

Yapılar İçin Kar Yüklerinin ve Kar Kaynaklı Hasarların Değerlendirilmesi

¹Fikrat Almahdi, ^{*1}Adem Doğanün, ²Fatih Genç and ¹Mehmet Ömer Timurağaoğlu
¹Uludağ Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, 16059 Bursa
²FGS Müşavirlik Mühendislik İnşaat LTD.ŞTİ., Bursa

Özet

Bulunduğu coğrafi konum nedeniyle ülkemizde farklı iklimler yaşanmaktadır. Karasal iklimin yaşandığı bölgelerimizde, yoğun kar yağışı ve buzlanma görülebilmektedir. Kar da rüzgar gibi daha az önemsenen yüklerden biridir. Çünkü kar nedeniyle meydana gelen kayıplar genel olarak maddi kayıplardır. Kar yükü çatılara etkimektedir. Çatılar genel olarak herhangi bir hesap yapmadan, projelerde sadece birkaç detay sunulmasıyla geçiştirilmektedir. Ancak ülkemizde son yıllarda yaşanan kar olayları, çatıların mutlaka projelendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu konuda akademik odaların girişimleri bulunmaktadır. Bu çalışmada öncelikle TS 498 ve TS EN 1991-1-3 ile Eurocode gibi yönetmeliklerde bulunan kar yükü hesaplama yöntemleri detaylı bir şekilde irdelenmekte ve yönetmelikle karşılaştırmalı olarak irdelenmektedir. Bunlara ek olarak, yapılarda kardan dolayı ülkemizde, özellikle de Bursa ve civarında meydana gelen yapısal hasarlar irdelenmektedir. Yakın gelecekte (Ocak 2019) yürürlüğe girecek olan Türkiye Bina Deprem yönetmeliğinde kar yükü için belirtilen hususlar da sunulmaktadır.

Anahtar kelimeler: Kar yükü, Çatı hasarları, TS 498, TS EN 1991-1-3, Eurocode

Abstract

Due to its geographical location, our country experiences different climates. In our region with the continental climate, heavy snow and ice can be seen. Because the loss caused by snow is generally a financial loss, Snow like wind does not attract the attention as the gravity or earthquake load. The snow load acts on the roof. In general roofs are passed on to the project with only a few details, without making any calculations. However, the snow events which happened in the recent years in our country revealed that the snow impact on the roofs should be taken into account seriously. In this study, a comparison between TS 498, TS EN 1991-1-3 and Eurocode is made regarding to the snow load calculation methods. In addition, examples of the structural damages observed in our country due to snowfall, especially in Bursa and its surroundings are presented. Finally the paper introduces some information concerning the snow load items involved in the Turkish Earthquake Code which will be effectuated in (January 2019).

Keywords: Snow load, roof damages, TS 498, TS EN 1991-1-3, Eurocode

1. Giriş

Kar yükünün sadece belirli bölgelerde daha etkin olmasının da etkisiyle, kar yükü konusunda yapılan çalışmalar oldukça azdır. Çatısı olmayan terasa sahip betonarme yapılarda kar yüklerinden meydana gelen hasara rastlamak oldukça zordur. Konut türü yapılarda ahşap çatılar bulunsa da bunların açıklıkları nispeten daha küçük olduğundan, kar nedeniyle çatılarda hasar oluşsa da bunlar yerel düzeyde kalmakta ve ortaya çıkan hasar da nispeten sınırlı düzeyde kalmaktadır. Ancak, özellikle sanayi yapılarında ve pazaryeri gibi yapılarda büyük açıklıklı çelik çatılar yapılmak durumunda kalmaktadır. Bunların tasarımında ya da detaylandırılmasında bir eksiklik ya da bir kusur varsa, bu çatılar hasar görmekte ya da yıkılmaktadır. Bu hasarlar maalesef konutlardaki çatı hasarları gibi yerel olmamakta ve meydana gelen hasarlar da sınırlı düzeyde kalmamaktadır. Zira

bu yapı eğer bir Pazar yeri ise altında insanlar yaralanabilir ya da hayatını kaybedebilir. Eğer bir fabrika yapısı ise içerisinde çalışanlar bulunduğundan yine yaralanmalara ve can kayıplarına neden olabilir. Bunun yanında içerisindeki değerli makineler çalışamaz duruma gelebilmekte ve ekonomik açıdan daha da zararlı yönü belirli bir süre fabrikanın çalışamaz durumda kalmasına neden olmaktadır. Bu da pazar kaybına kadar varabilecek ve uzun yıllar etkisini sürdürecektir maddi kayıplara yol açabilmektedir.

Bursa'da 2015 yılına yoğun kar yağışı ile girildi. Yağan yoğun kar yağışı nedeniyle özellikle pazaryerleri, sebze hali ve fabrika gibi büyük yüzey alanına sahip yapıların çatılarında göçmeler meydana geldi. İnegöl'de merkez pazaryerinin çatısının çökmesi, Keles'te halı saha ve akaryakıt istasyonunun çökmesi, Yenişehir'de 300 kişilik düğün salonunun ve akaryakıt istasyonunun çatılarının çökmesi, İnegöl, Orhanlı ve Büyük Orhan da ahırların çökmesi, çöken çatılara sadece birkaç örnek olarak verilebilir. Bu hasarlar sonucunda çok şükür can kaybı olmamış ancak yaralanan vatandaşlarımız olmuş, onlarca hayvan telef olmuş, çok sayıda araç hasar görmüş ve maddi zararlar meydana gelmiştir.

2015 yılı Ocak ayında meydana gelen hasarlara örnekler Şekil 1 ve 2'de sunulan fotoğraflarda görülmektedir.



Şekil 1. İnegöl hal binasının kar yağışı sonrası göçmüş haldeki görünümü [1]



Şekil 2. Yenişehir’de düğün salonunun ve akaryakıt istasyonunun kar yağışı sonrası göçtükten sonraki görünümü [2]

2015 yılı Ocak ayında meydana gelen kar yağışı sadece Bursa’da değil çevre illerde de hasarlara neden olmuştur. Bunlara örnek olarak Bilecik ilimizin Bozüyük ilçesinde pazaryeri binasının çelik çatısı Şekil 3 ve 4’ten görüldüğü gibi göçmüştür. Göçme esnasında pazaryerinin boş olması büyük bir facianın gerçekleşmesini engellemiştir.

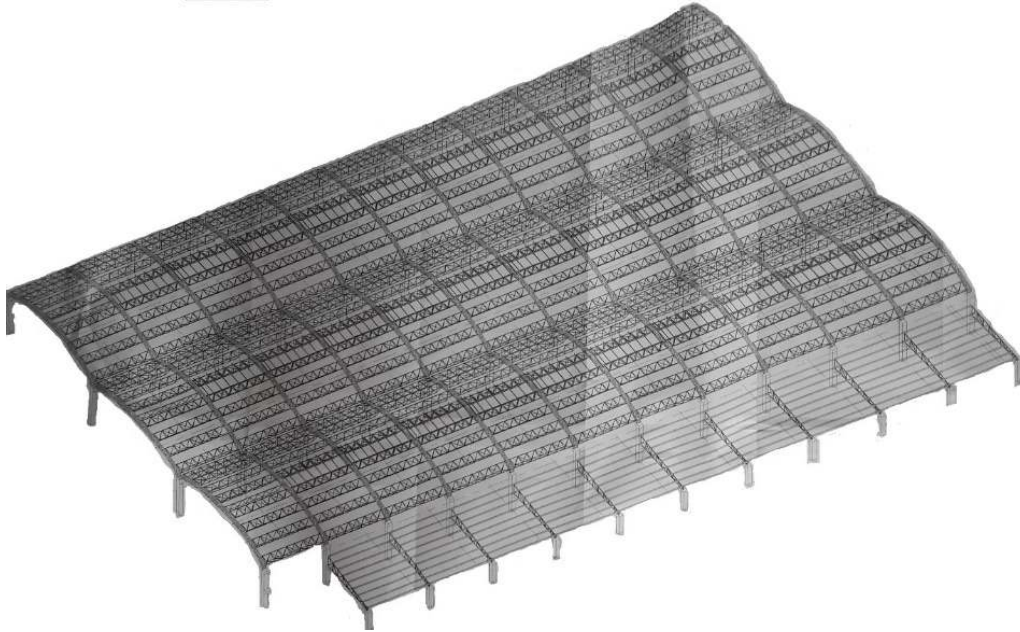


Şekil 3. Bilecik Bozüyük’te pazaryerinin çatısının kar yağışı sonrası görünümü



Şekil 4. Bilecik Bozüyük'te pazaryerinin kar yağışı sonrası iç mekan görünümü

Bozüyük Kapalı Pazar yeri 70,00 m x 198,55 m boyutlarında tek katlı olarak yapılmıştır. Taşıyıcı sistemi oluşturan, temelleri ve kolonları betonarme prefabrik, çatısı ise tonoz çelik sistem olarak seçilmiş ve inşa edilmiştir. Çelik çatı sistemi; 70 m lik boyunda 3 adet 20 m lik uzay sistem tonoz makas ile 1 adet tek eğimli makastan ibarettir. Şekil 5'te çatı sistemi (tonozların ve aşıkların genel düzeni) sunulmaktadır.



Şekil 5. Bilecik Bozüyük tek katlı pazaryerinde çatı sisteminin genel çizim görünümü [3]

2. Kar Yüğü

Hareketli yük olarak tanımlanan kar yükünün ülkemizin bazı bölgelerinde dikkate alınması zorunlu olmaktadır. Kar yükü, coğrafi ve meteorolojik şartların yanında karın temasta bulunacağı yüzeyin eğimine ve rüzgar etkisine bağlı olarak değişmektedir. Yatayla α açısı kadar eğim yapan ve kar yağmasının engellenmediği çatılarda 1 m^2 ye kN cinsinden etkiyen kar yükü hesap değeri (P_k) TS 498 yönetmeliğine [4] göre;

$$0 \leq \frac{\alpha - 30^\circ}{40^\circ} \leq 1 \quad (\alpha > 30^\circ \text{ için}) \text{ olmak üzere, } P_k = 1 - \frac{\alpha - 30^\circ}{40^\circ} P_{ko} \text{ bağıntısıyla}$$

hesaplanmaktadır. Bağıntıdaki P_{ko} zati kar yükü olarak adlandırılmakta ve değeri Şekil 6'da verilen kar yağış yüksekliğine göre hazırlanmış olan haritadan bölge numarası tespit edilerek Tablo 1'den alınmaktadır. Eğimi 30° ye kadar olan çatılarda P_k ile P_{ko} değerleri eşit kabul edilmekte ve çatı alanının planındaki düzgün yayılı yük olarak dikkate alınmaktadır.

Düşey yükler için temel yük kombinasyonu olarak adlandırılan ve aşağıda sunulan birleşiminde kar yükü hareketli yük olarak tanımlanmaktadır [5].

$$F_d = 1,4 G + 1,6 Q$$



Şekil 6. Türkiye kar yağış yüksekliği haritası [4]

Tablo 1. Zati kar yükü değerleri [4]

Yapı yerinin denizden yüksekliği, m	Bölgelere göre P_{ko} değerleri, kN/m ²			
	I	II	III	IV
≤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
1500	0,88	1,16	1,49	1,76
≥1500	0,92	1,21	1,55	1,84

Not: Kar yağmayan yerlerde kar yükü hesap değeri sıfır alınır.

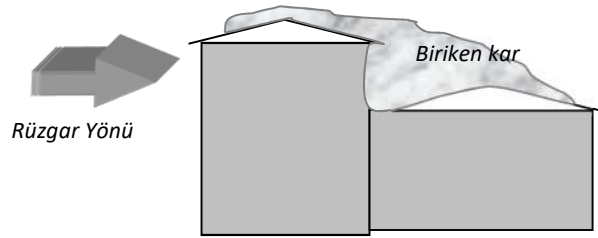
2019’da yürürlüğe girecek olan Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğinde [6], deprem etkisini içeren yük birleşimleri için hareketli yük kombinezonu içinde dikkate alınmayıp aşağıdaki yük kombinezonlarından görüldüğü gibi farklı bir yük etkisi 0,2S olarak dikkate alınmaktadır. Adı geçen yönetmeliğin 4. Bölümünde, taşıyıcı sistem elemanlarının tasarımında esas alınmak üzere, deprem etkisi ve kar yükünü içeren yük birleşimi

$$F_d = G + Q + 0,2 S + E_d^{(H)} + 0,3 E_d^{(Z)}$$

bağıntısı ile tanımlanmaktadır. Aynı yönetmeliğin “Düzenli Yerinde Dökme Betonarme Binalar İçin Basitleştirilmiş Tasarım Kuralları” başlıklı 17. bölümünde kar yükü S , binanın çatı katına etkileyen hareketli yük değerine ilave edilebilir ve binanın çatı katına etki eden hareketli yük, 0.2 değerindeki yük katsayısıyla azaltılmış kar yükünü de içermelidir denilmektedir. Bu bölümdeki tasarım için aşağıdaki yük birleşimi tanımlanmaktadır:

$$F_d = G + Q + 0,2 S \pm E_d$$

Çatılarda karların kısmen eriyip yoğunlaşması ve çatı yüzeyinden kayarak birikebileceği durumlar göz önünde tutulmalıdır. Diğer taraftan rüzgarın esiş yönüne bağlı olarak farklı yüksekliklere sahip iki komşu yapı için Şekil 7’deki gibi kritik kar yükü durumlarıyla da karşılaşılabilir.



Şekil 7. Farklı yüksekliğe sahip komşu yapılarda kar birikmesi durumu [7]

Ülkemizde Eurocode 1'in [8] Türk Standardı olarak kabul edilmiş olan "TS EN 1991-1-3 (2007) Yapılar Üzerindeki Etkiler - Bölüm 1-3: Genel Etkiler - Kar Yükleri" standardına kar yükleri daha ayrıntılı bir biçimde tanımlanmaktadır [9]. Bu standarda göre, tasarımda, kar kütesinin çatı üzerinde farklı biçimde toplanabileceği göz önünde bulundurulmaktadır. Kar kütesinin çatı üzerinde farklı biçimde toplanmasına neden olan çatı özellikleri veya diğer faktörler aşağıda sıralanmaktadır:

1. Çatı şekli,
2. Isıl özellikler,
3. Yüzey pürüzlülüğü,
4. Çatı altında oluşan ısı miktarı,
5. Komşu binaların yakınlığı,
6. Çevre arazi yapısı,
7. Lokal meteorolojik iklim özellikleri. özellikle rüzgar, sıcaklık değişkenliği, yağış (yağmur veya kar olarak) ihtimali.

Çatıların farklı kar yükü etkilerine maruz kalmasına neden olan Çatı Şekil Katsayıları aşağıdaki çatı şekilleri için farklı farklı tanımlanmaktadır:

1. Tek eğimli çatılar
2. Çift eğimli çatılar
3. Çok eğimli çatılar
4. Silindirik çatılar
5. Daha yüksek bir yapıya bitişik veya yakın olan çatılar

3. Sonuç ve Öneriler

Çalışmadan çıkartılabilecek başlıca sonuçlar ve getirilebilecek önerilerden başlıcaları aşağıda sunulmaktadır:

- 1) Çatılar genel olarak herhangi bir hesap yapmadan, projelerde sadece birkaç detay sunulmasıyla geçiştirilmektedir. Ancak yoğun kar yağışı sonrasında meydana gelen çatı göçmeleri, bu konuya daha fazla önem vermemiz gerektiğini ortaya koymaktadır.
- 2) Özellikle büyük açıklıkların bulunduğu çelik çatılar kar yüklerine karşı daha riskli durumdadır. Bunların mühendislik hesaplarında ve yapımında mutlaka daha fazla dikkatli olmak ve uzman ekiplerle çalışmak gerekmektedir.
- 3) Kar yükleri zaman zaman yönetmelikte belirtilen yük değerlerini aşabilmektedir. Çünkü, yağdığı andaki birim ağırlığı ile günlerce devam etmesi durumunda birikmiş durumdaki ağırlığı birbirinden oldukça farklıdır. Bu durum, çatı tasarımı yapan mühendis meslektaşlarımızın daha dikkatli davranmasını gerektirmektedir.
- 4) Çok sayıda sanayi yapımızın yağın ve biriken yoğun kar yağışı sonucunda, hasar görmesi, maddi zararın yanında üretim kaybına da neden olmuştur. Bazen üretim kayıpları ve firmanın prestijinin düşmesi binanın kendi yapı maliyetinin 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 geçirmelidir.

- 5) Ülkemizde kullanılan TS498 ve TS EN 1991-1-3 standartları kar yükleri açısından karşılaştırıldığında, TS EN 1991-1-3 in daha ayrıntılı olduğu belirtilebilir.

Kaynaklar

- [1]. <https://www.haberler.com/bursa-hal-binasinin-catisi-boyle-coktu-6845834-haberi/>. Son erişim: 12/04/2018
- [2]. <http://haberciniz.biz/yenisehirde-dugun-salonu-ve-akaryakit-istasyonun-catileri-kardan-coktu-3422165h.htm>. Son erişim: 12/04/2018
- [3]. Doğan, A., Genç, F. Bilecik Bozüyük'te Çöken kapalı pazar yeri hakkında statik rapor.
- [4]. TS498, "Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri", Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1987, 19 sayfa.
- [5]. TS500, "Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları", Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2000, 67 sayfa.
- [6]. TBDY 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği- EK: Deprem Etkisi Altında Binaların Tasarımı İçin Esaslar, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. AFAD,
- [7]. Doğan, A., (2017), Betonarme yapıların hesap ve tasarımı, CD ilaveli 14. Baskı, Birsen Yayınevi, ISBN: 978-975-511-310-X, 732 sayfa
- [8]. En, B. S. (1991). 1-4: Eurocode 1: Actions on structures - General actions - Wind actions. 2005.
- [9]. TS EN 1991-1-3 "Yapılar üzerindeki etkiler - Bölüm 1-3: Genel etkiler - Kar yükleri (Eurocode 1)" Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2007, 19 sayfa.