



ÇATILARDA BUZLANMA VE BUZ SARKITLARININ OLUŞUM SEBEPLERİ VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ¹

Fatma Zehra ÇAKICI^a

E-mail: fzehra.cakici@atauni.edu.tr

Özet

Çatılar, binaları kar, yağmur, rüzgâr ve güneş vb. dış hava koşullarından korumalarının yanı sıra üzerine gelen kar yükünü taşıma ve binanın ısı konforunu sağlama gibi görevleri de bulunmaktadır. Ancak, bölgenin fazla kar yağışına maruz kalması ve soğuk hava koşullarından dolayı karın eriyememesi, kar örtüsünün yeryüzünde ve çatı yüzeyinde daha uzun süre kalmasına sebep olmaktadır. Çatılarda biriken karların donarak buz kütleleri ve buz sarkıtlarına dönüşmesi ve ısınan havayla birlikte düşmesi sonucunda çok sayıda maddi ve ölümlü kazalar meydana gelmektedir. Bu çalışma kapsamında karın çatıdan tahliyesini engelleyen ve buzlanma ve buz sarkıtlarının oluşmasına sebep olan faktörler ele alınarak, çözüm alternatifleri dört başlıkta incelenecektir; bunlar (i) çatı formu ve tasarımı, (ii) çatı sistemi tasarımı, (iii) çatı malzemesi ve (iv) alternatif yöntemlerin kullanımını içermektedir.

Anahtar Kelimeler

Buzlanma
Buz sarkıtları
Çatı tasarımı
Erzurum
Soğuk iklim bölgesi

REASONS FOR THE FORMATION OF ICE AND ICICLES ON ROOFS AND SOLUTION PROPOSALS

Abstract

Roofs bear snow loads and ensure the thermal comfort of the building as well as their other tasks such as the protection of buildings from external weather conditions like snow, rain, wind and sun. However, the exposure to heavy snowfall and cold weather conditions in the region lead snow cover to not melt and stay longer on the land and the roof surfaces. The accumulated snow on the roof is frozen and transformed into ice mass and icicles, then, with warming air, they fall down and bring about a large number of material damage and fatal accidents. In this context, this study, considering the factors, which prevent the discharge of snow from the roof and lead to the formation of ice and icicles, aims to seek solutions in four titles, which are (i) the form and design of roofs, (ii) roofing system design, (iii) the roof covering materials and (iv) the use of alternative methods.

Keywords

Icing
Icicle
Roof design
Erzurum
Cold climatic region

¹ Bu çalışma, 10-12 Şubat 2016 tarihleri arasında Atatürk Üniversitesi tarafından düzenlenen Uluslararası Kış Kentleri Sempozyumu'nda yazar tarafından sunulan "Çatılarda Oluşan Buz Sarkıtları İçin Çözüm Önerileri" başlıklı çalışmanın genişletilmiş halidir.

^a Atatürk Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Erzurum

Makale Bilgisi: Başyuru: 28.03.2016; Düzeltme: 13.09.2017; Kabul: 25.09.2017; Çevrimiçi yayın: 30.06.2018

Atıf için: Çakıcı, F.Z. (2018). Çatılarda Buzlanma ve Buz Sarkıtlarının Oluşum Sebepleri ve Çözüm Önerileri, ATA Planlama ve Tasarım Dergisi, 2:1, 13-19.

© 2018 ATA PTD, Tüm Hakları Saklıdır.

1. GİRİŞ

Soğuk iklim bölgelerinde kar yağışının fazla olması ve kar örtüsünün yeryüzünde uzun süre kalması buzla ilgili problemleri de beraberinde getirmektedir. Yağan karın soğuk hava sebebiyle eriyememesi ve donması sonucunda buzlanmalar meydana gelmektedir. Karayolu ulaşımının birincil derecede öneme sahip olduğu ülkemizde yollarda meydana gelen buzlanmalar için farklı çözüm önerileri mevcuttur. Buzlanmalara karşı mücadele yöntemleri araç ve seyahat güvenliği açısından büyük öneme sahiptir. Bu konuda pek çok araştırma yapılmış; buzlanmayı önleme ve buzlanmayı giderme yönünde pek çok çözüm önerileri getirilerek uygulamaya konulmuştur. Karayollarındaki buzlanmalar için, tuz, kum ve ısıtılmış agrega kullanımı (Özdemir, 2011) gibi geleneksel yöntemlerin yanı sıra çeşitli çözücü ve nano-teknoloji ürünü kimyasallar (Budunoğlu, 2012) (örn. silika esaslı nano-malzemesler, sulu polimer çözeltileri, polimer kompozit filmler (Ercan, 2013)) ve buzlanma erken uyarı sistemi (Gökdemir, 2013) gibi teknolojik yöntemlere de başvurulmaktadır.

Karayollarındaki buzlanmalar için önerilen çözüm yolları buzlanmanın önlenmesi ve buzlanmanın giderilmesi olarak iki başlık altında ele alınmaktadır (Gökdemir, 2013). Buzlanmanın önlenmesi birincil derecede öneme sahiptir. Buzlanma önlenilirse, buzlanmadan kaynaklı problemlerin de büyük ölçüde önüne geçilebilir. Buzlanma gerçekleşikten sonra ise buzlanmanın giderilmesi/çözülmesi daha zahmetli bir süreç olarak ele alınmaktadır.

Zemindeki buzlanmalar araç ve yaya trafiğini olumsuz yönde etkilerken bir diğer buzlanma türü de binaların çatılarında meydana gelmektedir. Ancak, çatılarda oluşan buzlanma ve buz sarkıtları için ise literatürde çok kısıtlı sayıda yayın bulunmaktadır. Çatılar, binaların üzerinde yer alarak binaları dış hava koşullarına karşı koruyan yapı elemanlarıdır. Çatılar, üzerlerine gelen kar ve yağmuru binadan en kısa sürede uzaklaştırarak yapının su almasını engellemektedirler. Çatı üzerine gelen kar yükünün soğuk hava koşullarından dolayı

binadan kısa sürede uzaklaştırılmaması sonucunda, çatı yüzeyinde ve saçaklarda donan karlar, buz sarkıtları oluşmaktadır. Oluşan buz sarkıtları 10-15cm kadar kısa olabileceği gibi boyu 1,5-2m'yi geçen buz sarkıtları da oluşabilmektedir. Havanın ısınmasıyla birlikte buz sarkıtlarının çatıdan koparak yere düşmesi maddi hasarların yanı sıra çok sayıda can kayıplarına da sebep olmaktadır.

2. METOT

Soğuk iklim bölgelerinde çatılarda oluşan buzlanma ve buz sarkıtlarının maddi ve ölümlü kazalara neden olmasının önüne geçilmesi büyük önem taşımaktadır. Kış mevsiminin etkilerini uzun süre gösterdiği Erzurum'da yapılan inşaat uygulamaları üzerinde yapılan gözlem ve incelemelerin yanı sıra literatür araştırmalarına dayalı olarak geliştiren bu çalışma kapsamında çatılardaki buzlanma ve buz sarkıtlarının oluşmasına sebep olan faktörler ele alınmış ve karın çatıdan tahliyesini engelleyen faktörler ortaya konmuştur. Kış kentinde edinilen deneyimler sonucunda, buzlanmaların ve buz sarkıtlarının oluşum sebeplerinin belirlenmesi aynı zamanda çözüm önerilerinin de geliştirilmesini mümkün kılmıştır.

3. ÇATILARDA BUZLANMA

Soğuk iklim bölgelerinde kar yağışının fazla olması ve yeryüzünde uzun süre kalması beklenen bir durumdur. Ayrıca, deniz seviyesinden yukarı çıktıkça hava soğumakta, yüzey sıcaklıkları da düşmektedir. Yağan kar yeryüzünde, özellikle yollar ve çatılar gibi yatay düzlemlerde buzlanmalara sebep olmaktadır. Örneğin toprağın üzerine düşen karlar toprağın ısısına göre uzun süre yeryüzünde kalırken, yollara düşen karlar yolun malzeme ve termal özelliklerine ve trafik yoğunluğuna göre eriyebilir veya donarak buzlanmalar gerçekleşebilir. Birden çok yönden hava sirkülasyonunun olduğu (özellikle metal) köprülerde ise daha çabuk buzlanmalar görülmektedir (Gökdemir, 2013). Çatılarda da benzer durumları gözlemlemek mümkündür.

Az eğimli veya eğimsiz düz (teras) çatılara yağın eriyerek tahliye olması uzun sürer. Bu sebeple fazla yağış alan bölgelerde

yağan yağmur ve karın tahliyesini kolaylaştırmak için daha çok eğimli çatılar tercih edilmektedir. Ancak çatı eğimi her ne kadar üzerine gelen yağmur ve karı tahliyesini kolaylaştırmak ve hızlandırmak için tercih edilse de, soğuk hava koşullarından dolayı eriyemeyen karlar çatı üzerinde tabakalar halinde donmakta, saçaklarda ise buz sarkıtları oluşturmaktadır. Havaların yumuşaması ve ısınması ile birlikte ise alttan ve üstten eriyerek harekete geçen buz kütleleri çatıdan koparak düşmekte; düştüğü yerde ise araçlara ve insanlara zarar vererek maddi hasarlı, yaralanma ve hatta ölümlere sebebiyet veren kazalara neden olmaktadır.

4. KARIN ÇATIDAN TAHLİYESİNİ ENGELLEYEN FAKTÖRLER

Çatı formu, çatı yüzeyindeki elemanlar ve çatı malzemesi karın çatıdan tahliyesini zorlaştırabilir ve/veya engelleyebilirler. Bina formu, en üst kat(lar)ın plan organizasyonu, kısmi çatı katları, makine daireleri, merdiven evi ve çatı ışıklıkları çatının formunu belirleyen ve etkileyen faktörler arasında yer almaktadır. Çatı formunun, karın çatıdan tahliyesini kolaylaştıracak şekilde tasarlanması önemlidir (Resim 1-3). Karın hareketini zorlaştıran ve/veya engelleyen formların kullanılması buzlanmalarla ilgili problemleri de beraberinde getirmektedir. Ayrıca eğimli çatılarda, bina formundan dolayı ortaya çıkan dereler, karın aşağıya doğru hareketini zorlaştırdığı için çatıdaki karın tahliyesini de engellemektedir.

Baca, anten, güneş kolektörleri ve su depoları gibi çatı düzleminin üzerinde bulunan elemanlar karın çatıdan tahliyesini engelleyerek çatıda buz kütlelerinin oluşmasına sebep olmaktadır (Resim 4-6). Çatı yüzeyindeki engellerin yanı sıra saçak uçlarında yer alan yağmur olukları da çatıdaki karın tahliyesini zorlaştırıcı rol oynamaktadır. Hem çatıdan kayarak aşağı düşme eğiliminde olan kar kütlelerinin geçişine engel olarak çatıda kalmalarına sebep olmak hem de üzerine gelen karların donmasıyla üzerindeki kar-buz yükünü taşıyamayarak kırılmaları ve düşmeleri tehlikesinden dolayı kar yağışının fazla olduğu bölgelerde yağmur oluklarının kullanılması tercih edilmemektedir.



Resim 1-3. Çatı formu ve malzemesi çatıdaki karın tahliyesini birinci derecede etkilemektedir



Resim 4-6. Çatı formu ve çatıdaki engeller çatıdaki karın tahliyesine engel olmaktadır

Çatı formu ve çatıdaki engellerin yanı sıra, kullanılan çatı malzemesi ve bu malzemelerin termal özellikleri de çatıdaki karın tahliyesinde önemli rol oynamaktadır (Resim 7-8). Çatılar sistem olarak sıcak çatı ve soğuk çatı olarak iki tipte inşa edilebilirler. ABD'deki Soğuk Bölgeler Araştırma ve Mühendislik Laboratuvarı tarafından yapılan araştırmalar çatı yalıtımı ve havalandırılmasının önemine dikkat çekmektedir (Buska vd., 1998). Çatılarda ısı yalıtımı ile çatı kaplaması arasında daimi bir hava sirkülasyonunun sağlanması ve çatı düzlemine ısı kaçışının engellenmesi ile saçaklarda buz sarkıtı oluşumunun önüne geçilebileceği belirtilmiştir. Sıcak çatı uygulamalarında ve ısıtılan çatılarda ise çatı yüzeyine kaçırılan ısı miktarınca/büyüklüğüne buz sarkıtları oluştuğu kaydedilmiştir (Tobiasson vd., 1994). Bu sebeple çatı yüzeyinin alttan soğuk tutulması gerektiği sonucuna varılmıştır.



Resim 7-8. Çatıdaki engeller karın tahliyesini engellerken, ısı kaçakları buz sarkıtlarının oluşumuna sebep olmaktadır.

Buzlanma ve buz sarkıtlarının oluşumu konusu kış kenti Erzurum örneğinde ele alınacak olursa, burada karın çatıdan tahliyesini kolaylaştırmak amacıyla çoğunlukla metal çatı uygulaması yapılmaktadır. Çatı katı ve çatı aralarının kullanılmadığı (çoğunlukla depolama amacıyla kullanıldığı) şehirde daha çok soğuk çatı inşa edilmektedir. Metal çatı kaplamaları her ne kadar karın tahliyesini kolaylaştırır da, ilk etapta yağın kar, harekete geçerek çatıdan aşağı düşse de hızlı ve yoğun yağın kar bir süre sonra çatıda birikmeye başlamaktadır.

Diğer taraftan kar yağışının zamanlaması da önem taşımaktadır. Kar yağışının sabah saatlerinde gerçekleşmesi halinde, yumuşak hava koşullarından dolayı kar çatıdan kısa sürede uzaklaşmakta ve erime eğiliminde bulunmaktadır. Yağışın akşama doğru gerçekleşmesi halinde ise gece boyunca düşen sıcaklık nedeniyle buzlanma ve donma meydana gelmekte ve saçaklarda buz sarkıtları oluşmaktadır. Havanın ısınmasıyla birlikte ısınan metal çatı, üzerindeki buz kütlelerini alttan ısıtmakta; alttan ve üstten erimeye başlayan buz kütleleri ise koparak çatıdan aşağıya düşmekte ve çeşitli kazalara sebep olmaktadır.

5. BULGULAR VE TARTIŞMALAR

Buzlanmaların ve buz sarkıtlarının oluşum sebeplerinin belirlenmesi çözüm önerileri geliştirmek için yol gösterici rol oynamaktadır. Buzlanma ve buz sarkıtlarının oluşum sebeplerinden yola çıkıldığında, bunların çeşitli tasarım kararları vasıtasıyla çözülebileceği veya en aza indirgenebileceği görülmüştür. Bu tasarım kararları daha çok çatı formu, çatı sistemi ve çatı malzemesini ilgilendirmektedir. Bunlar pasif çözüm yolları olarak da adlandırılabilirler. Mimari tasarım kararlarının yanı sıra daha etkin sonuç almak üzere aktif sistemler de kullanılabilir. Aktif sistemler ise buzlanmaların ve buz sarkıtlarının oluşumunu önlemek üzere kullanılan ısıtıcı kablolar ve çeşitli kimyasalların kullanılmasını içermektedir. Bu çalışma kapsamında buz ve buz sarkıtlarının oluşumuna karşı önerilen çözüm alternatifleri dört başlıkta incelenmiştir; (i) çatı formu ve tasarımı, (ii) çatı sistemi tasarımı, (iii) çatı malzemesi ve (iv) alternatif yöntemlerin kullanımı.

5.1 Çatı Formu ve Tasarımı

Kompleks forma sahip kırma çatılar, dereler, çatı düzlemindeki seviye farkları ve çatı pencereleri (güvercinlik, kuşgözü vb.) karın çatıda takılı kalmasına sebep olarak buz kütlelerinin oluşumuna sebep olacakları için bu elemanların tasarımı, karın tahliyesi dikkate alınarak yapılmalıdır. Mümkünse, fazla kar yağışına maruz kalan kış kentlerinde basit geometri eğimli çatılar tercih edilmelidir. Bacaların ise çatı düzlemi üzerinde veya saçaklara yakın yerlerde değil,

karın tahliyesine engel olmaması için mahya üzerinde yer almaları daha uygun olacaktır (Flood ve Heidrich, 2000).

Çatı formu ve tasarımına ilişkin bir diğer önemli husus eğimli çatı yüzeylerinin yönleriyle ilgilidir. Yön konusu iki şekilde ele alınmalıdır. Birincisi, ülkemiz için daha çok güney ve güneybatı yönlerine bakan ve gün ışığını direk olarak alan yüzeylerdeki karlar daha çabuk eriyerek çatıdan tahliye olmaktadır. Gün ışığından en az ölçüde yararlanan kuzey ve kuzeydoğu yönlerine bakan ve/veya başka bir yapının gölgesinde kalan yüzeylerdeki karlar ise çatı yüzeyinde daha uzun süre kalma eğilimindedirler. Çatı yönlendirmesine ilişkin ikinci husus ise saçak yönlerinin yakın çevre ile ilişkisini ilgilendirmektedir. Çatıda birikerek donan buz kütleleri ve saçaklardaki buz sarkıtları havaların ısınmasıyla birlikte çatı eğimi yönünde harekete geçerek saçaklardan aşağıya düşmektedirler. Buzların düşüşü, saçak altından geçen/duran yayalara ve araçlara zarar vermektedir. Bu bağlamda, çatı yüzeylerinin işlek yol tarafına yönlendirilmesi kaza ihtimalini artırıcı bir rol üstlenmektedir. Bu sebeplerle, çatı tasarımında yönlendirme durumunun hassasiyetle ele alınması gerekmektedir.

5.2 Çatı Sistemi Tasarımı

Çatı sistemi; alttan üste sırasıyla taşıyıcı, buhar kesici, ısı yalıtımı, su yalıtımı, havalandırma katman(lar)ı ve çatı kaplama malzemesinden oluşmaktadır. Baştaoğlu vd. (Baştaoğlu vd., 2016) çatı sistemi tasarımında, çatıdaki yalıtım malzemesi ile çatı kaplama malzemeleri arasında sürekli ve etkin bir havalandırma sağlanmasının gerekliliğine dikkat çekmektedirler. Hava sirkülasyonu, yaz aylarında yalıtım ile kaplama malzemesi arasındaki havanın harekete geçip mahya boyunca düzenlenen deliklerden dışarı atılmasını sağlayarak ve yalıtım malzemesinin ısınmasını engelleyerek yüzey sıcaklığının artmasının ve çatı altındaki mekânın ısınmasının önüne geçilebilmesi açısından önemlidir. Bu havalandırma, kış aylarında ise çatı yüzeyindeki karın doğal ve eşit şekilde erimesini sağlayarak çatı yüzeyindeki buzlanmaların ve saçaklardaki buz sarkıtlarının oluşmasını engellemeye

yardımcı olur. Çatılardaki buzlanma ve buz sarkıtlarının önüne geçilebilmesi için çatı kaplamasının havalandırılarak alttan serin tutulmasının yanı sıra bir diğer önemli nokta ise ısı yalıtımının geçirimsiz olması ve çatı kaplamasına doğru ısı geçişinin engellenmesidir (Tobiasson vd., 1999). Isı kaçış noktalarından çatı kaplama malzemesinin alttan ısınması, çatı yüzeyinde biriken kar ve buzların düzensiz/dengesiz şekilde erimesini tetikleyeceğinden çatıdaki buz kütlelerinin koparak aşağı düşmesine ve istenmeyen kazaların oluşmasına sebep olacaktır. Bu bağlamda, kış kentlerinde iyi yalıtılan ve alttan iyi havalandırılan soğuk çatı uygulamalarının daha uygun olacağı değerlendirilmektedir.

5.3 Çatı Kaplama Malzemesi

Malzeme seçiminde öncelikle çatı yüzeyine gelen karın ne yapılacağına karar verilmesi önemlidir. Bu bağlamda, tasarımcının karı çatıda tutmak mı yoksa bir an evvel çatıdan tahliye edilmesini mi istediğine karar vermesi gerekmektedir. Çimento, kil, bitüm ve plastik esaslı çatı kaplama malzemeleri ile ahşap, taş vb. kaplama malzemeleri pürüzlü yüzeylerinden dolayı karı çatıda tutma eğilimindedir. Daha çok sanayi tipi yapılarda tercih edilen metal esaslı çatı kaplama malzemeleri ise oldukça kaygan bir yüzeye sahiptirler ve üzerine gelen karın tahliyesini kolaylaştırmaktadırlar. Ancak malzeme seçimi tek başına yeterli değildir. Seçilen malzemenin uygun bir çatı sistemi ile birlikte kullanılması gerekmektedir. Ayrıca, çatıda biriken kar-buzun çatı tarafından belli bir süre taşınabilmesi için tasarım sırasında çatının strüktürel sistemine ve kar yükü taşıma kapasitesine dikkat edilmelidir.

5.4 Alternatif Yöntemlerin Kullanımı

Yukarıda bahsi geçen mimari tasarım kararları vasıtasıyla çatılardaki buzlanma ve buz sarkıtlarının oluşumu ve bunların sebep olacağı kazalar büyük oranda engellenebilir. Ancak, özellikle kar yağışının akabinde hava sıcaklığının hızla düşmesi sonucunda çatıda buzlanmalar ve saçaklarda buz sarkıtlarının oluşması kaçınılmaz olabilmektedir. Bu gibi durumlarda ise alternatif çözüm yollarına başvurulması gerekebilir. Karayollarında meydana gelen buzlanmalar için çeşitli buz

çözücü, buzlanmayı önleyici ve aşındırıcı malzemeler kullanılmaktadır. Bu malzemelerden bazıları, özellikle tuz kullanımı, yollara zarar vermekte ve kısa sürede yol yüzeylerinin bozulmasına da neden olmaktadır. Çatı olukları ve yağmur iniş borularında oluşan buzlanmalar için de zaman zaman tuz kullanılmakta ve kullanılan tuz özellikle metal malzemelerde bozunmalara sebep olmaktadır. Çatılarda oluşan buz ve buz sarkıtlarının giderilmesi için antifriz uygulamaları dışında özel bir kimyasal solüsyon, çözücü, aşındırıcı vb. uygulamasına literatürde rastlanılmamıştır.

Yapılarda kapalı mekânlarda kullanılan yerden ısıtma sistemleri, açık alanlarda, otoparklarda ve karayollarında oluşan buzlanmanın giderilmesi için geliştirilen alttan ısıtma sistemleri ile yeni bir uygulama alanı bulmuştur. Benzer olarak, günümüzde çatılarda oluşan buzlanmaların giderilmesi için de rezistanslı ısıtma kabloları kullanılmaya başlanmıştır. Buzun suya dönüştürülmesini sağlayarak çatılarda buzlanma ve buz sarkıtlarının oluşumunu engelleyen rezistanslı ısıtma kablolarının kullanımı uzun ve sert kış mevsimlerinin yaşandığı bölgelerde en etkili çözüm olarak kabul edilmektedir (URL-1). Rezistanslı ısıtma kabloları buzlanmanın meydana gelebileceği her türlü çatı yüzeyi, yağmur olukları ve iniş borularına döşenebilmektedir. Her türlü çatı malzemesi üzerine döşenebilen kablolar, çatıdaki karın eriyerek tahliye olmasına yardımcı olmakta ve çatı yüzeyinde meydana gelecek buzlanmanın önüne geçilmesini sağlamaktadır. Yağmur oluklarına döşenen kablolar ise saçaklarda buz sarkıtlarının oluşmasını engellemektedirler. Isıtma kablolarının sadece oluklara döşenmesi durumunda sadece buz sarkıtlarının oluşumu engellenebilmekte, ancak yağın kar yine çatı yüzeyinde birikmekte, çatıda yük oluşturmakta ve çatı yüzeyinde meydana gelecek buzlanmanın önüne geçilememektedir. Bu sebeple, ısıtma kablolarının sadece bir yapı elemanına veya bölgeye uygulanmasından ziyade çatı yüzeyi, yağmur olukları ve iniş borularına bütüncül bir sistem olarak döşenmesi daha etkili olacaktır.

6. SONUÇ

Sert kış şartlarının uzun süreli etkisini gösterdiği soğuk iklim bölgelerinde karşılaşılan ve maddi hasarların yanı sıra can kayıplarına sebep olan en ciddi problemlerden biri binaların çatılarında oluşan buzlanma ve buz sarkıtlarından kaynaklanmaktadır. Bu bağlamda, çatılardaki buzlanma ve buz sarkıtlarının oluşumunun önüne geçilmesi, buz oluşumlarının önüne geçilemediği durumlarda ise buzlanmanın giderilmesi büyük önem taşımaktadır. Kış kenti Erzurum'da yapılan inşaat uygulamaları üzerinde yapılan gözlem ve incelemelerin yanı sıra literatürde yer alan bilgiler doğrultusunda bir araya getirilen aktif ve pasif çözüm önerileri bu çalışma kapsamında dört başlıkta ele alınmıştır. Bunlar; çatı formu ve tasarımı, çatı sistemi, çatı malzemesi ve alternatif yöntemlerin kullanılmasıdır.

Soğuk iklim bölgelerinde yapılacak binaların mimari tasarımı sırasında karın çatıdan tahliyesi ve olası buzlanmaların dikkatle ele alınması gerekmektedir. Bu bağlamda, çatı yüzeyinde ve saçaklarda buzlanmaların meydana gelmemesi için, çatı formunun basit geometri ve eğimli olmasına dikkat edilirken çatıdaki karın tahliyesini zorlaştıracak seviye farkları, dereler, çatı pencereleri ve ışıklıkların tasarımına özen gösterilmesi gerekmektedir. Çatı tasarımı sırasında eğimli yüzeylerin yönlendirmesinde gün ışığına direk erişim veya gölgede kalma durumları değerlendirilirken işlek yol tarafına saçak verilmemesi olası kazaların engellenmesinde önemli rol oynayacaktır. Çatı seviyesinin üzerinde yer alan baca, anten, güneş kolektörü ve su deposu gibi elemanlar çatı yüzeyinde kar bariyerlerine sebep olmayacak şekilde yerleştirilmelidir. Çatı sistemi; taşıyıcıları, yalıtımları, havalandırma kanalları ve kaplama malzemeleri ile birlikte bir bütün olarak tasarlanırken nitelikli yalıtım ve alttan havalandırmaya sahip soğuk çatı uygulamaları tercih edilmelidir. Ayrıca, çatı sistemi ile uyumlu, karın tahliyesini kolaylaştırıcı çatı kaplama malzemeleri tercih edilmelidir. Yağmur olukları ve iniş boruları uygulamalarına dikkat edilmeli, bu elemanlar ısıtma kabloları desteği ile kullanılmalıdır.

Alternatif yöntemlerden ısıtma kablolarının ilk yatırım, kullanım, bakım ve onarım maliyetlerinin yüksek olması sebebiyle kullanımının yaygınlaşmadığı görülmektedir. Bu maliyetlerin azaltılarak ısıtma kablolarının her türlü yapıda kullanımının yaygınlaştırabilmesi için devlet desteği, çeşitli teşvik ve indirimlerin yanı sıra alternatif enerji sistemlerinden yararlanılması faydalı olacaktır. Ayrıca, çatılarda meydana gelen buzlanma ve buz sarkıtlarının giderilmesinde kullanılacak kimyasallar, çözücü ve solüsyonlar üzerinde kısıtlı sayıda çalışmanın olduğu ve bu alanda yeni çalışmalara ihtiyaç duyulduğu görülmektedir. Bu çalışmalar sırasında, kimyasalların depolama ihtiyaçları ve çevreye zararları da göz önünde bulundurulması gereken hususlar arasında yer almaktadır.

7. NOTLAR

Kış mevsiminin etkilerini uzun süre gösterdiği şehirlerden biri olan Erzurum'da yapılan gözlemler ve edinilen deneyimden yola çıkarak yapılan araştırmalar sonucunda oluşturulan bu yayında kullanılan görseller kıyaslama yapılabilmesini mümkün kılmak için aynı gün içerisinde kaydedilmiştir.

KAYNAKLAR

- Baştaoğlu A., Rubacı E., Altun M.C., Öztürk M., Arnoğlu N., Türkeri N., Bulut Ü. Eğimli Çatılar ve Çatı Sistemleri, ÇATIDER, <http://www.catider.org.tr>. Erişim: 12.11.2016.
- Budunoğlu, H. 2012. Organically Modified Silica based Nanomaterials for Functional Surfaces, Bilkent University, Graduate School of Engineering and Science, Doctor of Philosophy, Ankara.
- Buska, J., Tobiasson, W., Greatorex, A. 1998. Roof Ventilation to Prevent Problematic Icings at Eaves, ASHRAE Transactions

- 1998, 104(2), American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers Inc., Atlanta, Ga.
- Ercan, B. 2013. Anti-icing Properties of Polymer Composite Films and Aqueous Polymer Solutions, Koç University, Graduate School of Sciences and Engineering, Master of Science, İstanbul.
- Flood, I.M.R., Heidrich, A. 2000. Roof Design in Regions of Cold and Snow, Snow Engineering 2000: Recent Advances and Developments, Editör: E. Hjorth-Hansen, I. Holand, S. Loset, H. Norem, CRC Press, Balkema, Rotterdam, 213-224.
- Gökdemir, T. 2013. Buzlanma Erken Uyarı Sistemi Uygulamaları ve İstanbul Örneği, Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Özdemir, E. 2011. Karayolu Üstyapılarında Buzlanmayla Mücadelede Isıtılmış Agreganın Kullanımı, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
- Tobiasson, W., Buska, J., Greatorex, A. 1994. Ventilating Attics to Minimize Icings at Eaves, Energy and Buildings, 21(3): 229-234.
- Tobiasson, W., Tantilto, T., Buska, J. 1999. Ventilating Cathedral Ceilings to Prevent Problematic Icings at Their Eaves, Proceedings of the North American Conference on Roofing Technology, September 16-17, 1999, Toronto, Canada, 84-97.
- URL-1, Çatı Oluk Kar Buz Önleme, Form Mühendislik, <http://www.formmuhendislik.com/tr/14498/Cati-Oluk-Kar-Buz-Onleme>, Erişim: 15.11.2016.