

ÇELİK ÇATILARA ETKİYEN YÜKLERİN ARAŞTIRILMASI

Araş. Gör. İnş. Yük. Müh. Mutlu SEÇER¹

Doç. Dr. Mehmet Emin KURAL²

Konu Başlık No: 2. Çatı ve Cephe Sistemlerinin Performansları

ÖZET

Çelik çatılar atmosfer, yalıtım ve bunları karşılayan kaplama örtüleri yüklerine göre boyutlandırılırlar. Çelik çatı taşıyıcı iskelete ağırlık önemli ölçüde kaplama örtüsü yüklerinden gelir. Kaplama örtüsünün kullanım amacına ve yerel koşullara göre uygun seçilmesi önem taşır. Özellikle rüzgar ve kar yüklerinin yapıya etkisi; yapının formu, eğimi, açık veya kapalı olmasına göre değişiklikler gösterir. Rüzgar yükleri, yapının bulunduğu yerin deniz kenarında veya dağ silsileleri üzerinde olmasından etkilenir. Rüzgar yükleri, çelik çatılar için birinci dereceden önemli yükler olup basınç, emme ve sürtünme etkileri birleştirilerek dikkate alınır. Kar yükleri ise; yapının bulunduğu yerin denizden yüksekliğine, çatının eğimine, yapının açıklık sayısına bağlı olarak değişir. Özel bölgelerde, kar ve rüzgar yükü değerlerinin meteoroloji bölge müdürlüklerinden alınması gerekir. Yapılarda gözlenen buz oluşumu; rüzgar yönü, yükseklik, nem, hava sıcaklığı, yapı malzemesi cinsi gibi birçok değişkene bağlıdır. Özellikle sert iklim koşullarının olduğu dağlık ve nemli rüzgarların estiği bölgelerde veya büyük su birikintileri civarında meydana geldiği gibi sahile yakın yerlerde, nehir kenarlarında ortaya çıkabilir. Depremler ise; her biri tamamen kendine özgü ve önceden bilinemeyecek birçok değişkeni içinde barındıran doğa olaylarıdır. Deprem yükleri, oldukça yıkıcı sonuçlar doğurabilecek nitelikte olup tüm bina sistemi dikkate alınarak incelenmesi gereken yüklerdir. Çalışmada, çelik çatılara etkiyen çeşitli yük durumları incelenmiş, birbirleri ile olan etkileşimleri araştırılmış ve elde edilen bilgiler sunulmuştur.

ANAHTAR KELİMELELER

Çatı Kaplama Elemanları, Kar, Rüzgar, Deprem, Çelik Konstrüksiyon.

¹ Araş. Gör. İnş. Yük. Müh. Mutlu SEÇER, Dokuz Eylül Üniv. Müh. Fak. İnş. Müh. Böl. Tınaztepe Kampüsü 35160 Buca İzmir, 0 232 4127001, 0 232 4531192, mutlu.secer@deu.edu.tr

² Doç. Dr. Mehmet Emin KURAL, Dokuz Eylül Üniv. Müh. Fak. İnş. Müh. Böl. Tınaztepe Kampüsü 35160 Buca İzmir, 0 232 4127068, 0 232 4531192, emin.kural@deu.edu.tr

1. ÇELİK ÇATI YÜKLERİ

Ülkemizde çelik çatı boyutlandırılmasında alınacak yüklerin hesap değerleri TS498 – 1997 standardı ile verilmektedir [1]. Bu bildirdede; çatı örtüsü ağırlığı, kar yükü, buz yükü, rüzgâr yükü, deprem yükü ve bu yüklerin birbirleri ile etkileşimleri incelenmiştir.

Çelik çatıların hesabında göz önünde tutulacak yükler iki gruba ayrılır. Birinci gruptaki yükler; öz yük, kar yükü, kren yükü gibi yükler olup Esas Yükler adı verilir. İkinci gruptaki yükler ise; rüzgâr yükü, ısı değişimi sonucu meydana gelen yükler, montaj aşamalarındaki yükler olup İlave Yükler denir. Bir çelik çatının hesabı emniyet gerilmeleri yöntemine göre iki farklı yükleme haline göre yapılır. Bu iki yükleme halinde emniyet katsayıları ve emniyet gerilmeleri farklıdır. Birinci yükleme hali; EY (H) Yükleme veya 1. Yükleme Hali olarak adlandırılırken ikinci yükleme hali EIY (HZ) Yükleme veya 2. Yükleme Hali olarak adlandırılır.

2. ÖZ AĞIRLIK YÜKLERİ

Çatılara etkiyen öz ağırlık yükleri; çatı örtüsü ağırlığı, aşık, rüzgar bağlantıları ve makas öz ağırlığıdır. Bazı özel durumlarda; tesisat ve aydınlatma elemanları, asma tavan yükleri, kren, vinç vb. diğer etkenler de öz ağırlık yükü olarak dikkate alınır. Çelik çatı hesabında dikkate alınan çeşitli malzemelerin ortalama öz ağırlık değerleri fikir vermek amacıyla Tablo 1. ile sunulmuştur.

Tablo 1. Çatı elemanları ve fikir vermek amacıyla sunulan ortalama öz ağırlık yükleri

Malzeme	Ortalama Öz Ağırlık Yükleri (N/m ²)
Alüminyum	50
Lifli Çimentolu Sinüs Oluklu Levhalar	250
Cam Elyaf Takviyeli Polyester	20
Tek Kat Galvanizli Saç	100
Sandviç Panel	200
Shingle	100
Sinüs Oluklu Ondüle Levhalar	40
Polikarbonat Esaslı Levhalar	20
Kenet Sistem Levhalar	150
Kiremit (Marsilya)	480
Dolu Gövdeli Aşık	100
Bükme Saç Aşık	60
Uzaysal Aşık	60
Klima Kanalı	100
Taş Yünü Asma Tavan	50
Alçıpan Asma Tavan	250

3. KAR YÜKÜ

İnşaat mühendisleri ve mimarlar, çelik çatılara etkiyen kar yükleri hakkında yeterli bilgiye sahip olmalı ve hem tasarım hem de boyutlandırma aşamalarında bu yüklere gereken önemi vermelidirler. Kar yükü, çatının inşa edileceği yerin konumu ile çevresel özelliklerine, çatının tipine, çatıyı oluşturan parçaların eğimine, hava sıcaklığına, güneş ışığına maruz kalma miktarına, yapının termal özelliklerine ve rüzgarın yapıyı ne şekilde etkileyeceği gibi bir takım parametrelere bağlıdır. Çelik çatı tasarımında; çatı üzerinde kar birikmesi, bölgedeki kar yağışının miktarı, çatı üzerinden kayan kar miktarı ve düzenli olmayan kar yüklemeleri gibi durumlar dikkate alınmalıdır. Çatıda kar birikmesinin temel nedeni rüzgar etkisi olup çatı tasarımını doğrudan etkilemektedir. Güneş enerji sistemleri, uydu antenleri, parapet duvarları, arazi

yapısı ve komşu yapılar da kar birikmesine neden olurlar. Kar birikmesi ve biriken karın kaymasını çatı yüzeyi sıcaklığı etkilemektedir. Kot farkı olan bitişik çatılarda, düşük kote sahip olan çatı için daima komşu çatıda biriken karın kayma riski vardır. Çatı tasarımında bu konuya dikkat edilmeli ve gereken önlemler alınmalıdır. Tasarımın yanı sıra, karın uygun zamanlarda fazla yığılmadan temizlenmesi, kar yükünden dolayı meydana gelecek problemlerin önlenmesine katkı sağlayacaktır. Yapıya eklenen yeni ilave kısımlar, yapının yanına inşa edilen yeni bir yapı gibi faktörlerle de mevcut çatı için tasarlanmış olan kar yükleri değişebilmektedir.

Kar yükü hesabı için Eurocode 1:EN 1991-1-3 (2003) gibi çeşitli uluslar arası standartlar mevcuttur [2]. Ülkemizde, kar yükünün hesaplanmasında kullanılacak yöntem ve yaklaşımlar TS 498 – 1997 ile verilmiştir [1]. TS 498 – 1997 standardının kar yükü ile ilgili kısmı DIN 1055 – 1971'e benzemektedir [1, 3]. TS 498 – 1997 ile şehirlere ve bölgelere göre kar yükü için hangi değerlerin dikkate alınacağı verilmiştir. Kar yükü, çatı planında kg/m^2 olarak dikkate alınır. Kar yükü, yapının deniz seviyesinden yüksekliğine, yapılacağı bölgenin özelliklerine ve çatı yüzeyinin yatayla yaptığı açıya göre değişir. Kar yükü hareketli yük sınıfına girer ve coğrafi, meteorolojik şartlara bağlıdır.

Kar yükü (p_{k0}) değeri, hesabı istenen çatının bulunduğu kar bölgesi dikkate alınarak yapı yerinin deniz seviyesinden yüksekliğine göre hesaplanır. Çatının ilk olarak hangi kar bölgesinde yer aldığı bilinmelidir. Türkiye dört kar bölgesine ayrılmıştır. I. bölge en az, IV. bölge en çok kar yağın bölgesidir. Şekil 1'de ülkemiz için kar bölgesi haritası verilmiştir [1]. Ayrıca, her il ve ilçenin kar bölge numarasını içeren çizelge TS 498 – 1997'de mevcuttur [1].



Şekil 1. Türkiye kar bölgeleri haritası [1]

Çatının hangi kar bölgesinde inşa edileceği belirlendikten sonra Tablo 2'de yer alan çatının denizden yüksekliği dikkate alınarak kar yükü elde edilebilir.

Tablo 2. Kar yükü (p_{k0}) değerleri (kN/m^2) [1]

Yapı yerinin denizden yüksekliği (m)	Kar Bölgesi Numarası			
	I	II	III	IV
0 – 200	0,75	0,75	0,75	0,75
300	0,75	0,75	0,75	0,80
400	0,75	0,75	0,75	0,80
500	0,75	0,75	0,75	0,85
600	0,75	0,75	0,80	0,90
700	0,75	0,75	0,85	0,95
800	0,80	0,85	1,25	1,40
900	0,80	0,95	1,30	1,50
1000	0,80	1,05	1,35	1,60
>1000	1000 m'ye karşılık gelen değerler, 1500 m'ye kadar %10, 1500 m'den yukarı yüksekliklerde %15 artırılır.			

Ülkemizdeki birçok bölgede kar yağışı yılın üç veya dört ayı ile sınırlıdır. Diğer dönemlerde bu yerlerde herhangi bir kar yağışına rastlanmaz. Ayrıca yine bazı bölgelerde, bir yıl boyunca hiç kar yağışı görülmemektedir. Meteorolojik verilerden anlaşıldığı üzere bazı illerde çok uzun senelerce kar yağmamaktadır [4]. Kar yağmayan yerlerde, kar yükünün hesap değeri sıfır olarak verilmiştir [1]. Ancak, kar yükünün sıfır alınması önerilen bölgelerde dahi Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nün son elli yıllık raporları dikkate alınmalıdır. Aşırı kar yağışı olan bölgelerde ise, kar yağma süresi ve yüksekliğine bağlı olarak Tablo 2'de verilen değerler meteorolojik ölçümlerden faydalanarak artırılmalıdır. Kar kalınlığı, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nün istasyonlarında ölçülmekte ve 1968 yılından günümüze yıllık maksimum kar kalınlığı verileri ücret karşılığında alınabilmektedir [4].

Kar yükü hesap değerini elde etmek için çatı eğimi dikkate alınmalıdır. Kar yükü hesap değeri (p_K), 30° 'ye kadar eğimli çatılarda kar yükü değerine (p_{K0}) eşit kabul edilir ve çatı alanının plandaki düzgün yayılı yükü olarak dikkate alınır. Yatayla α açısı kadar eğim yapan ve kar kaymasının engellenmediği çatılarda kar yükü hesap değeri olarak denklem (1) kullanılır.

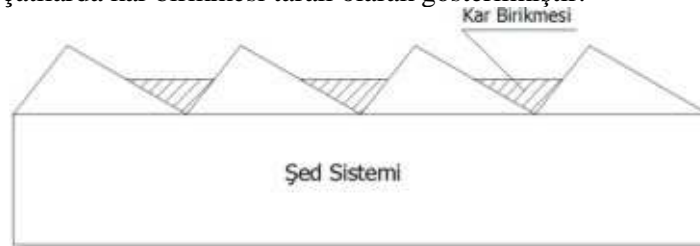
$$p_K = m \times p_{K,0} \quad (1)$$

Burada; m değeri $\alpha \leq 30^\circ$ ise 1, $\alpha > 30^\circ$ ise denklem (2) ile alınır ve m için geçerlilik sınırı $0 \leq m \leq 1$ 'dir.

$$m = 1 - (\alpha - 30^\circ) / 40^\circ \quad (2)$$

Çok dik çatılar kar tutmaz. Kar, rüzgâr ile savrulur veya kayar. Denklem (2) ile görüldüğü gibi kar yükü çatı eğimine bağlıdır ve örneğin 70° 'den büyük eğimli çatılarda kar yükü hesap değeri sıfır olur. Tipik olmayan çok özel çatılarda kar yükü hesap değeri (p_K) yapılacak kar yükü dağılımı deneyi ile belirlenmelidir.

Kar yoğunluğu; derinlik ve zamana bağlı olarak değişir. Kar derinliği arttıkça üstteki kar tabakasının alttaki kar tabakasını sıkıştırması sonucu kar yoğunluğu artmaktadır. Bunun yanında, zamanla çatı yüzeyine temas eden kar kütlesinin erime ve tekrar donması da kar yoğunluğunun arttıran bir başka faktördür. TS 7046 – 1989, çatılarda kar yükünün tespiti kısmında; kar kalınlığına göre kar yoğunluğu değerlerinin belirlenebileceği belirtilmiştir [5]. TS 7046 – 1989'de kar yoğunluğu $\rho = 300 - 200 \exp(-1,5x_d)$ ifadesi ile tanımlanmış olup burada; d (m) kar kalınlığı ve ρ (kg/m^3) kar yoğunluğudur [5]. Kar yoğunluğu oldukça değişken olduğundan, tek bir değer vermek mümkün değildir. Normal kar yoğunluğu $1 - 3 \text{ kN/m}^3$ ve sulu kar yoğunluğu $4 - 5 \text{ kN/m}^3$ civarındadır. Buz ise $9,0 - 9,7 \text{ kN/m}^3$ yoğunluğu ile sudan daha hafif olduğundan suda yüzer. Çatı sistemi gereğince karın birikebileceği yerlerde, kar birikimi dikkate alınmalı ve bu kısımların yarı yükseklikte $1,5 \text{ kN/m}^3$ karla dolacağı kabul edilerek hesap yapılmalıdır. Şekil 2'de şed sistemi çatılarda kar birikmesi taralı olarak gösterilmiştir.



Şekil 2. Şed sistem ve kar birikmesi

Kar yükleri; çatının aşırı kar alan bir bölgede inşa edilmesi, çatının kendisine bitişik daha yüksek bir yapının mevcut olması, çatının kar birikmesine neden olabilecek geometri ile tasarlanmış olması gibi çeşitli durumlar için oldukça önemlidir. Rüzgar veya güneşin etkisi ile kar çatının bir tarafında hiç olmazken diğer tarafında birikebilir. Bu tip etkilerin görüldüğü çatıların hesabı yapılırken bu durum mutlaka bir yük kombinasyonu olarak modellenmelidir. Benzer olarak farklı eğimli çatılarda, farklı eğim nedeniyle kar yükü aynı çatıda bölgesel olarak farklı olabilir. Bu durum da hesaplarda mutlaka göz önüne alınmalıdır.

Kar rastgele bir doğa olayı olduğundan, kar yükünün belirli bir güvenliği sağlayan, ancak az bir miktar da risk içeren bir değer olarak alınması gerekmektedir. Bu tanıma uyan ve çatıya ömrü boyunca en az bir kez etkiyeceği varsayılan kar yükü hesap değerine karakteristik kar yükü adı verilmektedir. Karakteristik kar yükünü belirlemek için genelde 30 ve 50 yıllık maksimum kar kalınlığı ölçümleri dikkate alınır ve maksimum kar kalınlıklarının yıllara göre dağılımı uygun bir istatistik dağılım teorisi kullanılarak analiz edilir. Standartlarda verilen kar yüklerinin hesabı istatistiksel analize dayanır. Eğer standart ile hesaplanan kar yükü hesap değerleri, çatıya etkiyecek gerçek kar yüklerinden daha az ise yapılarda büyük hasarlar ve göçmeler meydana gelebileceği unutulmamalıdır. Bu nedenle, bazı özel durumlarda meteorolojik verilerden son elli yıl içinde meydana gelen maksimum kar kalınlıklarının hesaplarda doğrudan dikkate alınması gerekebilir.

4. BUZ YÜKÜ

Buz yükü için, genel olarak geçerli bir değer verilmemektedir [1]. Bunun nedeni, buz oluşumunun rüzgâr yönü, yükseklik, nem, hava sıcaklığı, malzeme cinsi vb. değişkenlere bağlı olarak ortaya çıkmasıdır. Özellikle dağlık bölgelerde, nemli rüzgâr esen veya büyük su birikintili yerlerde, sahile yakın alanlarda ve nehir kenarlarında görülebilir.

Deniz seviyesinden 400 m ve daha yüksek yükseklikteki yerlerde buzlanmaya maruz kalacak çatı elemanının bütün yüzeylerinin 3 cm kalınlıkta buz ($\gamma:7 \text{ kN/m}^3$) ile kaplı olduğu kabul edilir [1].

5. RÜZGAR YÜKÜ

Rüzgâr yükü, doğrultusu genelde yatay kabul edilen bir yüküdür. Rüzgâr yükünün, çok yüksek olmayan normal yapılar için statik olduğu kabul edilir. Rüzgârın esme yönünde çarptığı yapı yüzeylerinde basınç, arka yüzeylerde ise emme kuvveti oluşur. Rüzgâr hızı, yapı yüksekliğince belli bir yüksekliğe kadar artar. Bu nedenle cephe ile çatıya etkiyen kuvvetler de yapı yüksekliğince artış gösterir.

Rüzgâr yükü, her yönde en büyük değerde olacak şekilde dikkate alınmalıdır. Rüzgâr yükü hesabı yapının geometrisine bağlıdır. Basınç, emme ve sürtünme etkileri birleştirilerek hesaba alınır. TS 498 – 1997 ile çelik çatılar için rüzgâr yükleri hesaplanabilir [1]. Kendi şartnameleri bulunan köprü, vinçler, yüksek bacalar, radyo, yayın kuleleri, yüksek gerilim hatları vb. için TS 498 – 1997 geçerli değildir [1].

Bir çatıya etki eden rüzgâr yükü bileşkesi denklem (3) ile bulunur.

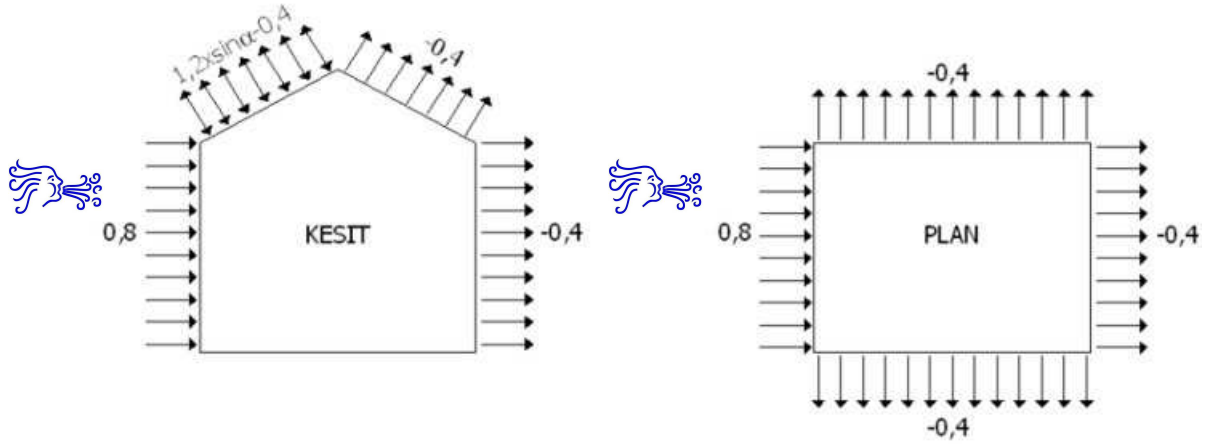
$$W = C_f \times q \times A \quad (3)$$

Burada; C_f aerodinamik yük katsayısı, q (kN/m^2) emme (hız basıncı), A (m^2) etkilenen yüzey alanıdır. Çatının zeminden yüksekliğine bağlı olarak emme ve rüzgâr hızı Tablo 3 ile verilmiştir. Ülkemizde, standart veya yönetmeliklere girmiş herhangi bir rüzgâr haritası yoktur. Rüzgâr hızının yüksek olduğu bölgelerdeki önemli yüksek çatılarda, rüzgâr hızının Devlet Meteoroloji İşleri Bölge Müdürlüklerinden öğrenilerek q değerinin değişiminin belirlenmesi yararlı olur. Aerodinamik yük katsayısı (C_f)'nin belirlenmesi, yapı geometrisine ve rüzgâr esme yönüne bağlıdır. Rüzgâr kanalı deneyleri ile bu sayı elde edilebilir. Aerodinamik yük katsayısı kule tipi olmayan çeşitli yapılar için Şekil 3 – Şekil 7 ile verilmiştir. Narin çelik konstrüksiyonlarda buzlanma sonucu artacak rüzgâra maruz (ekspeze) yüzeyler dolayısı ile rüzgâr yüklerinde oluşacak artışın projelendirmede ayrıca dikkate alınması gerekir.

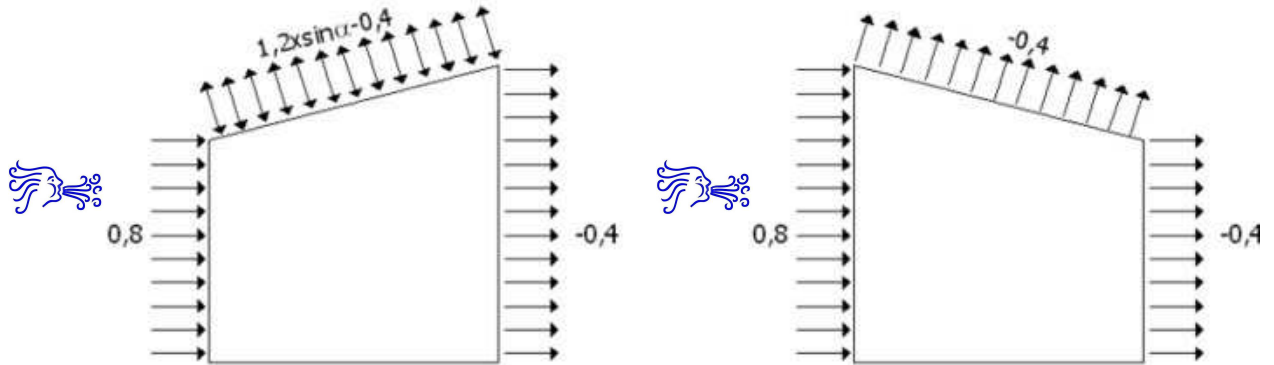
Tablo 3. Yüksekliğe bağlı olarak rüzgâr hızı ve emme

Zeminden Yükseklik (m.)	Rüzgâr Hızı (km/saat)	q (kN/m ²)
0-8	101	0,5
8-20	129	0,8
21-100	151	1,1
>100	164	1,3

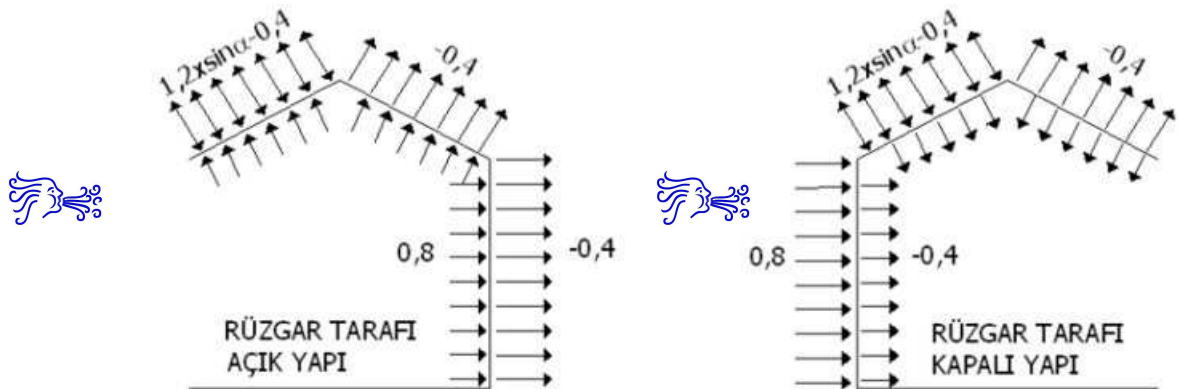
Mahalli topografik şartlar nedeniyle değişik rüzgâr hızları oluşabilir ve Tablo 3'den çeşitli sapmalar olabilir. Yüksek ve sarp yamaçtaki bir çatı için rüzgâr etkisi şiddetli olacağı düşüncesiyle emme $q=1,1$ kN/m² alınmalıdır [1].



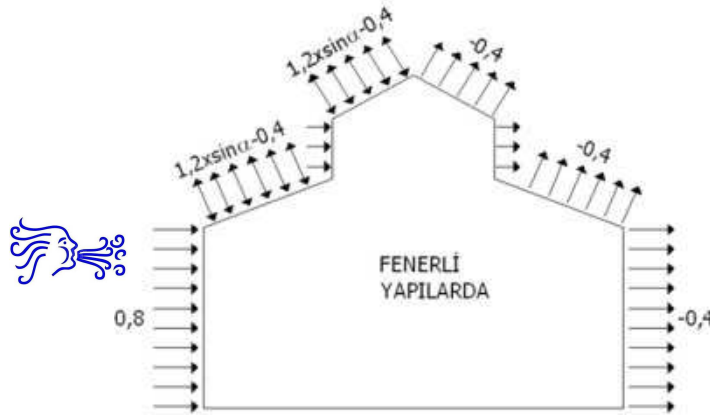
Şekil 3. Rüzgâr soldan için kesit ve planda aerodinamik yük katsayıları (C_f)



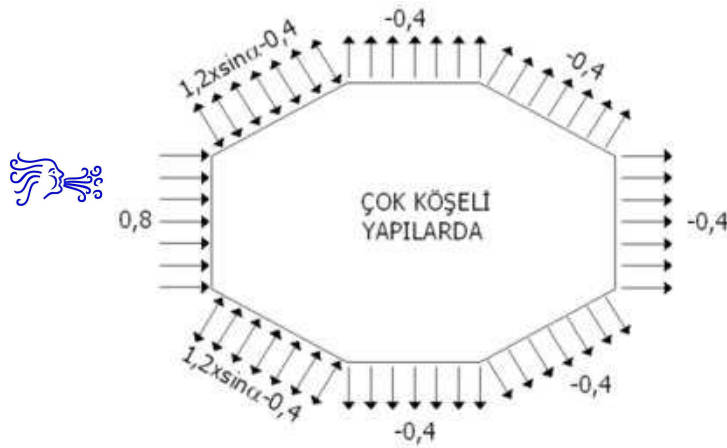
Şekil 4. Rüzgâr soldan için tek eğimli çatılarda aerodinamik yük katsayıları (C_f)



Şekil 5. Rüzgâr soldan için rüzgâra açık ve kapalı çatılarda aerodinamik yük katsayıları (C_f)



Şekil 6. Rüzgâr soldan için fenerli çatıda aerodinamik yük katsayıları (C_f)



Şekil 7. Rüzgâr soldan için çok köşeli yapı planındaki aerodinamik yük katsayıları (C_f)

Bazı durumlarda kar yükü ve rüzgâr yükünün aynı anda düşünülmesi gerekir. Bu tür durumların incelenmesi için çatı eğimi 45° 'den küçük çatılarda; $P_k + W/2$ veya $W + P_k/2$ yük kombinasyonları EY (H) yüklemesine göre, $P_k + W$ ise EIY (HZ) yüklemesine göre ayrı ayrı kontrol edilmelidir [1]. Burada; P_k kar yükü, W ise rüzgâr yüküdür.

6. DEPREM YÜKÜ

Ülkemizde, deprem bölgelerinde yeni yapılacak binalar ile daha önce yapılmış mevcut binaların incelenmesinde 2007 yılında yürürlüğe giren ve oldukça kapsamlı olan Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY 2007) kullanılmaktadır [6]. Binaların deprem hesabında; Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi, Mod Birleştirme Yöntemi ve Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi DBYBHY 2007 ile belirtilen koşullar dikkate alınarak kullanılabilir. Deprem hesabında, bina modellenirken çelik çatı ve çelik çatıya etkiyen yükler mutlaka dikkate alınmalıdır. Deprem bölgelerinde yapılacak binaların taşıyıcı sistem elemanlarının boyutlandırılması ve birleşimlerinin düzenlenmesi için DBYBHY 2007'nin çelik bina tasarımı için verilen özel kurallara öncelikli olarak uyulması gerekmektedir [6].

Deprem hesabında sıkça kullanılan ve DBYBHY 2007 ile verilen Eşdeğer Deprem Yükü Yönteminde, binanın toplam ağırlığı hesaplanırken çatı için hesaplanan kar yüklerinin %30'u zati yüklerin toplamına eklenerek dikkate alınmaktadır [6]. DBYBHY 2007'e göre deprem yükleri ile rüzgâr yüklerinin binaya aynı zamanda etkilediği varsayılmakta, ancak her bir yapı elemanının boyutlandırılmasında, deprem ya

da rüzgâr etkisi için hesaplanan büyüklüklerin elverişsiz olanının göz önüne alınması gerekmektedir [6]. Rüzgârdan oluşan büyüklüklerin daha elverişsiz olması durumunda bile elemanların boyutlandırılması, detaylandırılması ve birleşim noktalarının düzenlenmesinde, DBYBHY 2007 ile belirtilen koşullara uyulması zorunludur [6].

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çelik çatılar, büyük hacimlere sahip sanayi yapıları, fabrikalar, spor tesisleri ve ticaret merkezleri gibi yapılarının örtülmesinde sıkça kullanılmaktadır. Bu tip çatılar çelik malzemenin getirdiği ekonomi ve emniyet sayesinde geniş alanları sorunsuz olarak kapatılabilmekte, aynı zamanda estetik bir görünüm sağlamaktadır.

Bu çalışmada, çelik çatılara etkileyen; çatı öz ağırlığı, kar yükü, buz yükü, rüzgâr yükü, deprem yükü incelenmiş ve birbirleri ile olan etkileşimleri araştırılmıştır. Çelik çatılarda; çatı örtüsü ağırlığının yanında, aşık, rüzgâr bağlantıları, makas öz ağırlığı gibi çatılara etkileyen diğer öz ağırlık yüklerinin özenli bir şekilde hesaplanması gerekir. Kar yüklerinin tasarım ile boyutlandırma aşamalarında göz önüne alınması ve çatılarda kar birikmesi gibi özel durumların incelenmesi önem taşımaktadır. Kar biriken çatılarda, kar temizliği önceden planlanmalı ve düzenli olarak yapılmalıdır. Buz oluşması ihtimali olan çatılarda tasarım aşamasında önlemler alınmalı ve boyutlandırmada buz yükü gerekli olduğu durumlarda dikkate alınmalıdır. Rüzgâr yüklerinin hesabında, aerodinamik katsayının belirlenmesine dikkat edilmelidir. Rüzgâr hızının yüksek olduğu bölgelerdeki çatılarda, rüzgâr hızının Devlet Meteoroloji İşleri Bölge Müdürlüklerinden öğrenilmesi gerekir. Buzlanma durumu mevcut ise, rüzgâra maruz yüzeylerdeki artış mutlaka projelendirme aşamasında dikkate alınmalıdır. Benzer olarak; kar ile birlikte rüzgâr etkilerinin incelendiği durumlarda standart ve yönetmeliklerde verilen kombinasyonlar uygulanmalı ve çatı kontrol edilmelidir. Deprem yükleri, DBYBHY 2007 hükümleri doğrultusunda, tüm bina sistemini dikkate alacak şekilde modellenmeli ve yapı davranışı çelik çatı kısmı ihmal edilmeden incelenmelidir. DBYBHY 2007 ile çelik binalar için verilen özel kurallar çelik çatı boyutlandırılırken özenle dikkate alınmalıdır.

İnşaat mühendisleri ve mimarlar çelik çatıların, özellikle kar ve rüzgâr açısından çok kritik yapılar olduğunu, standartların minimum sınırlar önerdiğini unutmamalıdır. Özellikle büyük açıklıkları örtmek için kullanılan sistemlerinin yıkılması durumunda birçok can kaybı olacağı, ekonomik olarak da büyük kayıpların ortaya çıkacağı göz ardı edilmemelidir. Çelik çatı sistemleri, sadece malzeme tasarrufu düşüncesi ile değil aynı zamanda çatının sürdürülebilir olmasını sağlayacak şekilde tasarlanmalı ve boyutlandırılmalıdır.

8. KAYNAKLAR

- [1] Türk Standartları (1997). “Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri (TS 498 – 1997)”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [2] Eurocode 1 (2003). “Action on Structures, Part 1–3 General Actions: Snow Loads (Eurocode 1:EN 1991-1-3)”, European Committee for Standardization, Brussels.
- [3] Beton-Kalender (1983). Wilhelm Ernst & Sohn, München.
- [4] Türkiye Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü (2009). “Türkiye Meteorolojik Veri Arşiv Sistemi”: <http://tumas.dmi.gov.tr/wps/portal/>
- [5] Türk Standartları (1989). “Yapıların Tasarımı için Esaslar – Çatılardaki Kar Yüklerinin Tespiti (TS 7046 – 1989)”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [6] Türkiye Bayındırlık ve İskan Bakanlığı (2007). “Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY – 2007)”, Ankara.