

Demiryolu Hatlarında Karla Mücadele

Mehmet KOZAK^{1*}

^{1*} TCDD 7. Bölge Demiryolu Bakım Servis Müdürlüğü, Afyonkarahisar, Türkiye, (ORCID: 0000-0001-5306-3089), mkozak15@hotmail.com

(İlk Geliş Tarihi 21.04.2021 ve Kabul Tarihi 09.03.2022)

(DOI: 10.35354/tbed.924866)

ATIF/REFERENCE: Kozak, M. (2022). Demiryolu Hatlarında Karla Mücadele. *Teknik Bilimler Dergisi*, 12 (2), 19-24.

Öz

Bu çalışma ile demiryolu hatlarında karla mücadelenin araştırılması amaçlanmıştır. Bu çalışma kapsamında; demiryollarında yolun üzerini kapatan karın durumuna göre kar çeşitleri, demiryolu trafiğinin aksamadan işletilmesi için yağın demiryolu üstünü kapatma durumuna göre demiryolunda seçilecek olan kar temizleme yöntemleri, demiryolunun kardan korunması için imal edilen kar siperleri ve türleri, kar siperlerinin dolu veya delikli olmalarına göre kar siperinin ön ve arkasında karın toplanma şekilleri ele alınmıştır. Ana hatlarda karla kapanmaya en çok maruz kalan yerlerin tespiti için istatistiki bilgiler tutularak kar siperlerinin yapılacağı yerler tespit edilmeli ve kar siperleri bu doğrultuda inşa edilmelidir. Kar siperi olarak mümkün olduğunca hem yapım, hem de uzun vadeli bakım masraflarının düşük olması ayrıca kar mücadelesinde çok iyi sonuçlar alınması nedeniyle doğal kar siperlerin tercih edilmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir. Ülkemizde raylı sistemler ulaşımı alanında ulusal düzeyde bilimsel, akademik eser sayısının az olduğu görülmekte olup bu çalışmanın literatüre katkısı olacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Demiryolu, Karla mücadele, Kar siperi, Doğal kar siperi, Yapay kar siperi, Sürgün kar.

Snow Fighting on Railway Lines

Abstract

With this study, it is aimed to investigate the fight against snow on railway lines. In this study; Types of snow according to the snow covering the road on the railways, snow removal methods to be chosen in the railway according to the situation of covering the snowfall on the railway for the railway traffic to be operated without interruption, snow trenches and types manufactured to protect the railway from snow, the front of the snow trench according to whether the snow trenches are full or perforated, and the ways of collecting snow are discussed. Statistical information should be kept in order to determine the places that are most exposed to snow closure on the main lines, and the places where snow trenches will be made should be determined and snow trenches should be built in this direction. It is thought that it would be beneficial to prefer natural snow shields as snow shields, as both construction and long-term maintenance costs are low, as well as very good results in snow fighting. It is seen that the number of scientific and academic works at the national level in the field of rail transportation in our country is low, and it is thought that this study will contribute to the literature.

Keywords: Railway, Snow fight, Snow shield, Natural snow shield, Artificial snow shield, Exile snow.

* Sorumlu Yazar: mkozak15@hotmail.com

1. Giriş

İnsanların ve nesnelere belirli bir amaca yönelik olarak yer değiştirmelerine ulaşım denilmekte olup yararlı olduğu varsayılan bu yer değiştirme işlemlerinin yerine getirilmesine ise ulaştırma denilmektedir. Ulaştırma altyapısının türüne göre; kara ulaştırması, hava ulaştırması, su ulaştırması ve boru hatları şeklinde sınıflandırılmaktadır. Kara ulaştırması ise kendi içerisinde karayolu ulaşımı ve demiryolu ulaşımı olarak ikiye ayrılmaktadır [1]. Demiryolu, adına tren dediğimiz çeken ve çekilen araçlardan meydana gelen taşıt dizisinin üzerinde hareket ettiği, bir çift ray dizisi ile, bu diziyi meydana getiren tesislerin tümüne denilmektedir [2]. 1840'lardan sonra bütün Avrupa, Amerika ve dünyanın diğer ülkelerinde yoğun bir demiryolu ağı oluşmaya başlamış ve daha sonraki yıllarda ise demiryolu, taşıdığı yük hacmi ve yolcu sayısındaki istikrarlı artış nedeniyle önemli bir taşıma sistemi olmuştur [3]. T.C. Devlet Demiryolları İşletmesi Genel Müdürlüğü'nün demiryolu şebekesi 2019 yılı verilerine göre iltisak ve istasyon yolları dahil; 11.590 km'lik konvansiyonel ve 1.213 km'lik yüksek hızlı tren hattından meydana gelmektedir [4].

Kaza ulaştırma sistemlerinde istenmeyen bir durumdur. Ulaştırma sistemlerinde meydana gelen kazaların kişilere, işletmeciler kuruluşlara ve topluma verdiği zararların tahmini ve hesaplanması oldukça zor ve karmaşıktır. Ulaştırma sistemlerinde kaza yapma olasılığı yolun fiziksel özellikleri ile ters orantılıdır. Fiziksel özellikleri yüksek olan ulaştırma sistemlerinde kaza/yolcu-km. oranı daha düşüktür. Ulaşım sistemleri kaza oranlarına göre düşükten yükseğe doğru sıralandığında tren ve metro en başta gelmekte, tramvay ve karayolu taşıtları bunları izlemektedir [5].

Kış aylarında ağır kış şartları sonucu demiryolu üzerinde biriken kar ve buzlanma, trenlerde hız kısıtlaması vb. nedenlerle demiryolu trafiğinde aksamalara, bazı tren seferlerinin ertelenmesi ne ve/veya iptaline ve kazalara neden olabilmektedir. Bu durum demiryollarıyla doğrudan ya da dolaylı bir şekilde ilişkisi bulunan bütün kişi ve kurumları olumsuz etkilemektedir. Ağır kış şartları sonucu demiryolu üzerinde biriken kar ve buzlanmanın, demiryollarıyla ilişkisi bulunan kişilere, işletmeciler kuruluşlara ve topluma verdiği olumsuz etkilerinin en aza indirilebilmesi için alınması gereken tedbirlerden birisi yolda meydana gelebilecek olumsuzlukların giderilmesidir. Bu açıdan değerlendirildiğinde demiryolları hatlarında karla mücadele, demiryolu trafiğinin aksamadan işletilmesi ve güvenliği için büyük bir öneme sahiptir [6].

2. Kar

Bir bulutun içindeki hava sürekli hareket halindedir. Bu durum bulutu oluşturan su damlacıklarının ya da buz kristallerinin birbiriyle çarpışıp birleşmesine neden olur. Bu süreçte oluşan damlalar ve kristaller hava akımının kaldıramayacağı kadar ağırlaşır ve farklı yağış türleri olarak yeryüzüne düşer. Düşen yağışın türü bulutun su damlaları, buz kristalleri ya da ikisini birden taşımasına göre değişir. Bulutun türüne ve sıcaklığa bağlı olarak yağış sıvı (yağmur) ya da katı (kar ya da dolu) halde olabilir [6]. Demiryollarında yolun üstünü kapatan karın durumuna göre kar dört gruba ayrılmakta olup bunlara aşağıda değinilmiştir.

Ilımlı havalarda ve her tarafa eşit şekilde yağın, lapa lapa ve iri tanelerle yağdığından dolayı hattı kabarık ve gevşek bir hâlde örtün kara "kaba kar" denilmektedir. Soğuk havalarda kuvvetli

rüzgârla yağın yarma ve dolguları dolduran kara ise "tipili kar" denilmektedir. Kar yağmadığı hâlde önceden yağmış olan yumuşak karın şiddetli rüzgâr tarafından kaldırılması, yüksek bir seviyeye kadar havanın karlı hâlde gelmesiyle oluşan ve normalde açık olması gereken yarma ile dolguların kapanmasına sebep olan kara ise "yüksek fırtına (bora) kar" denilmektedir. Kar yağmadığı hâlde şiddetli rüzgârın etkisiyle önceden yağmış olan kuru ve taneleri ağırlaşmış olan karların sürüklenerek harekete geçmesi ve yer değiştirmesiyle oluşan yarma ve dolguları doldurarak yolu kapatan kar da "sürgün kar" denilmektedir [7, 8 ve 9].

3. Demiryolunun Kardan Temizlenmesi

Kar yağışı ciddi biçimde tren trafiğini etkileyebilmektedir. Demiryollarında yağın karın birikmesi, donması ve çığ düşmesi olayları tren trafiğinde aksama, durma ve trenlerin raydan çıkmasına (deraya) neden olabilmektedir. Ayrıca çok kar yağması (yol üzerindeki kar kalınlığının yüksek olması) ve uzun süre yol üzerinden temizlenmemesi halinde karın ağırlığı, suya doygun hale gelen demiryolu altyapısının çökmesine neden olabilmektedir [10]. Demiryolu trafiğinin aksamadan ve güvenli bir şekilde işletilmesi için yağın karın demiryolu hatlarından bir an önce temizlenmesi gerekmektedir. Yağın karın demiryolu üstünü kapatma durumuna göre demiryolunda seçilecek olan kar temizleme yöntemlerine aşağıda değinilmiştir.

Kaba Karla Yolun Kapanması ve Temizliği: Kar yüksekliği ray seviyesinden itibaren 30 cm'ye kadar ise tren trafiği için tehlike bulunmamaktadır. Kar yüksekliği ray seviyesinden itibaren 30 - 60 cm arasında ise hamule (yük) azaltılması suretiyle tren makinesi yolu açabilmekte, kar yüksekliği ray seviyesinden itibaren 60 cm'den fazla olduğunda ise bir tek lokomotif turnesi ile demiryolunun açılması gerekmektedir.

Tipili Karla Yolun Kapanması ve Temizliği: Tren trafiğinin seyrek olduğu hatlarda yolda kar birikmesini ve yağın karın donmasını önlemek amacıyla hat üzerinde tek makine ile zikzak yapılmaktadır. Kar yüksekliği ray seviyesinden itibaren 30 cm'ye kadar olması halinde, hamule azaltılması suretiyle tren makinesi ile yol açılabilir. Kar yüksekliği ray seviyesinden itibaren 30 - 60 cm arasındaki taze ve henüz oturmamış karlar için bir tek lokomotif yolu açmaya yeterli gelmektedir. Kar yüksekliği ray seviyesinden itibaren 60 - 100 cm arasındaki karlar için birbirine bağlı iki makine ile demiryolunun açılması gerekmektedir.

Yüksek Fırtına (Bora) Karla Yolun Kapanması ve Temizliği: Yüksek fırtına ile meydana gelen kar yığınları tipili kara benzediğinden mücadele ve alınacak tedbirler de tipili kardaki gibi olmalıdır.

Sürgün Karla Yolun Kapanması ve Temizliği: Kar yüksekliği ray seviyesinden itibaren 30 cm'ye kadar olması halinde bir tek lokomotif ile zikzak yapılarak yol açık tutulmaktadır. Kar yüksekliği ray seviyesinden itibaren 30 - 60 cm arasında olursa çift makine ile zikzak yapılarak kar seviyesinin daha fazla yükselmemesine çalışılır ve yol açık bulundurulmaktadır. Kar yüksekliği ray seviyesinden itibaren 60 - 100 cm arasında olursa bacalar açılarak çift makine veya karkürer ile yolun açılması gerekir. Genel olarak kar yığını 100 cm'yi geçtikten sonra makineyle kara çarpılmamalıdır [7, 8 ve 9]. Demiryolunu kapatan kar çeşidine göre seçilecek kar temizleme yöntemleri Tablo 1.'de verilmiştir.

Tablo 1. Demiryolunu kapatan kar çeşidine göre seçilecek kar temizleme yöntemleri [7, 8 ve 9].

Demiryolunu Kapan Kar Çeşidi	Ray Seviyesinden İtibaren Kar Yüksekliği (cm)		
	0 - 30	30 - 60	60 - 100
Kaba kar	Tehlike yoktur	Hamule İndirimi	Tek Makine Turnesi
Tipili Kar	Hamule İndirimi	Tek Makine Turnesi	Çift Makine Turnesi
Yüksek Fırtına Kar	Hamule İndirimi	Tek Makine Turnesi	Çift Makine Turnesi
Sürgün Kar	Tek Makine Turnesi	Çift Makine Turnesi	Karkürer Makinesi

2019 yılı istatistik verilerine göre T.C. Devlet Demiryolları İşletmesi Genel Müdürlüğü'nün kar temizleme çalışmalarında kullanılmak üzere 17 adet kar kürüme makinesi bulunmaktadır

[11]. Demiryolu hatlarında kar temizleme çalışmalarına ait görüntüler Şekil 1.'de verilmiştir.



Şekil 1. Demiryolu hatlarında kar temizleme çalışmaları (a, b: Ana hatlarda kar temizleme çalışması, c: Ana hat ve makasta kar temizleme çalışması, d: Makasta kar temizleme çalışması, e, f: Tünelde buz temizleme çalışması) [12, 13 ve 14].

İstasyonlarda kardan temizlenmesi gereken önemli tesisler; makaslar, demiryolu hatları, limit taşları, vagon kantarları, emniyet tesisatı ve makas tahrik telleri (kanal ağızları, makara ve

ağırlıkları, sinyal lambaları ve ileri ihbar levhaları), döner köprü ve levhaları, hemzemin geçitler, üst ve alt geçitler, peronlardır. İstasyonlarda kardan temizlenmesi gereken önemli tesislerden

olan makasların, hatların ve limit taşlarının temizliği hakkında aşağıda bilgiler verilmiştir.

Makaslar: Makas parçalarının temizlenmesi kar yağmaya başladığı andan itibaren, makasçılar makas ve makas fenerleri üzerine düşen karları kaldıracak makas dilleriyle ökçesinin karşı ray ile olan aralığı, yatak yerleri, göbek kısmı, konraylar, manevra kürsüsü parçaları ile manevra tringalası sürekli temizlenerek bu kısımların buz tutmamasına özen gösterilmelidir. Trafığın sinyallerle kontrolü (CTC) mntikasında makas çalıştırma motoru ile makas fenerini üzeri ve etrafları, makas tahrik çubukları kardan temizlenerek ve bu aksamaların buz tutmaması için gerekli özen gösterilmelidir. Makasların donmaması için elle çalışan makas yataklarının temiz ve yağlı olmasına dikkat edilmeli elektrikli makaslarda makas ısıtıcıları (Hi-Ball) buzlanma tehlikesi süresi boyunca devamlı çalıştırılmalıdır. Makasların temizliği yapıldıktan sonra makasların çalışıp çalışmadığı kontrol edilmelidir. Çok soğuk havalarda makas yataklarına antifriz veya petrol sürülerek don tutmaları engellenmelidir.

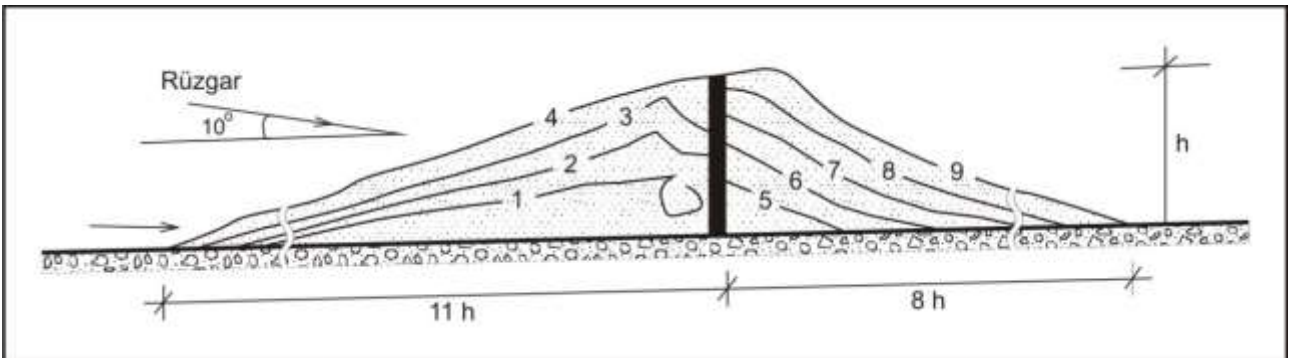
İstasyonlarda bulunan demiryolu hatları: İstasyonlarda önce hattı cari (ana yol) temizlenmeli daha sonra önem sırasına göre diğer hatların (2. yol, depo yolu, barınma yolu vb.) kar temizliği yapılmalıdır.

Limit taşları: Görülemeyecek kadar karla kapanmış limit taşlarının, her iki istikametten görülebilecek şekilde etrafları kardan temizlenmelidir. Karı fazla olan mntikalarda limit taşının görülmesini temin için limit taşlarının yanına disk dikilmelidir [7 ve 9].

4. Demiryolunun Kardan Korunması

Ana hatlarda karla kapanmaya en çok maruz kalan yerler sırasıyla şunlardır: yolun doğal zeminle aynı seviyede olan kısımları, yüksekliği 1 metreyi geçmeyen imlalar, derinliği 8 metreyi geçmeyen yarmalardır [7 ve 9].

Demiryolunun karla kapanmasını önlemek üzere yapılan engellere kar siperi denilmektedir. Tipili, yüksek fırtına ve sürgün kar çeşitleri için, demiryolunu korumak üzere kar siperleri yapılmaktadır. Demiryollarında yapılan kar siperleri doğal ve yapay kar siperleri olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır.



Şekil 2. Dolu gövdeli kar siperlerinin ön ve arkasında karın birikme aşamaları ve şekli [8 ve 9].

Rüzgârın şiddeti fazla oldukça meyil dikleşir ve mesafe artar. Rüzgâr devam ettikçe toplanan karın yüksekliği artmaya ve yığıntı ile duvarın arkasındaki boşluk da karla dolmaya başlar. Kar yığınının yüksekliği, duvarın boyunu bulunca, kar duvarı aşmaya ve duvarın arkasındaki boşluğa tesadüf edince de rüzgârsız olan bölüme dökülerek birikmeye başlar.

Doğal kar siperleri: Ağaçlar, fundalıklar ve çalılıklar doğal kar siperleridir. Rüzgârın karı sürüklediği tarafa ve yarmaların şevleri dışına, sık aralıklarla dikilen çam, mazı, ardıç gibi yaz kış yeşilliğini muhafaza eden ağaçlar; karı tutarak yolun kapanmasını engellemektedir. Hem yapım, hem de uzun vadeli bakım masraflarının düşük olması ve kar mücadelesinde çok iyi sonuçlar alınması nedeniyle mümkün olduğunca doğal kar siperleri tercih edilmelidir.

Yapay kar siperleri: Kar tünelleri, sabit ve seyyar siperler olmak üzere yapay kar siperleri üç gruba ayrılmaktadır.

Kar tünelleri: Betonarme, beton ve taştan yapılan; yapım maliyeti fazla fakat bakım masrafı az olan ve kar kapatmasına karşı kesin çözüm sağlayan en iyi yapay kar siperi çeşididir.

Sabit siperler: Prefabrik elemanlar, taş, eski traversler, dikmelere çakılan tahtalar ve beton kalaslardan yapılan yapay kar siperi çeşididir. Sabit siperler, tecrübelerle tespit edilen hâkim rüzgârların estiği tarafa, gerekli ise hattın her iki tarafına yapılmalıdır. Uzun tecrübelerden sonra; bu siperlerin kret noktasına (11 - 17 h) kadar bir mesafede yapılmasının en iyi sonucu verdiği görülmüştür.

Seyyar siperler: Delikli bir engel olan seyyar siperler; ahşap kalaslar veya benzeri malzemeler kullanılarak imal edilirler. TCDD şebekesinde, yüksek ve alçak tip olmak üzere iki farklı tipte seyyar siperler kullanılmaktadır [8 ve 9].

Karın siperlerin (engellerin) ön ve arkasına kar toplanma şekilleri kar siperlerinin dolu veya delikli (kafes) olma durumlarına göre değişiklik arz etmektedir.

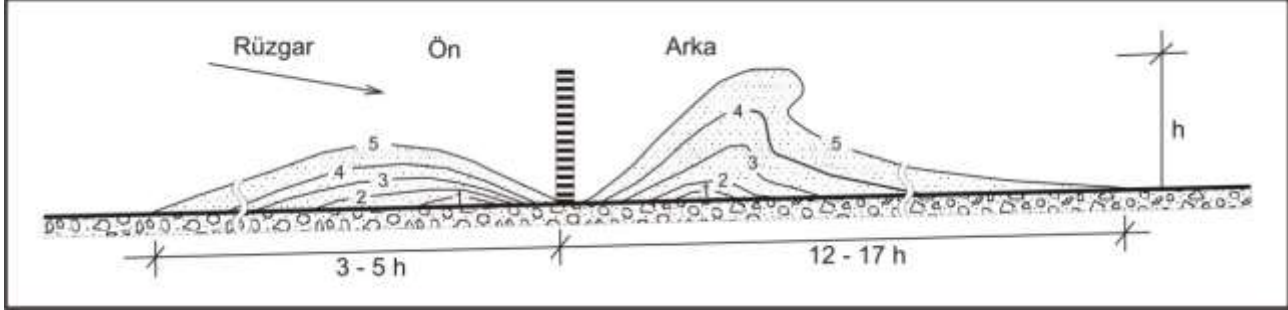
Dolu gövdeli siperler: Karlı rüzgâr, dik duran bir duvara çarparsa, bir kısmı yukarı bir kısmı da aşağıya doğru esmek üzere iki yöne ayrılır. Bu esintinin şiddetine göre içinde bulunan kar taneleri de yukarı ve aşağı fırlar. Aşağı doğru esen rüzgâr yere çarparak anafor meydana getirir. Bu anaforun dışında kalan veya sakın havaya giren kar taneleri de yere dökülmeye başlar. Kar kütesinin dolu engel civarında birikme aşamaları aşağıdaki Şekil 2.'de rakamlarla gösterilmiştir. Dökülen kar, duvara tamamen temas etmeyip biraz geride toplanmaya devam eder. Toplanan kar kütesinin meyli ve duvara mesafesi, rüzgârın şiddetine tabidir [7, 8 ve 9].

Duvarın yüksekliğine göre ön ve arkasında biriken bu bir miktar kardan sonra gelenleri, bu engeli aşarak ileri sürüklenir. Dolu engelin, iki tarafında oluşan kar kütesi arasında gömülü kaldığı da görülür. Duvar dik olmayıp da eğimli ise, eğimin derecesine göre rüzgârın yukarı tarafa ayrılan kısmı fazlalır ve aşağı tarafa gelen kısmı da azalır. Bu nedenle oluşan anafor

hafiflediği için kar yığınları siperin biraz daha uzağında birikir [7, 8 ve 9].

Delikli (kafes) siperler: Karlı rüzgâr kafes şeklinde bir siper çarpınca kuvvetini kaybeder ve anaför meydana gelir. Sürüklenen karın bir kısmı kafesin önünde birikir, rüzgâr tekrar kafesin açık yerlerinden geçmeye başlar. Açık yerlerin alanı küçük olduğu için

rüzgârın sürati artar ve bunun sonucunda beraberindeki karların büyük bir kısmını da sürükler. Kafesi geçtikten sonra geniş bir boşluğa çıkan rüzgârın kuvveti tekrar azalır. Taşdığı karlar kafesin arkasına dökülerek burada birikmeye başlar. Dökülen kar kütlelerinin delikli engel civarında birikme aşamaları Şekil 3.'de rakamlarla gösterilmiştir [7, 8 ve 9].



Şekil 3. Delikli kar siperlerinin ön ve arkasında karın birikme aşamaları ve şekli [8 ve 9].

Bu birikinti önce basık ve geniş hâlde olup gittikçe kar kütlelerinin siper tarafındaki meyli dikleşir. Tepede sarkık bir dalga şeklini alır. Bu kütlelerin genişliği delikli engellerin yüksekliğinin 12-17 misli arasında olur. Önde biriken kar da tümsekli bir şekil oluşup genişliği siper yüksekliğinin 3-5 misli arasında olur. Ön ve arkada biriken bu kar yığınları arasında kar siperi serbest olarak kalır [7 ve 9].

Dolu ve delikli siperlerin, karlı rüzgâra tesirleri dolayısıyla Şekil 2. ve Şekil 3.'deki gibi iki muhtelif şekilde kar yığınları oluşmakta ve bu şekilde de kar siperlerinden sonraki bir kısım saha, kar yığınının korunmuş olmaktadır. Bu siperlerin karla kapanmaya en çok maruz kalan demiryolu hatlarında esaslı etütler yapılarak, karla kapanan demir yolundan uygun mesafede teşkil edilmesi ile demiryolunun kardan korunması sağlanmaktadır [7 ve 9].

5. Sonuç

Kar yağışı sonucunda demiryolunda biriken kar ve meydana gelen buzlanma, demiryolu trafiğinde aksamalara, kazalara, tren seferlerinin ertelenmesine veya iptaline neden olabilmektedir. Demiryolu ile doğrudan ve dolaylı bir şekilde ilişkili olan; kişiler, kurumlar ve kuruluşlar ile toplum, tren trafiğinde yaşanan bu olumsuzluklardan etkilenmektedir. Bu olumsuzlukların en aza indirilmesi için demiryolu hatlarında karla mücadele büyük bir öneme sahiptir.

Demiryollarında yolun üstünü kapatan karın durumuna göre kar; kaba kar, tipili kar, yüksek fırtına (bora) kar ve sürgün kar olmak üzere dört grup ayrılmaktadır. T.C. Devlet Demiryolları İşletmesi Genel Müdürlüğü'nün "Kar mevsiminde alınacak önlemler hakkında 102 numaralı genel emir"i ile demiryolu trafiğinin aksamadan işletilmesi için yağın karın demiryolu üstünü kapatma durumuna göre demiryolunda seçilecek olan kar temizleme yöntemleri belirlenmiştir. Demiryolunu kapatan karın çeşidi ve ray seviyesinden itibaren karın yüksekliğine göre alınacak önlem ve seçilecek kar temizleme yöntemleri; hamule indirimi, tek makine turnesi, çift makine turnesi ve karkürer makinesi ile karın temizlenmesidir.

Demiryolu ana hatlarının karla kapanmaya en çok maruz kalan yerler sırasıyla: yolun doğal zeminle aynı seviyede olan kısımları, yüksekliği 1 metreyi geçmeyen imlaları, derinliği 8 metreyi geçmeyen yarmalarıdır. Demiryolu hatlarının karla kapanmasını önlemek için yapılan engellere kar siperi denilmekte olup demiryolunda yapılan kar siperleri doğal ve yapay kar siperleri olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Yapay kar siperleri ise kar tünelleri, sabit ve seygar siperler olmak üzere üç çeşittir. Karın siperlerin ön ve arkasına karın birikme şekilleri kar siperlerinin dolu veya delikli olma durumlarına göre değişiklik göstermektedir. Kar siperi olarak mümkün olduğunca, yapım ve bakım masraflarının düşük olması ayrıca kar mücadelesinde çok iyi sonuçlar vermesi nedeniyle doğal kar siperleri tercih edilmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir.

Kaynakça

- [1] Ünal, O., 2015. Ulaşım Projelerinin Gayrimenkul Değerine Etkisi, Sürdürülebilir Ulaşım için Yol ve Trafik Güvenliği Ulusal Kongresi, 24-34, 7-8 Aralık.
- [2] Kozak, M., 2010. Beton Travers Üretiminde Agregâ Türü (Bazalt – Kalker) ve Çelik Lifin Kullanılabilirliğinin Araştırılması," Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar.
- [3] Zerbst, U., Madler, K., Hintze, H., 2005. Fracture Mechanics In Railway Applications-An Overview, Engineering Fracture Mechanics, 163-194.
- [4] Kozak, M., 2021. Demiryolu Balastının ve Özelliklerinin Araştırılması, Demiryolu Mühendisliği, No 13, 86-96.
- [5] Kozak, M., 2012. Hemzemin Geçitlerdeki Kaplama Çeşitleri ve Güvenliğe Etkisinin Araştırılması, Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 2(1), 1-11.

- [6] https://bilimteknik.tubitak.gov.tr/sites/default/files/posterler/aralik_2016_poster.pdf, 18.02.2021.
- [7] Anonim, 2013. Raylı Sistemler Teknolojisi Karla Mücadele, T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara.
- [8] Anonim, 2016. Yol Mühendisleri Kursu Yol Üstyapı Ders Notları, TCDD Eğitim ve Öğretim Dairesi Başkanlığı Yayınları, Ankara.
- [9] TCDD, 2004. Kar Mevsiminde Alınacak Önlemler Hakkında 102 Numaralı Genel Emir, <https://www.tcdd.gov.tr/content/9>, 10.02.2021.
- [10] Öztürk, T., Öztürk, Z., 2005. Modern Demiryollarında Doğal Afetlere Karşı Önlemler, Deprem Sempozyumu, 23-25 Mart, 751-757, Kocaeli.
- [11] TCDD, 2020. 2015 - 2019 İstatistik Yıllığı, <https://www.tcdd.gov.tr/files/istatistik/20152019yillik.pdf>, 10.02.2021.
- [12] <https://www.politikars.com/demiryolu-iscilerinin-guncesi-276g-p3.htm>, 09.02.2021.
- [13] <https://www.tcdd.gov.tr/haberler/DEM%C4%B0RYOLU%20HATLARINDA%20KARLA%20M%C3%9CCADELE/2195>, 20.01.2021.
- [14] <https://www.tcdd.gov.tr/haberler/DO%C4%9EU%20B%C3%96LGELER%C4%B0M%C4%B0ZDE%20KARLA%20M%C3%9CCADELEM%C4%B0Z%20S%C3%9CR%C3%9CCYOR/2445>, 25.01.2021.