1)$$

$$G = 0.925 \left(\frac{1+0.7g_Q I_z Q}{1+0.7g_v I_z} \right) \quad (2)$$

$$I_z = c \left(\frac{10}{z} \right)^{1/6} \quad (3)$$

$$Q = \sqrt{\frac{1}{1+0.63 \left(\frac{B+h}{L_z} \right)^{0.63}}} \quad (4)$$

$$L_z = l \left(\frac{z}{10} \right)^\varepsilon \quad (5)$$

Tablo 3. Arazi maruziyet katsayıları (ASCE 7-16).

Maruz kalma kategorisi	c	l (m)	ε
B	0.3	97.54	1/3.0
C	0.2	152.40	1/5.0
D	0.15	198.12	1/8.0

Rüzgâr hız basıncı q_z , Denklem (6) yardımıyla hesaplanır. Bu denklemde; K_z , maruz kalma katsayısı, K_{zt} , topoğrafik faktör, K_d , rüzgâr doğrultu katsayısı, K_e , zemin yükseklik faktörü ve V ise temel rüzgâr hızıdır.

$$q_z = 0.613 K_z K_{zt} K_d K_e V^2 \quad (6)$$

Rüzgâr doğrultu katsayısı K_d Tablo 4 yardımıyla bulunur. K_e , zemin yükseklik faktörü Tablo 5 yardımıyla elde edilebilir, güvenli tarafta kalınması amacıyla standartta bu parametrenin 1.0 olarak alınması tavsiye edilmiştir. Topoğrafide ani değişiklikler bulunmadığı takdirde topoğrafik faktör K_{zt} 'nin 1.0 olarak alınması tavsiye edilmiştir. Maruz kalma katsayısı K_z , yapının maruz kalma kategorisine göre Tablo 6 yardımıyla bulunur.

Tablo 4. Rüzgâr doğrultu katsayısı K_d (ASCE 7-16).

Yapı tipi	Rüzgâr doğrultu katsayısı K_d	
Binalar	0.85	
Kemer çatılar	0.85	
Dairesel kubbe	1.0	
Baca, tank vb.	Kare	0.9
	Altıgen	0.95
	Sekizgen	1.0
	Dairesel	1.0
Serbest duvar, serbest ve bağlı levhalar	0.85	
Açık levhalar ve tek planlı açık kafesler	0.85	
Kafes çerçeve kuleler	Üçgen, kare veya dikdörtgen	0.85
	Diğer kesit tipleri	0.95

Tablo 5. Zemin yükseklik faktörü K_e (ASCE 7-16).

Zeminin deniz seviyesinden yüksekliği (m)	K_e
0	1.00
305	0.96
610	0.93
914	0.90
1219	0.86
1524	0.83
1829	0.80

Tablo 6. Maruz kalma katsayısı K_z (ASCE 7-16).

Zemin seviyesinden yükseklik, z (m)	Maruz kalma kategorisi		
	B	C	D
0-4.6	0.57	0.85	1.03
6.1	0.62	0.9	1.08
7.6	0.66	0.94	1.12
9.1	0.7	0.98	1.16
12.2	0.76	1.04	1.22
15.2	0.81	1.09	1.27
18	0.85	1.13	1.31
21.3	0.89	1.17	1.34
24.4	0.93	1.21	1.38
27.4	0.96	1.24	1.4
30.5	0.99	1.26	1.43
36.6	1.04	1.31	1.48
42.7	1.09	1.36	1.52
48.8	1.13	1.39	1.55
54.9	1.17	1.43	1.58
61	1.2	1.46	1.61
76.2	1.28	1.53	1.68
91.4	1.35	1.59	1.73
106.7	1.41	1.64	1.78
121.9	1.47	1.69	1.82
137.2	1.52	1.73	1.86
152.4	1.56	1.77	1.89

Her bir duvar tipi için kullanılacak olan dış duvar basınç katsayısı, C_p , Tablo 7 yardımıyla bulunur. Burada L , rüzgârın estiği doğrultuya paralel yüzeyi, B ise rüzgârın estiği doğrultuya dik bina yüzeyini ifade eder.

Tablo 7. Dış duvar basınç katsayısı, C_p (ASCE 7-16).

Yüzey	L/B	C_p	Basınç
Rüzgâra dik duvar	Tüm değerler	0.8	q_z
Arka duvar	0-1	-0.5	q_h
	2	-0.3	
	≥ 4	-0.2	
Yan duvarlar	Tüm değerler	-0.7	q_h

Çatı üzerinde yer alan parapetlere etkiyen rüzgâr yükleri Denklem (7) ile hesaplanır. Bu denklemde; P_p , parapet rüzgâr yükü, q_p , parapetin en üst noktasındaki hız basıncı değeri ve $G_{c_{pn}}$ ise net basınç katsayısıdır. Bu katsayının rüzgâra dik parapet için +1.5 ve rüzgâr arkası parapet için ise -1 alınması tavsiye edilmiştir.

$$P_p = q_p(G_{c_{pn}}) \quad (7)$$

Çatı basınç katsayıları Tablo 8'de verilmiştir. Bu katsayılara göre belirlenen dış basınç katsayıları, rüzgâra dik mesafeler için ayrı ayrı etkilidir. Bu

tabloda θ , çatı eğimidir. Çatı eğiminin 10° 'den büyük olduğu durumlar gösterilmemiştir.

Tablo 8. Çatı basınç katsayıları, C_p (ASCE 7-16).

Rüzgâr yönü	h/L	Rüzgâra dik duvardan yatay mesafe	C_p	
$\theta < 10^\circ$ ve mahya dik olduğunda veya mahyaya paralel olduğunda bütün θ 'lar için	≤ 0.5	0-h/2	-0.9	-0.18
		h/2-h	-0.9	-0.18
		h-2h	-0.5	-0.18
		$> 2h$	-0.3	-0.18
	≥ 1.0	0-h/2	1.3*	-0.18
		$> h/2$	-0.7	-0.18

Bu tabloda yanında * ifadesi bulunan değer için çatı alanına bağlı olarak azaltma yapılabilir. Bu azaltmalar çatı alanı 100 m^2 'den küçük veya eşit ise 1,0, 250 m^2 ise 0,9 veya 1000 m^2 'den büyük ise 0,8 azaltma katsayıları kullanılarak yapılır. Çatı basınçlarının hesabında ortalama çatı yüksekliğindeki hız basıncı kullanılır. Ortalama çatı yüksekliği, çatı saçak yüksekliğinin ortalaması ve çatı yüzeyindeki en yüksek noktaya olan yükseklik olarak tanımlanmıştır, ancak 10° 'ye eşit veya daha küçük çatı açıları için, ortalama çatı yüksekliğinin çatı saçağı yüksekliği olarak alınmasına izin verilmiştir. ASCE 7-16 standardında dört farklı bina kapalılık sınıfı tanımlanmıştır. Bina kapalılık sınıfları ve bunlara bağlı olarak değişen iç basınç katsayıları Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9. Bina kapalılık sınıfları ve iç basınç katsayıları (ASCE 7-16).

Kapalılık sınıfı	Kapalılık sınıfı kriteri	İç basınç Katsayısı, $G_{C_{pi}}$
Kapalı binalar	A_o ifadesi $0.01A_g$ veya 0.37 m^2 ifadelerinin küçük olanından küçük olması ve $A_{oi}/A_{gi} \leq 0.2$ şartının sağlanması gerekir.	+0.18
		-0.18
Kısmen kapalı binalar	$A_o > 1.1A_{oi}$, $A_{oi}/A_{gi} \leq 0.2$ ve A_o ifadesinin, $0.01A_g$ ile 0.37 m^2 ifadelerinin küçük olanından daha büyük olması şartının sağlanması gerekir.	+0.55
		-0.55
Kısmen açık binalar	Kapalı, açık veya kısmen kapalı tanımlarına uymayan yapılar.	+0.18
		-0.18
Açık binalar	Her duvarın en az %80 açık olduğu yapılar	0

Tablo 9'da verilen A_o , pozitif dış basınca maruz bir duvardaki açıklıkların toplam alanı, A_g , A_o 'nun tanımlandığı duvarın brüt alanı, A_{oi} , A_o hariç bina kabuğundaki (duvarlar ve çatı) açıklık alanlarının

toplamı, A_{gi} , A_g hariç bina kabuğunun (duvarlar ve çatı) brüt yüzey alanlarının toplamı olarak tanımlanmıştır.

3. TS 498'e Göre Rüzgâr Yükü Hesabı

TS 498 konutlar, bürolar, resmi daireler, okullar, hastaneler, spor tesisleri, eğlence yerleri, garajlar, vb. yapılarıdaki taşıyıcı elemanların boyutlandırılmasında alınacak yüklerin hesap değerini kapmaktadır.

ASCE 7-16 standardında hız basıncı olarak tanımlanan parametre, TS 498 standardında emme olarak tanımlanmıştır. Emme basıncı Denklem (8) yardımıyla hesaplanır. Bu denklemde q_z emme basıncı, v ise rüzgâr hızıdır (m/s).

$$q_z = \frac{v^2}{1600} \quad (8)$$

Tablo 10'da zeminden yüksekliğe bağlı olarak değişen rüzgâr hızları ve rüzgâr basınçları verilmiştir. TS 498 ekinde bir rüzgâr haritası olmadığı için Tablo 10'da verilen değerler tüm Türkiye için geçerli kabul edilmektedir.

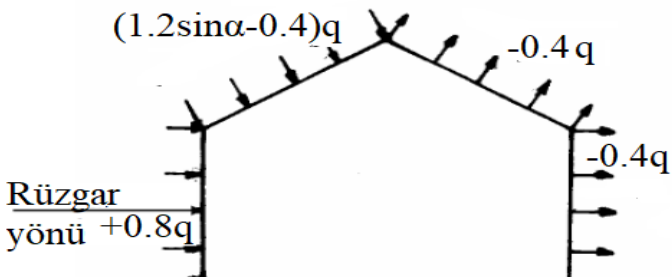
Tablo 10. Rüzgâr hızı ve rüzgâr basıncı

Yükseklik (m)	Rüzgâr hızı (m/s)	Rüzgâr basıncı (N/m ²)
0 – 8	28	500
8 – 20	36	800
20 – 100	42	1100
> 100	46	1300

Yapı üst yüzeyine etki eden rüzgâr yükü ise Denklem (9) yardımıyla hesaplanır. Bu denklemde q , rüzgâr basıncı, C_p ise emme katsayısı olarak tanımlanmıştır. C_p dikkate alınan yüzey için rüzgârın estiği yöne bağlı olarak bulunur. TS 498'de düzlemsel yüzeyler ile sınırlandırılmış kapalı yapı elemanları için bu katsayı rüzgâra dik ve arka cepheler için toplamda 1.2 olarak verilmiştir (0.8 basınç, 0.4 emme).

$$w = C_p q \quad (9)$$

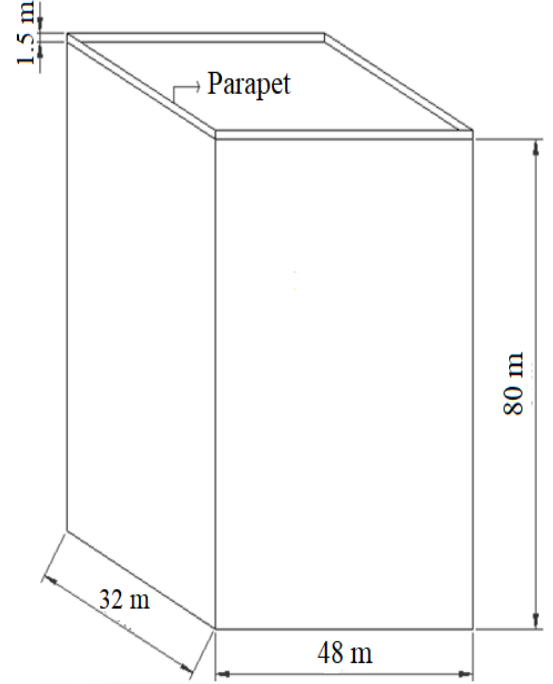
TS 498'e göre rüzgâr etkileri Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. TS 498'e göre rüzgâr etkileri (TS 498).

4. Örnek Bina Modeli ve Rüzgâr Yüklerinin Hesaplanması

ASCE 7-16 ve TS 498 standartlarına uygun olarak rüzgâr yükleri hesaplanacak olan bina modeli Şekil 2'de gösterilmiştir. Buna göre bina 48 m genişliğe, 32 metre uzunluğa ve 80 m yüksekliğe sahiptir. Binanın en üstünde kenarlarda 1.5 m yüksekliğinde parapet bulunmaktadır. Bina üzerinin düz kaplama olduğu ve başka herhangi bir eklentinin olmadığı varsayılmıştır.



Şekil 2. Örnek bina modeli.

4.1. ASCE 7-16 Standardına Göre Çözüm

ASCE 7-16 standardına göre rüzgâr yükleri hesaplanırken bazı kabuller yapılmıştır. Bu kabuller şöyle sıralanabilir; Şekil 1'de verilen yapı kapalı bina olarak kabul edilmiştir. Binanın bulunduğu bölge, banliyö bölgesi olarak kabul edilmiş ve bina yüksekliğinin 20 katı mesafede (1.6 km) bina özelliklerinin değişmediği varsayılmıştır. Yapının bulunduğu bölgede ani topoğrafi değişiklikleri veya buna neden olabilecek bir unsurun bulunmadığı varsayılmıştır. Temel rüzgâr hızı 40 m/s olarak alınmıştır.

Rüzgâr hız basıncı q_z Denklem (6) yardımıyla hesaplanmıştır. Bu denklemde yer alan doğrultu katsayısı K_d , Tablo 4'ten binalar için 0.85 olarak bulunmuştur. Zemin yükseklik katsayısı K_e , standartta tavsiye edildiği üzere 1.0 olarak alınmıştır. Topoğrafik faktör K_{zt} , ise genel topoğrafide ani değişiklikler bulunmadığından dolayı 1 alınmıştır.

Binanın bulunduğu bölge banliyö bölgesi olarak kabul edilmiş ve bina yüksekliğinin 20 katı mesafede bina özelliklerinin değişmediği varsayıldığından dolayı maruz kalma kategorisi B olarak seçilmiştir. Maruz kalma katsayısı K_z , B sınıfı maruz kalma kategorisi ve yüksekliğe bağlı olarak Tablo 6'dan bulunur. Elde edilen maruz kalma katsayıları ve yüksekliğe hesaplanan hız basıncı değerleri Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11. Rüzgâr hız basıncı q_z .

Yükseklik (m)	K_z (B bölgesi)	q_z (N/m ²)
0-4.6	0.57	475.2
6.1	0.62	516.88
7.6	0.66	550.23
9.1	0.7	583.58
12.2	0.76	633.60
15.2	0.81	675.28
18	0.85	708.63
21.3	0.89	741.98
24.4	0.93	775.32
27.4	0.96	800.33
30.5	0.99	825.34
36.6	1.04	867.03
42.7	1.09	908.71
48.8	1.13	942.06
54.9	1.17	975.41
61	1.2	1000.42
76.2	1.28	1067.11
80	1.3	1083.78
81.5	1.31	1092.12

Fırtına etki faktörü G , Denklem (2) yardımıyla hesaplanır. Bu denklemde g_Q ve g_V parametreleri, ASCE 7-16'da tavsiye edildiği üzere 3.4 olarak alınmıştır. B kategorisi maruz kalma bölgesi için arazi maruziyet katsayıları c , l ve ϵ Tablo 3'ten sırasıyla 0.3, 97.54 ve 1/3 olarak bulunmuştur. Yapının eş değer yüksekliği 48.9 m olarak öngörülmüştür. İlgili değerler yerine yazıldığında Denklem (3) yardımıyla $I_z = 0.23$, Denklem (5) yardımıyla $L_z = 165.56$ m, Denklem (4) yardımıyla $Q = 0.82$ ve son olarak Denklem (2) ile fırtına etki faktörü $G = 0.87$ olarak hesaplanmıştır.

Yapıların kapalılık durumlarına göre iç basınç katsayıları Tablo 9'de verilmiştir. Buna göre kapalı yapılar için iç basınç katsayıları +0.18 ve -0.18

olarak bulunmuştur. Dış basınç katsayıları Tablo 7 yardımıyla bulunur. Her bir duvar yüzeyi için bulunan dış basınç katsayıları Tablo 12'de verilmiştir. Rüzgâr arkası duvar için rüzgârın estiği yöne göre iki farklı değer elde edilir. Bu değerler L/B oranına bağlıdır.

Tablo 12. Duvarlar için dış basınç katsayıları, C_p

Yüzey	Rüzgâr doğrultusu	L/B	C_p
Rüzgâra dik duvar	Hepsi	Hepsi	0.8
Rüzgâr arkası duvar	32 m'lik duvara dik	1.5	-0.4
	48 m'lik duvara dik	0.67	-0.5

Rüzgârın etki ettiği yüzeye bağlı olarak bulunan çatı basınç katsayıları Tablo 13'te gösterilmiştir. Bu tabloda verilen h/L parametresi, rüzgârın her iki duvara dik olması durumları için ayrı ayrı incelenmiştir. Buna göre rüzgârın 32 m'lik duvara dik olması durumunda $L = 48$ m, rüzgârın 48 m'lik duvara dik olması durumunda $L = 32$ m olarak alınmıştır.

Tablo 13. Çatı basınç katsayıları.

Rüzgâr yönü	$h/L \geq 1$	Rüzgâra dik duvardan yatay mesafe (m)	C_p	Azaltma katsayısı	Net C_p
32 m'lik duvara dik	1.67	0-40	-1.3	0.8	-1.04
		40-48	-0.7	-	-0.7
48 m'lik duvara dik	2.5	0-32	-1.3	0.8	-1.4

Tasarım rüzgâr basınçları bina yüksekliğine bağlı olarak Denklem (1) yardımıyla hesaplanır. Bu denklemde yer alan iç basınç q_i , 1083.78 N/m² bulunmuştur. Daha önce bulunan parametreler ilgili denklemde yerine yazıldığında yüksekliğe bağlı olarak tasarım rüzgâr basınçları elde edilir. Tablo 14'te rüzgârın 32 m'lik duvara dik gelmesi durumu için ve Tablo 15'te ise rüzgârın 48 m'lik duvara dik gelmesi durumu için hesaplanan tasarım rüzgâr basınçları gösterilmiştir

Tablo 14. Rüzgârın 32 m'lik duvara dik gelmesi durumunda tasarım rüzgâr basınçları.

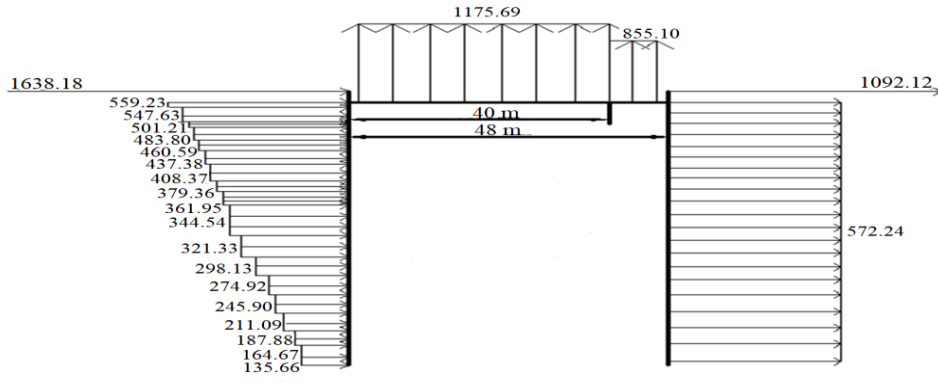
Yüzey	Yükseklik (m)	q_z (N/m ²)	G	C_p	Tasarım basıncı, p (N/m ²)	
					$G_{C_{pi}} = +0.18$ $p=0.87q_zC_p-195.08$	$G_{C_{pi}} = -0.18$ $p=0.87q_zC_p+195.08$
Rüzgâra dik duvar	0-4.6	475.2	0.87	0.8	135.56	525.82
	6.1	516.88	0.87	0.8	164.67	554.83
	7.6	550.23	0.87	0.8	187.88	578.04
	9.1	583.58	0.87	0.8	211.09	601.25
	12.2	633.60	0.87	0.8	245.90	636.06
	15.2	675.28	0.87	0.8	274.92	665.08
	18	708.63	0.87	0.8	298.13	688.29
	21.3	741.98	0.87	0.8	321.33	711.49
	24.4	775.32	0.87	0.8	344.54	734.70
	27.4	800.33	0.87	0.8	361.95	752.11
	30.5	825.34	0.87	0.8	379.36	769.52
	36.6	867.03	0.87	0.8	408.37	798.53
	42.7	908.71	0.87	0.8	437.38	827.54
	48.8	942.06	0.87	0.8	460.59	850.75
	54.9	975.41	0.87	0.8	483.80	873.96
	61	1000.42	0.87	0.8	501.21	891.37
76.2	1067.11	0.87	0.8	547.63	937.79	
80	1083.78	0.87	0.8	559.23	949.39	
Arka cephe	Hepsi	1083.78	0.87	-0.4	-572.24	-182.08
Çatı	0-40 m (yatay mesafe)	1083.78	0.87	-1.04	-1175.69	-785.53
	40-48 m (yatay mesafe)	1083.78	0.87	-0.7	-855.10	-464.94

Tablo 15. Rüzgârın 48 m'lik duvara dik gelmesi durumunda tasarım rüzgâr basınçları.

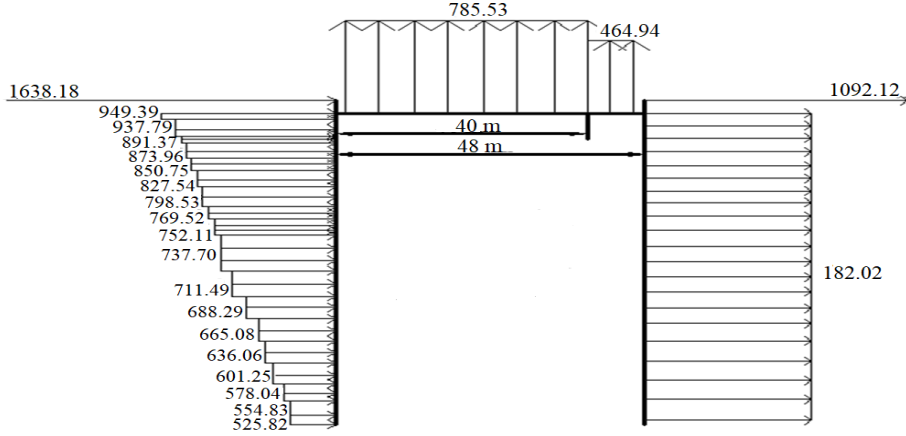
Yüzey	Yükseklik (m)	q_z (N/m ²)	G	C_p	Tasarım basıncı, p (N/m ²)	
					$G_{C_{pi}} = +0.18$ $p=0.87q_zC_p-195.08$	$G_{C_{pi}} = -0.18$ $p=0.87q_zC_p+195.08$
Rüzgâra dik duvar	0-4.6	475.2	0.87	0.8	135.56	525.82
	6.1	516.88	0.87	0.8	164.67	554.83
	7.6	550.23	0.87	0.8	187.88	578.04
	9.1	583.58	0.87	0.8	211.09	601.25
	12.2	633.60	0.87	0.8	245.90	636.06
	15.2	675.28	0.87	0.8	274.92	665.08
	18	708.63	0.87	0.8	298.13	688.29
	21.3	741.98	0.87	0.8	321.33	711.49
	24.4	775.32	0.87	0.8	344.54	734.70
	27.4	800.33	0.87	0.8	361.95	752.11
	30.5	825.34	0.87	0.8	379.36	769.52
	36.6	867.03	0.87	0.8	408.37	798.53
	42.7	908.71	0.87	0.8	437.38	827.54
	48.8	942.06	0.87	0.8	460.59	850.75
	54.9	975.41	0.87	0.8	483.80	873.96
	61	1000.42	0.87	0.8	501.21	891.37
76.2	1067.11	0.87	0.8	547.63	937.79	
80	1083.78	0.87	0.8	559.23	949.39	
Arka cephe	Hepsi	1083.78	0.87	-0.5	-666.53	-276.37
Çatı	0-32 m (yatay mesafe)	1083.78	0.87	-1.04	-1175.69	-785.53

Çatı üzerinde yer alan parapetlere etkiyen rüzgâr yükü Denklem (7) yardımıyla hesaplanmıştır. Buna göre parapet rüzgâr yükü; rüzgâra dik parapet ve rüzgâr arkası parapet için sırasıyla 1638.18 N/m² ve

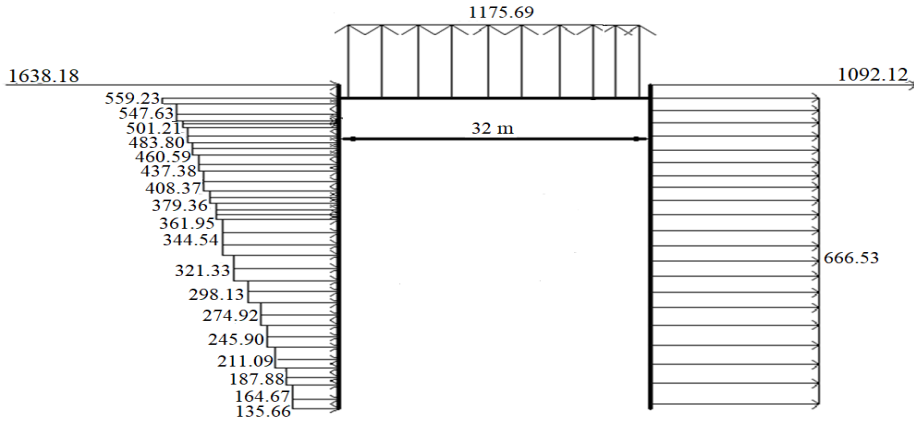
-1092.12 N/m² bulunmuştur. Rüzgârın yönüne göre hesaplanan tasarım rüzgâr basınçları Şekil 3, Şekil 4, Şekil 5 ve Şekil 6'da gösterilmiştir.



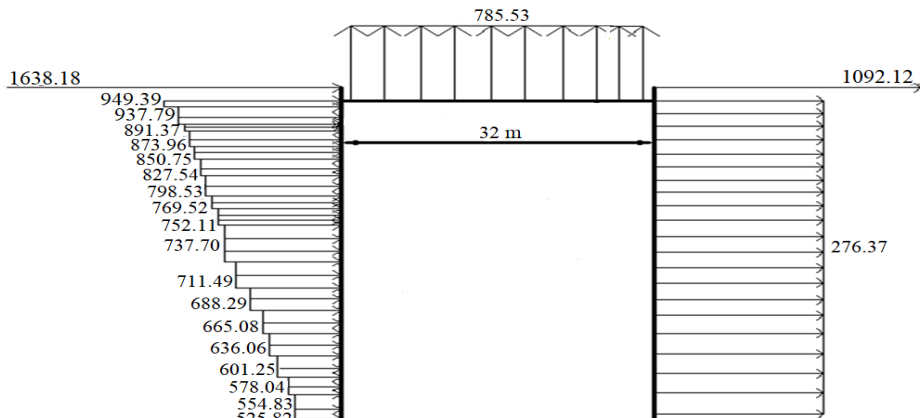
Şekil 3. Rüzgârın 32 m'lik duvara dik gelmesi ve $GC_{pi} = +0.18$ olması durumunda rüzgâr basıncı (N/m^2)



Şekil 4. Rüzgârın 32 m'lik duvara dik gelmesi ve $GC_{pi} = -0.18$ olması durumunda rüzgâr basıncı (N/m^2)



Şekil 5. Rüzgârın 48 m'lik duvara dik gelmesi ve $GC_{pi} = +0.18$ olması durumunda rüzgâr basıncı (N/m^2)



Şekil 6. Rüzgârın 48 m'lik duvara dik gelmesi ve $GC_{pi} = -0.18$ olması durumunda rüzgâr basıncı (N/m^2)

4.2. TS 498 Standardına Göre Çözüm

Tablo 10'da verilen değerler bina modeline uygulandığında elde edilen rüzgâr yükleri Denklem (9) yardımıyla hesaplanmış ve Tablo 16'da gösterilmiştir. Burada rüzgâra dik duvar için C_p katsayısı rüzgâra dik duvar ve arka duvar için sırasıyla 0.8 ve 0.4 olarak alınmıştır.

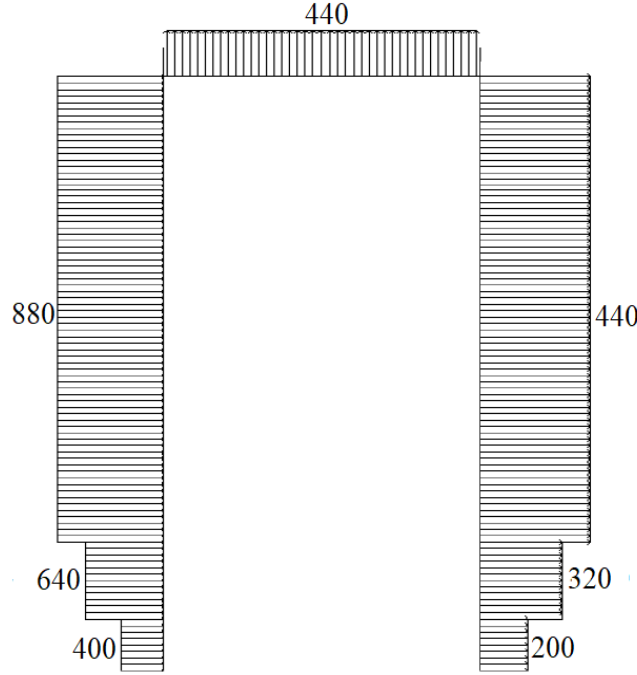
Tablo 16. TS 498'göre hesaplanan rüzgâr yükleri

Yükseklik (m)	Rüzgâr basıncı q (N/m ²)	Rüzgâra dik duvar, w (N/m ²)	Arka duvar, w (N/m ²)
0-8	500	400	200
8-20	800	640	320
21-80	1100	880	440

C_p , 0.4 olarak alındığı takdirde Denklem (9) yardımıyla hesaplanan çatı rüzgâr yükü 440 N/m²

olarak bulunur. TS 498 standardına göre bulunan rüzgâr yükü dağılımı Şekil 7'de gösterilmiştir.

ASCE 7-16 ve TS 498 standartları ile yapılan rüzgâr yükü hesaplarından elde edilen bina taban kesme kuvvetleri ve binayı devirmeye çalışan momentler Tablo 17'de gösterilmiştir. Burada V_A ve V_T sırasıyla ASCE 7-16 ve TS 498 standartlarına göre hesaplanan taban kesme kuvvetleri iken M_A ve M_T ise sırasıyla ASCE 7-16 ve TS 498 standartlarına göre hesaplanan devrilme momentleridir. Taban kesme kuvvetleri Tablo 14, Tablo 15 ve Tablo 16'da hesaplanan rüzgâr yükleri yardımıyla bulunmuştur. Bu amaçla ön ve arka duvarlarda oluşan rüzgâr yüklerinin etkidiği alanlar dikkate alınarak bileşke kuvvetler bulunmuş ve bu kuvvetler aynı yönde olduğu için toplanmıştır. Devrilme momentlerinin hesaplanması için ise ön ve arka duvar ile çatıda oluşan rüzgâr yüklerinin etkidiği alanlar dikkate alınarak bileşke kuvvetler bulunmuş ve bu kuvvetlerin bina tabanına göre momenti alınmıştır.



Şekil 7. TS 498'e göre hesaplanan rüzgâr yükleri (N/m²).

Tablo 17. Taban kesme kuvvetleri ve devrilme momentleri.

Rüzgâr doğrultusu	V_A (kN)	V_T (kN)	M_A (MNm)	M_T (MNm)	V_T / V_A	M_T / M_A
Rüzgâr 32 m'lik duvara dik	2643	3045	120	158	1.15	1.32
Rüzgâr 48 m'lik duvara dik	4326	4568	1104	238	1.06	0.22

ASCE 7-16 ve TS 498 standardı kullanılarak ön duvar, arka duvar ve çatıda hesaplanan rüzgâr yükleri sırasıyla Tablo 18, Tablo 19 ve Tablo 20'de karşılaştırılmıştır. Bu tablolarda +p ve -p sırasıyla

$G_{c_{pi}} = 0.18$ ve $G_{c_{pi}} = -0.18$ olması durumunda ASCE 7-16'ya göre hesaplanan rüzgâr yüklerini, H ise yüksekliği temsil etmektedir.

Tablo 18. Ön duvarda oluşan rüzgâr yükleri

H (m)	ASCE 7-16		TS 498	$\frac{w}{+p}$	$\frac{w}{-p}$
	+p (N/m ²)	-p (N/m ²)	w (N/m ²)		
0-4.6	135.56	525.82	400	2.95	0.76
6.1	164.67	554.83	400	2.43	0.72
7.6	187.88	578.04	400	2.13	0.69
9.1	211.09	601.25	640	3.03	1.06
12.2	245.90	636.06	640	2.60	1.01
15.2	274.92	665.08	640	2.33	0.96
18	298.13	688.29	640	2.15	0.93
21.3	321.33	711.49	880	2.74	1.24
24.4	344.54	734.70	880	2.55	1.20
27.4	361.95	752.11	880	2.43	1.17
30.5	379.36	769.52	880	2.32	1.14
36.6	408.37	798.53	880	2.15	1.10
42.7	437.38	827.54	880	2.01	1.06
48.8	460.59	850.75	880	1.91	1.03
54.9	483.80	873.96	880	1.82	1.01
61	501.21	891.37	880	1.76	0.99
76.2	547.63	937.79	880	1.61	0.94
80	559.23	949.39	880	1.57	0.93

Tablo 19. Arka duvarda oluşan rüzgâr yükleri.

Rüzgâr doğrultusu	H (m)	ASCE 7-16		TS 498	$\frac{w}{+p}$	$\frac{w}{-p}$
		+ p (N/m ²)	-p (N/m ²)	w (N/m ²)		
Rüzgâr 32 m'lik duvara dik	0-8	572.24	182.02	200	0.3	1.1
	8-20			320	0.6	1.8
	21-80			440	0.8	2.4
Rüzgâr 48 m'lik duvara dik	0-8	666.53	276.37	200	0.3	0.7
	8-20			320	0.5	1.2
	21-80			440	0.7	1.6

Tablo 20. Çatıda oluşan rüzgâr yükleri.

Rüzgâr doğrultusu	Yatay mesafe (m)	ASCE 7-16		TS 498	$\frac{w}{+p}$	$\frac{w}{-p}$
		+ p (N/m ²)	- p (N/m ²)	w (N/m ²)		
Rüzgâr 32 m'lik duvara dik	0-40	1175.7	785.5	440	0.4	0.6
	40-48	855.1	464.9	440	0.5	0.9
Rüzgâr 48 m'lik duvara dik	0-32	1175.6	785.5	440	0.4	0.6

5. Tartışma

Tablo 17’de görüldüğü üzere ASCE 7-16 ve TS 498 standardına göre hesaplanan taban kesme kuvvetleri ve devrilme momentleri birbirinden önemli derecede farklılık göstermektedir. Örneğin rüzgâr 32 m’lik duvara dik bir şekilde estiğinde TS 498’e göre hesaplanan taban kesme kuvveti ASCE 7-16’ya göre hesaplanan taban kesme kuvvetinin 1.15 katı kadar bulunmuştur. Devrilme momentlerine bakıldığında ise rüzgâr 48 m’lik duvara dik bir şekilde estiğinde TS 498’e göre hesaplanan devrilme momenti ASCE 7-16’ya göre hesaplanan devrilme momentinin %22’sine eşit olduğu görülmektedir.

Tablo 18’de görüldüğü üzere; ASCE 7-16 standardına göre yükseklikteki küçük artışlar sonucunda ön duvardaki rüzgâr yükünde düzenli ve yakın oranlarda değişimler olmuştur. TS 498 standardında ise ön duvarda oluşan rüzgâr yükü üç bölgede farklılık göstermiş ve bu bölgelerde sabit olarak etkimıştır. Fakat bir bölgeden diğer bölgeye geçişlerde önemli oranda artışlar gerçekleşmiştir. Örneğin 7.6 m’den 9.1 m’ye çıkıldığında ASCE 7-16 ya göre ($G_{c_{pi}} = -0.18$ iken) %4’lük bir artış gerçekleşirken TS 498’de %60’lık bir artış gerçekleşmiştir. ASCE 7-16 ve TS 498 standartları karşılaştırıldığında ise farklı yüksekliklerde oluşan rüzgâr yüklerinin birbirinden oldukça büyük farklılıklar gösterdiği görülmektedir. Örneğin 4.6 m yüksekliğinde iç basınç katsayısının +0.18 olması durumunda; TS 498’ göre hesaplanan rüzgâr yükleri, ASCE 7-16’ya göre hesaplanan rüzgâr yüklerinin 2.95 katına tekabül etmektedir.

Tablo 19’da görüldüğü üzere ASCE 7-16’ya göre arka duvarda oluşan rüzgâr yükleri yükseklikten bağımsız olarak sadece rüzgârın doğrultusuna ve iç basınç katsayısına bağlı olarak değişmektedir. TS 498’de ise sadece yüksekliğe bağlı olarak değişim gözlenmiştir. Bu iki standart birbiriyle karşılaştırıldığında arka duvarda oluşan rüzgâr yükleri birbirinden oldukça farklı bulunmuştur. Örneğin rüzgâr 48 m’lik duvara dik ve $G_{c_{pi}} = +0.18$ ve 0-8 m yükseklik aralığında TS 498’e göre arka duvarda hesaplanan rüzgâr yükü ASCE 7-16’ya göre hesaplanan rüzgâr yükünün %30’una eşit olduğu görülmektedir.

Tablo 20’de görüldüğü üzere ASCE 7-16 standardına göre çatıda oluşan rüzgâr yükleri, rüzgâra dik duvardan yatay mesafeye ve iç basınç katsayısına bağlı olarak değişmektedir. TS 498 standardına göre ise bu parametreler göz ardı edilmiş

ve bu sebeple sadece tek bir değer bulunmuştur. Bu iki standart karşılaştırıldığında elde edilen çatı rüzgâr yükleri arasında oldukça önemli farklar bulunmaktadır. Örneğin rüzgâr 32 m’lik duvara dik ve rüzgâra dik duvardan yatay mesafenin 0-40 m aralığında olması durumunda iç basınç katsayısı +0.18 iken TS 498 standardına göre hesaplanan çatı rüzgâr yükü, ASCE 7-16 standardına göre hesaplanan çatı rüzgâr yükünün %40’ına eşit olduğu tespit edilmiştir.

ASCE 7-16 ve TS 498 standartlarına göre hesaplanan; ön duvar, arka duvar ve çatıda oluşan rüzgâr yükleri ile taban kesme kuvvetleri ve devrilme momentlerinin büyük farklılıklar göstermesinin nedeni tek bir madde ile açıklanamaz. Bu farklılıklar her iki standardın rüzgâr yükü hesabında göz önünde bulundurduğu parametrelere ve bunların çeşitliliğine bağlıdır. Rüzgâr hesabında göz önüne alınan değişkenlerin sayısı arttıkça rüzgâr hesabının hassasiyeti artmaktadır.

6. Sonuç

Bu çalışmada yüksek bir bina modeli üzerine etkiyen rüzgâr yüklerinin ASCE 7-16 ve TS 498 standartlarına göre hesaplanması ve elde edilen sonuçların karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu iki standartta verilen hesap yöntemleri karşılaştırıldığında TS 498 standardı aşağıdaki konularda ASCE 7-16 standardından oldukça farklıdır;

- Temel rüzgâr hızı tanımlanmamış ve rüzgârın her bölgede aynı hızla estiği varsayılmıştır.
- Rüzgâr hız basıncı sadece rüzgârın esme hızına bağlı olarak hesaplanmıştır.
- Yapının bulunduğu bölgenin topoğrafik özelliklerinin rüzgâr hızı üzerindeki etkilerine değinilmemiştir.
- Rüzgâr yükü hesabı açısından, rüzgârın hangi yönden estiği dikkate alınmamış ve her iki doğrultu için tek bir rüzgâr yükü dağılımı tanımlanmıştır.
- Rüzgâr yükü hesabında türbülans etkisi göz ardı edilmiş ve rüzgârın sadece statik etkileri göz önünde bulundurulmuştur.
- Yapı iç basınç etkileri göz önüne alınmamıştır.

Tüm bu eksiklikler ASCE 7-16 standardının rüzgâr yükü hesabı açısından çok daha kapsamlı olduğunu göstermektedir.

ASCE 7-16 ve TS 498 standartlarına göre hesaplanan; ön duvar, arka duvar ve çatıda oluşan rüzgâr yükleri ile bu yüklerden kaynaklanan taban kesme kuvvetleri ve devrilme momentlerinin büyük farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir. Bu farklılıklar tek bir nedene bağlı olmayıp, iki standardın rüzgâr yükü hesabında göz önünde bulundurduğu parametrelerden kaynaklanmaktadır. ASCE 7-16 rüzgâr yükü hesabı için TS 498'e nazaran çok parametreyi dikkate alarak daha kapsamlı hesap yöntemi içerdiğinden dolayı, rüzgâr yükü hesabı açısından daha güvenilir bir standart olduğu söylenebilir.

7. Kaynaklar

American Society of Civil Engineers. (2017). Minimum design loads and associated criteria for buildings and other structures : asce. Published by American Society of Civil Engineers.

Aygün, C., & Başkaya, Ş. (2003). Çok katlı bir bina etrafındaki rüzgâr akışının oluşturduğu yüzey basınçlarının deneysel olarak incelenmesi. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 18(4), 15-31.

Gürses, P. (2012). Yapılara Etki Eden Rüzgâr Yüklerinin Eurocode 1-4 Ve Asce 7-05 Standartları Kullanılarak Karşılaştırılması (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Heiza, K. M., & Tayel, M. A. (2012). Comparative study of the effects of wind and earthquake loads on high-rise buildings. Concrete Research Letters, 3(1), 386-405.

Holmes, J. D., Tamura, Y., & Krishna, P. (2008, May). Wind loads on low, medium and high-rise buildings by Asia-Pacific codes. In The 4th International Conference on Advances in Wind and Structures, Jeju, Korea (pp. 73-90).

Mendis, P., Ngo, T., Haritos, N., Hira, A., Samali, B., & Cheung, J. (2007). Wind loading on tall buildings. Electronic Journal of Structural Engineering.

Özlek, C. (2015). ASCE 7-10, Eurocode 1-4 Ve Ts 498 Yönetmelikleri Kullanılarak Yapılara Etki Eden Rüzgâr Yüklerinin Karşılaştırılması (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Polat, Ö. O. (2010). Asce 7-05, Eurocode 1-4 Ve Ts 498 Yönetmelikleri Kullanılarak Yapılara Gelen Rüzgâr Yüklerinin Karşılaştırılması (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Raju, K. R., Shereef, M. I., Iyer, N. R., & Gopalakrishnan, S. (2013, December). Analysis and design of RC tall building subjected to wind and earthquake loads. In The Eighth Asia-Pacific Conference on Wind Engineering (pp. 844-852).

Şafak, E. (2012). Yüksek Yapılardaki Rüzgâr Yüklerinin Hesabı. Türkiye Mühendislik Haberleri, 471(57), 1.

Tamura, Y. (2009, July). Wind and tall buildings. In Proceedings of the 5th European and African conference on wind engineering (pp. k3-k28).

Telrandhe, Suchana & Pande, A.M. (2019). DYNAMIC WIND ANALYSIS FOR HIGHRISE BUILDING – TYPICAL OBSERVATIONS. Journal of Research in Engineering and Applied Sciences. 04. 69-73. 10.46565/jreas.2019.v04i02.003.

Timurağaoğlu, Mehmet & Doğangün, Adem & Mehdi, Fikret. (2018). Yapılar için Rüzgâr Yüklerinin ve Rüzgâr Kaynaklı Hasarların Değerlendirilmesi.

TS498. Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yuklerin Hesap Değerleri. Turk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1997.

Verma, A., & Goliya, R. K. (2016). Comparison of Static Wind Load on High Rise Building According to Different Wind Loading Codes and Standards. International Journal of Engineering Research, 5(05).

Vikram, M. B., Chandradhara, G., & Keerthi Gowda, B. (2014). A study on effect of wind on thestatic and dynamic analysis. International

Journal of Emerging Trends in Engineering and Development, 3(6), 885-890.

Wziatek, R. Eurocode Ve Asce 7-10/Acı 318-11/Ibc 2012 Yönetmeliklerine Göre çok katlı Betonarme Binaların Karşılaştırmalı Tasarımı (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Zhu, X. (2014). Wind load analysis on a high-rise square-plan building. Arizona State University.