**Havalimanlarında Kullanılan Karla Mücadele Teknikleri ve Türkiye’deki Uygulamaları**

**ÖZET**

Havacılık günümüz dünyasında oldukça önemli bir yere sahiptir. Hava taşımacılığıyla doğrudan ilişkili olan havalimanları, havayolu trafiğinin sistematik bir şekilde çalışması için oldukça önemli bir konumdadır bu nedenle çeşitli faaliyetleri yerine getirmek zorundadır. Uçuş faaliyetlerinin layığı ile yerine getirilmesi için hava koşulları büyük önem arz etmektedir. Kış mevsiminde kar ve buzlanma sebebiyle uçakların kaza yapmaması seferlerin azaltılması veya durdurulmasını önlemek adına PAT sahalarının temizliği oldukça önemlidir. Bu tür aksaklıklar hem havayolu firmalarını hem de yolcuları mağdur etmektedir. Bu sebeple çeşitli yöntemlerle kar ve buzlanmanın önüne geçecek kar temizleme araçları ve kimyasal maddeler kullanılmaktadır. Bu çalışmada en etkin kar ile mücadele yöntemleri çeşitli yönlerden incelenmiş, hangi yöntemin daha etkin olacağı hava koşulları göz önüne alınarak ortaya konulmaya çalışılmıştır. Çalışmada çevreye, kaplamaya ve uçaklara zarar vermeden uygulanacak en verimli uygulamaları incelemek adına kurum tarafından ortaya konulan deneysel çalışmalardan yararlanılmış olunup sonrasında tanımlayıcı çalışmalarla desteklenerek yazılı kaynakların incelenmesi yöntemi uygulanmıştır.

***Anahtar Sözcükler:*** *Kar ile mücadele, Havalimanları, PAT sahaları temizliği, çevre, hava*

**ABSTRACT**

Aviation has a very important place in today's world. Airports, which are directly related to air transport, are in a very essential position for the systematic operation of airline traffic, so they have to perform various activities. Weather conditions are of great importance for the proper execution of flight activities. Cleaning of PAT areas is very crucial in order to prevent aircraft crashes due to snow and icing in winter, reducing or stopping flights. Such disruptions suffer both airline companies and passengers and whole operation. Therefore, snow removal tools and chemicals are used to prevent snow and icing with various methods. In this study, the most effective methods of snow removal were examined from various aspects, and it was tried to put forward which method would be more effective, considering the weather conditions. In the study, in order to examine the most efficient applications to be applied without damaging the environment, coating and aircraft, the experimental studies put forward by the institution were used, and then the method of examining written sources was applied, supported by descriptive studies.

***Keywords:*** *Snow removal, Airports, PAT areas cleaning, Environment, Air*

**1.Giriş**

Kar küreme ekipmanının ilk patentleri 1840 yılına kadar uzanıyor, ancak Milwaukee'de kar küreme ekipmanı ile donatılmış at arabalarının çalışmaya başladığı 1862 yılına kadar fiili kullanım kaydı bulunmamaktadır. O yıllarda atlı kar püskürtücüler özellikle yoğun kar yağışının olduğu bölgelerde hızla yayıldı.

Ulaşımın artmasıyla, arabalar ve trenler yeni ulaşım türleri haline geldi. Ancak bu yeni bir sorun meydana getirdi. Ulaşım araçlarından arabaların açık, karsız yollara ihtiyacı vardı. Bu sorun değişim anlamına geliyor ve yeni icatlara yol açacaktı. 1913'te, kamyonların ve traktörlerin gövdelerine dayalı ilk motorlu kar küreme makinesi icat edildi ve kısa bir süre sonra, 1920'lerde arabaya monteli ilk kar küreme makinesi ortaya çıktı. Bu makineler, kar temizleme işlemini makineleştirmeyi mümkün kılarak karı temizlemek için gereken işçiliği azaltmış, işlemin hızını ve verimliliğini artırmıştır.

Havacılık endüstrisinin genişlemesi, 20. yüzyılın başlarında kar temizleme araçlarının geliştirilmesi için bir katalizör görevi gördü. Karla mücadele araçları 1970’li yıllarda Havacılık sektörüne girerek önemli bir faktör olmaya başladı. Çünkü küçük bir miktar kar veya buz bile uçağın düşmesine neden olabilirdi. Bu nedenle havalimanları kar sürüklenmesini önlemek için hava alanlarının etrafına kar çitleri kurdu ve zorlu hava koşullarında pistleri temizlemek için bir araç filosu bulundurmaya başladı. Daha sonra kar erimesini hızlandırmak için tuz kullanmaya başlandı. Ancak kar ve buzu temizlemek için kar küremenin yanında kullanılan tuzun aşındırıcı ve birçok maddeye zarar vermesi nedenleriyle alternatif buz çözücü kimyasallar geliştirildi ve daha verimli sistemleri yaygınlaştı. Havacılık sektörünün gelişimiyle pist yüzeyinde alınacak değerlerin önemi de artmış oldu. Daha hassas değerler alınması için kompakt sistemli araçlar, frenleme değeri ölçme cihazları ve kimyasal püskürtme ayarlı araçlar Havacılık sektörünün vazgeçilmez parçası olmaya başladı. Bu sebeple Havacılık sektörü her zaman ileriyi düşünme ve inovasyon yoluyla en iyi çözümleri sunma hırsına sahip olup, Karla Mücadele Araç ve teçhizatı üreten firmalar için de ayrı bir öneme sahiptir.

**2. Mevcut Havalimanlarında Kar ile Mücadele Çalışmaları**

Havalimanlarında yapılan karla mücadele hizmetleri ICAO (Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü) Ek-14’deki tavsiyeler ve Doc 9137-AN/898 (Bölüm 2-Kaplama Yüzey Şartları) mevzuatlarına uygun bir şekilde gerekli şartlar sağlanarak yapılmaktadır (Tuna Vd.,2020).

Kar yağışı devam ederken hareket sahalarını işlevli konumda tutmak için ICAO tarafından belirlenen kar mücadele araçlarını ile;

a)30 dakikada 2.5 cm kar kalınlığında, yıllık kırk bin veya daha çok sayıda tarifeli uçuş yapılan havaalanlarında,

b) 1 saat içerisinde yıllık on bin ile kırk bin tarifeli uçuş yapılan havaalanlarında 2.5 cm kalınlığındaki kar,

c) 2 saat içerisinde yıllık altı bin ile on bin tarifeli uçuş yapılan havaalanlarında 2.5 cm kalınlığındaki kar,

d) 2 saat içerisinde yıllık altı bin veya az sayıda tarifeli uçuş yapılan havaalanlarında 2.5 cm kalınlıktaki kar temizlenmelidir.

Bunun yanı sıra, kar yağışı sırasında karın %20 si yoğun seferli havaalanlarında kaldırılmalıdır (Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü,2018).

**2.1 Ayrıntılı Grafikler:**

Uluslararası Arenada Havalimanlarında yapılan karla mücadele çalışmaları ICAO ile ortak hareketle bütün ülkelerin havacılık otoritelerince yayımlanan temel havacılık dökümanı Havacılık Enformasyon Yayını’nda sunulmaktadır. Havalimanlarında karla mücadele çalışmaları hakkında AIP’lerde yer alan bilgiler AIP’lerin AD 2.7 kısımlarında bulunmakta olup bazı AIP ler halka açık yayımlanmasına rağmen bazıları ücret karşılığında satılmaktadır.

Uluslararası Havalimanlarının bazılarının kar mücadele çalışmaları ile ilgili AIP de yayımlanmış olan bilgileri şu şekildedir;

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | Temizleme ekipmanı türü | Mekanik, Kimyasal buz çözme, Zımparalama / Kumlama. |
| 2 | Temizlik öncelikleri | Standart. AD 1.2.2'ye bakın. |
| 3 | Uyarılar | ASFT ve Grip Tester ile frenleme işlemi.Pistler (09L / 27R & 09R / 27L) KAC ile Buzdan Arındırılmış / Buzlanma Önleyici En son bilgiler: Airfield Duty Manager (AfDM). |

 Tablo 1. LONDRA HEATHROW Mevsimsel kullanılabilirlik

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | Temizleme ekipmanı türü | Kar küreyicili 25 airblast süpürücü (13 çekili ünite, 12 katı ünite)3 döner kar yükleyici / döner kar yükleyici1 kar püskürtücüGeniş alanlar için 4 yayıcı (katı, sıvı)2 fırçalı mini püskürtücü2 traktör (fırça, pulluk, püskürtücü)2 unimog (fırça, pulluk, spraeder)2 ön yükleyici |
| 2 | Temizlik öncelikleri | RWY ve uygun TWY'lerApronHareket alanının kalan kısımları |
| 3 | Uyarılar | Bilginin SNOWTAM ve DAVID tarafından iletilmesi.Kar kaldırma işleminin ilerleyişi ve hareket alanının koşulları hakkında bilgi veren havaalanı işletmecisi birimi:Havalimanı Kontrol Merkezi Tel .: +49 30 6091-10110Ölçülen frenleme eylemi: Yüzey Sürtünme Test Cihazı (SFT), HavaalanıSürtünme ÖlçerRWY ve kullanılan hava taşıtı hareket alanları için buz çözücü / önleyici sıvı:KFOR ve NAFO kombinasyonu |

Tablo 2**.** BERLİN EDDB AD Mevsimsel kullanılabilirlik

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | Temizleme ekipmanı türü | 61 hava püskürtmeli süpürücü4 kar püskürtücü6 türbin kar yükleyici17 dağıtıcı5 kimyasal geri kazanım aracıPozisyon alanlarını, ILS koruma bölgelerini ve araba yollarını temizlemek için 47 araçYolcu biniş köprülerinin hareket alanlarını temizlemek için 10 araçBu araçların yanı sıra kullanım için Pistenbullys, teleskopik yükleyici vb. Taşıma ve özel araçlar da bulunmaktadır. |
| 2 | Temizlik öncelikleri | RWY ve uygun TWY'lerApronHareket alanının kalan kısımları |
| 3 | Uyarılar | Bilginin SNOWTAM ve MOTNE ile iletimi.Kar kaldırma işleminin ilerleyişi ve hareket alanının koşulları hakkında bilgi veren havaalanı işletmecisi birimi:Havalimanı Görev Yönetimi Tel .: +49 (0) 69 690-77777Yüzey Sürtünme Test Cihazları tarafından ölçülen frenleme eylemiKullanılan RWY'ler için buz çözücü / buzlanmayı önleyici sıvı: KFOR ve / veya NAFO |

 Tablo 3. FRANKFURT Mevsimsel kullanılabilirlik

**3. Türkiye’de Kullanılan Kar ile mücadele Araçları**

Ülkemizdeki Havalimanlarında karla mücadele hizmetlerinin karla mücadeleye yönelik üretilen araçlarla yapılması 1958 yılında Kar Küreme ve Kar Püskürtme araçlarının kullanımı ile başlamıştır. 1968 yılından itibaren kar mücadele hizmetlerinde buz çözmeye yönelik olarak depetinol ve üre kullanılmaya başlanmış, depetinol için Buz Çözme Teçhizatı, üre için Pülverizatör makineleri kullanılmıştır. İlk olarak 1969 yılında Kar küreme araçlarının arkasına bağlanan süpürme fırçası ile üfleme modüllerinden oluşan ekipmanlar ile küreme, süpürme ve üfleme işlemleri aynı anda yapılmaya başlanmıştır. 1982 yılından itibaren pist yüzeylerindeki sürtünme değerlerini tespit etmek amacı ile Pist Frenleme ölçüm cihazları,1984 yılından itibaren ise daha fonksiyonel olan ve birçok yönden tasarruf sağlayan Kombine Kar Mücadele Araçları kullanılmaya başlandı. Kombine Kar Mücadele Araçları Havalimanlarımızda Kompact ve Çekerli tip olarak bulunmaktadır.

Kombine kar mücadele araçlarının, de-icing (buz önleyici/çözücü) sıvı serpme araçlarının Havacılık sektörüne girmesi ile pist yüzeyinden alınan ölçüm değerleri artmaya başladı. Ayrıca en zorlu kış şartlarında dahi kimyasal buz çözücüler ile insana, çevreye, uçaklara, zemine, vb. zarar vermeden daha verimli karla mücadele işlemi yapılmaya başlandı. Gelişen teknoloji ile araçların komplike hale gelmesi, operatörlere Kar Mücadele Simülatörü eğitimiyle ve tesis edilen Buzlanma Erken Uyarı Sistemiyle karla mücadele hizmetleri daha profesyonel hale gelmiştir. Karla mücadele hizmetleri DHMİ Hava Alanları Pist Yüzey Şartları Yönergesine ve Karla Mücadele Yönergesine göre yapılarak yeknesaklık sağlanmıştır.

Havalimanlarında ağır kış şartlarında karşılaşılabilecek meselelerin tanımlanması, çözümü ve uygulamaları mevzularında fikir alışverişi yaparak, havalimanının en iyi biçimde kullanılmasını sağlamak için Havalimanı Başmüdürü / Müdürü başkanlığında alakalı ünitelerin katılımıyla ATS Üniteleri, Meteoroloji, havayolu taşıyıcıları ve yer hizmet kuruluşları abonelerinden oluşacak bir “Kar Kurulu” kurulur. Bu Kurul, havalimanında süratli, aktif, mümkün bir kar ile mücadele planının oluşturulmasına katkıs sağlar. Ekip organizasyonu, işlem öncesi hazırlıkları, temizleme hususunda öncelikler, kar yağısı evveli ve sonrasındaki işlemler titiz bir biçimde Kar Mücadele Planlarında yer alır(Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü,2018).

**4. Havalimanlarında Kar ve Buzdan Temizleme İşlemi Konusunda Dikkat Edilecek Hususlar**

Havalimanlarında Hareket Sahalarının temizlenmesi; Ana pistin bir tanesi ve alakalı taksi yolları (mevcut ise hız taksi yolu), ARFF önü araç manevra sahası ve piste bağlantı sağlayan acil durum erişim yolu, Apron ve ARFF istasyonu ile Apron arasındaki bağlantı yolu, Pist başlarındaki ARFF acil durum erişim yolları, Diğer taksi yolları, Seyrüsefer yardımcı cihazlarının kritik sahaları, Havalimanı çevre güvenlik yolları ve diğer alanlar şeklinde öncelik sıralamasına göre yapılır.

Kar temizleme uygulamaları eksen doğrultusunda sağ ve sol taraflara genişletilerek yapılmaktadır. Fakat, kuvvetli yan rüzgarların bulunması durumunda temizlik işlemi rüzgar esme doğrultusundan başlayarak o yöne doğru yapılmalıdır. Pist üzerinde sulu kar kalınlığının 1,5 santimetreyi, kuru kar kalınlığının ise 30 santimetreyi geçmesi muhakkak engellenmelidir. Kar kalınlığının 30 santimetreyi geçmesi pist kenarlarında önlenmelidir. Geçmesi halinde etrafa dağıtılmalı ve kenar lambalarının kara gömülmesi engellenmelidir. Kar yığıntılarının kalınlığı, kanat çıkıntılarına temas etmeyecek ve türbin motorlarında kar sebebiyle çalışma problemi oluşmayacak şekilde uygun bir yüksekliğe indirilmesi apron, pist ve taksi yolları için hayati önem arz etmektedir. Sefer sayısı çok olan havalimanlarında kar yağışının daimi ve kuvvetli olması halinde Kule ile görüş birliğine varılarak uçakların piste inişi ve kalkışı az bir süre için önlenip temizleme işlemlerine yapılabilir (Hava trafiğini aksatmayacak şekilde olması ve uçakların yakıt miktarları göz önüne alınması ile bu süre belirlenmelidir).

Kauçuk temelli bıçak ağızlı kar küreme makineleri, pist ve taksi yolları merkez hattı armatürlerinde tercih edilmelidir. Kar yüksekliği 12 milimetreye ulaştığında süpürme çalışması uygulanmalı, 12 milimetreden daha yüksek olması halinde kar küreme, üfleme ve süpürme işlemleri eş zamanlı olarak kombine araçlar ile yapılmalıdır. Kuru kar için 7 milimetre, sulu kar için 10 santimetre olacak şekilde süpürge ayarlanmalı, kullanılan kar mücadele makinelerinin hızı kullanma kılavuzunda belirtilen hız sınırını geçmemelidir. Süpürge ayarı ile kastedilen süpürgenin düz yer üzerinde oluşturduğu izin genişliğidir. Apron temizliği sırasında park halindeki uçakların zarar görmemesi için her türlü araç ve teçhizat uçaktan en az 5 metre uzakta tutulmalıdır. ILS kritik alanları daimi temiz olmalıdır. Çalışma sırasında kar püskürtme makinelerinin bu bölgelere kar püskürtmemesine önem verilmelidir. SNOWTAM yayınlanması PAT sahalarının vaziyeti ve alınan pist frenleme ölçüm değerleri göz önüne alınarak yayınlanır. SNOWTAM mesajında pistin tamamı temizlenmemiş olması durumunda uzunluk ve genişlik ölçülerek belirtilir. Buzlanmanın önüne geçmek, var olan buzlanmayı eritmek için kimyasal malzeme kullanılır. Çözülme sonrası sahalar hızla süpürülmelidir. Bu temizleme çalışmaları sırasında kule ile haberleşme kesintiye uğramamalıdır(Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü,2018).

Özgül ağırlıkları ve karakteristik özellikleri bakımından karlar şu şekilde sınıflandırılır(ICAO, 2016: 8):

Kuru Kar (DryIce):Özgül ağırlığı 0.35’e kadar olan ve rüzgar etkisi ile savrulabilen, üzerine baskı uygulanıp bırakıldığında dağılan kardır.

Islak Kar (WetSnow):Özgül ağırlığı 0,35 ile 0,5 arasında değişen baskı uygulandığında kartopu halini alabilen kardı.

Sıkıştırılmış Kar (CompactedSnow):Özgül ağırlığı 0,5 ve daha fazlası olan baskı uygulandığında ve serbest bırakıldığında dağılmayıp büyük parçalar haline gelen kardır.

Temizlik çalışmalarından sonra yeniden buzlanmayı önlemek adına PAT sahalarında buz oluşumunu önleyici maddeler kullanılmalıdır. Bu maddeler sağ ve sol taraflara eşit miktarda püskürtülmeli bu uygulama için kullanılan araçların hızları kullanma klavuzundaki değerlere uygun olmalıdır.

Kar temizleme işlemleri sonrasında havalimanlarında pist yüzeyinin sürtünme seviyesinin belirlenmesi işlemleri yönergede belirtilen kıstaslara uygun bir biçimde yapılır ardından SNOWTAM yayınlanır. SNOWTAM raporu pistlerin üçte birlik kısmında bir için çeşitli bilgileri sunar. Koşullarda önemli bir farklılık olması durumunda yeni bir rapor yayınlanır. Bu yeni rapor eski olanı etkisiz hale getirir. Raporun geçerliliği 6 saatlik süreyi kapsayacak ve herhangi bir durumda 24 saatlik süreyi aşamayacaktır. Rapor formata uygun olarak uluslar arası bütün havalimanları için yayınlanacaktır.DHMİ tarafından işletilen Havalimanlarında 2015-2019 yılları arasında kullanılan De- icing miktarı;

2015 yılı:893 ton

2016 yılı:548 ton

2017 yılı:760 ton

2018 yılı:287 ton

2019 yılı:479 ton

Havalimanlarında kullanılan De-icing miktarı tamamen meteorolojik şartlara bağlı olup, 2018 yılından itibaren İstanbul Atatürk Havalimanının iki pistinin kapatılması ile birlikte tüm havalimanlarında kullanılan toplam de-icing kullanım miktarında azalma olduğu görülmektedir. İstanbul Atatürk Havalimanının toplam tüketimdeki payı 2015 yılında %38, 2017 yılında %43 olarak gerçekleşmiştir. Havalimanları Kar Mücadele Araçları; DHMİ tarafından işletilen 49 Havalimanında karla mücadele hizmetlerinde kullanılan toplam 434 adet Kar Mücadele Aracı bulunmaktadır.

Bunların araç tiplerine göre dağılımı;

Çekerli Tip Kar Küreme, Süpürme ve Üfleme Aracı :57 adet

Kompact Tip Kar Küreme, Süpürme ve Üfleme Aracı :88 adet

Kar Püskürtme Aracı (Rotatif) :49 adet

Kar Küreme Aracı :14 adet

Uçak ve Köprü Altı Kar Mücadele Aracı :17 adet

Kar Küreme ve De-Icing Sıvı Serpme Aracı :38 adet

Greyder :14 adet

Paletli Kar Aracı :26 adet

Pist Frenleme Ölçüm Cihazı/Aracı :131 adet

şeklindedir.

 Çekerli Tip Kombine Kar Mücadele Aracı, Havalimanlarındaki hava ulaşımının devamlılığını ve güvenliğini sağlamak amacıyla kış döneminde PAT sahalarının mutlak surette kardan temizlenmesi gerekmekte olduğundan, özellikle pist yüzeyinin kardan temizlenmesinde etkin olarak kullanılan Çekerli Tip Kombine Kar Mücadele Aracı (Çekerli Tip Kar Küreme, Süpürme ve Üfleme Aracı) önünde 8.000 milimetrelik kar küreme bıçağı, ortasında 6.000 milimetrelik kar süpürme fırçası ve arka kısmında yüksek kapasiteli kar üfleme ünitesinden oluşmaktadır.

 Kompakt Tip Kombine Kar Mücadele Aracı, Havalimanlarındaki hava ulaşımının devamlılığını ve güvenliğini sağlamak amacıyla kış döneminde PAT sahalarının mutlak surette kardan temizlenmesi gerekmekte olduğundan, PAT (Pist, Apron, Taksiyolu) sahalarındaki karın etkin bir şekilde temizlenmesinde kullanılmakta olan Kompakt Tip Kombine Kar Mücadele Aracı (Kompakt Tip Kar Küreme, Süpürme ve Üfleme Aracı) önünde 6.400 milimetrelik kar küreme bıçağı, ortasında 4.100 milimetrelik kar süpürme fırçası ve arka kısmında da yüksek kapasiteli kar üfleme ünitesinden oluşmakta olan bu araçlar en son teknoloji ile donatılmıştır. Araçlar dört tekerlekten çekiş gücüne sahip, kompakt tasarımlı, yüksek manevra kabiliyetli, döner süpürme fırça ve yüksek basınçlı fana (üfleyici) sahip olup, bu araçlar ile etkin bir şekilde kar mücadele hizmeti yapılmaktadır.

 Kar Püskürtme Aracı (Rotatif), Havalimanlarındaki hava ulaşımının devamlılığını ve güvenliğini sağlamak amacıyla kış döneminde PAT sahalarının mutlak surette kardan temizlenmesi gerekmekte olduğundan, Çekerli veya Kompakt Tip Kombine Kar Mücadele Aracının kürüyerek PAT sahası kenarlarında biriktirmiş oldukları kar yığınlarının uçakların motorları, kanat altları gibi kısımlarına zarar vermesini önlemek amacıyla pist kenarından uzaklaştırılması gerekmekte olup, PAT sahalarında yığılmış olarak bulunan karın, aracın ön bölümünde bulunan ve üzerinde helezon kanatların bulunduğu silindirik tamburun veya pervanenin yüksek devirde dönerek önündeki karı püskürtme nozulünden basınçla yaklaşık 30-40 metre yan tarafa savurmak için kullanılan makinalardır. Kar Küreme ve De-Icing Sıvı Serpme Aracı, Havalimanlarındaki hava ulaşımının devamlılığını ve güvenliğini sağlamak amacıyla kış döneminde PAT sahalarının mutlak surette kardan temizlenmesi gerekmekte olduğundan, Genel Müdürlüğümüz bünyesinde bulunan Havalimanlarındaki PAT sahalarında yapılan kar mücadele sonrasında PAT sahalarında buz oluşumunun önlenmesi veya oluşan buzun çözülmesinde kullanılan de-icing sıvıyı püskürtme işlemini yapan araçlardır. Araçlar 18-30 metre aralığında de-icing sıvı (buz önleyici/çözücü) serpme kabiliyetine sahiptir. Ayrıca bu araçların önüne kar küreme bıçağı takılarak kar küreme de yapılabilmektedir.

 57 adet Çekerli Tip Kar Küreme, Süpürme ve Üfleme Aracın 44 adeti 2009 model ve üzeridir. 2009 modelden daha eski olan 13 adet Çekerli Tip Kar Küreme, Süpürme ve Üfleme Aracı Kar Mücadelenin yoğun olarak yapılmadığı Havalimanlarında tedbir amaçlı bulundurulmaktadır. 88 adet Kompact Tip Kar Küreme, Süpürme ve Üfleme Aracın 46 adeti 2016 model ve üzeri, geri kalan 42 adeti 1998 model ve üzeridir. 49 adet Kar Püskürtme Aracının (Rotatif) 41 adeti 2001 model ve üzeridir. 2001 modelden daha eski olan 8 adet Kar Püskürtme Aracı (Rotatif) kar mücadelenin yoğun olarak yapılmadığı Havalimanlarında tedbir amaçlı bulundurulmaktadır. 38 adet Kar Küreme ve De-Icing Sıvı Serpme Aracının 32 adeti 2006 model ve üzeridir. Paletli Kar Araçları Seyrüsefer Yardımcı İstasyonlarına personel ve malzeme naklinde, Greyder ise Havalimanında PAT sahaları dışında kalan alanlardaki karla mücadele hizmetlerinde kullanılmaktadır. PAT sahalarının karla mücadele hizmetlerinde kullanılan araçlarda PAT sahaları yüzeyine zarar vermeyen kar küreme bıçak ağızları kullanılmaktadır.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **HAVALİMANLARI** | **KAR MÜCADELE ARAÇLARI** | **TOPLAM** | **2019 TOPLAM TİCARİ SEFER SAYISI** | **2019 TOPLAM SEFER SAYISI** |
| **KAR KÜREME,SÜPÜRME VE ÜFLEME** | **KAR PÜSKÜRTME(ROTATİF)** | **KAR KÜREME** | **UÇAK VE KÖPRÜ ALTI KAR MÜCADELE ARACI** | **KAR KÜREME VE DE-ICING SIVI SERPME ARACI** | **GREYDER** | **PALETLİ KAR ARACI** | **PİST FRENLEME ÖLÇÜM CİHAZI/ARACI** |
|  | **ÇEKERLİ** | **KOMPACT** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |
| **İSTANBUL ATATÜRK** | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 |   |   | 2 | 12 | 120.043 | 138.279 |
| **ANKARA ESENBOĞA** | 4 | 7 | 3 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 27 | 90.101 | 99.242 |
| **İZMİR ADNAN MENDERES** | 1 |   |   |   |   |   |   |   | 3 | 4 | 76.577 | 83.585 |
| **ANTALYA** |   |   |   |   |   |   | 1 |   | 3 | 4 | 197.379 | 212.518 |
| **MUĞLA DALAMAN** |   |   |   |   |   |   |   |   | 3 | 3 | 28.430 | 42.713 |
| **ADANA** |   |   |   |   |   |   |   | 1 | 2 | 3 | 31.907 | 40.658 |
| **TRABZON** | 1 | 2 | 1 | 1 |   | 1 |   |   | 3 | 9 | 23.065 | 35.926 |
| **MUĞLA MİLAS-BODRUM** |   |   |   |   |   |   |   |   | 3 | 3 | 27.486 | 34.984 |
| **ISPARTA S. DEMİREL** | 2 | 1 | 1 |   |   | 1 |   |   | 4 | 9 | 941 | 23.764 |
| **NEVŞEHİR KAPADOKYA** | 2 | 2 | 2 |   |   | 1 |   |   | 2 | 9 | 2.348 | 11.533 |
| **ERZURUM** | 4 | 3 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 22 | 6.005 | 6.950 |
| **GAZİANTEP** |   | 3 |   |   |   | 1 |   |   | 3 | 7 | 15.955 | 19.553 |
| **ADIYAMAN** |   | 1 |   |   |   |   |   |   | 3 | 4 | 1.597 | 1.880 |
| **AĞRI AHMED-İ HANİ** | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 3 | 2 | 17 | 2.045 | 2.320 |
| **AMASYA MERZİFON** | 1 | 2 |   |   |   | 1 |   |   | 2 | 6 | 1.140 | 1.277 |
| **BALIKESİR KOCA SEYİT** |   |   |   |   |   |   |   |   | 3 | 3 | 2.352 | 22.169 |
| **BALIKESİR MERKEZ** |   |   |   | 1 |   |   |   |   | 2 | 3 | 0 | 96 |
| **BATMAN** |   | 1 |   | 1 |   | 1 |   |   | 4 | 7 | 3.120 | 3.410 |
| **BİNGÖL** | 2 | 3 | 2 |   | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 14 | 1.393 | 1.490 |
| **BURSA YENİŞEHİR** | 1 | 2 | 1 |   |   |   |   | 2 | 3 | 9 | 1.897 | 6.299 |
| **ÇANAKKALE** | 2 | 1 |   |   |   | 1 |   |   | 3 | 7 | 962 | 5.905 |
| **ÇANAKKALE GÖKÇEADA** |   |   |   |   |   |   |   |   | 2 | 2 | 0 | 26 |
| **DENİZLİ ÇARDAK** | 2 | 2 |   |   |   | 1 |   |   | 2 | 7 | 4.372 | 6.012 |
| **DİYARBAKIR** | 1 |   |   | 1 | 1 | 1 |   |   | 3 | 7 | 10.856 | 11.224 |
| **ELAZIĞ** | 1 | 3 | 1 |   |   | 1 |   |   | 3 | 9 | 5.535 | 6.118 |
| **ERZİNCAN** | 1 | 2 | 2 |   |   | 1 | 1 | 3 | 2 | 12 | 2.674 | 2.988 |
| **HAKKARİ YÜKSEKOVA SELAHADDİN EYYUBİ** | 2 | 4 | 4 |   | 1 | 1 | 1 |   | 3 | 16 | 1.195 | 1.822 |
| **HATAY** |   |   |   |   |   |   |   |   | 3 | 3 | 8.138 | 8.761 |
| **IĞDIR ŞEHİT BÜLENT AYDIN** |   | 2 | 1 |   |   | 1 | 1 |   | 3 | 8 | 1.195 | 2.063 |
| **KAHRAMANMARAŞ** |   | 1 |   | 1 |   |   |   |   | 3 | 5 | 1.917 | 2.238 |
| **KARS HARAKANİ** | 3 | 3 | 2 |   | 1 | 1 | 1 |   | 2 | 13 | 3.195 | 3.542 |
| **KASTAMONU** | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 |   | 4 | 2 | 16 | 525 | 695 |
| **KAYSERİ** | 2 | 2 | 1 |   |   | 1 |   |   | 3 | 9 | 14.551 | 15.060 |
| **KOCAELİ CENGİZ TOPEL** |   | 2 | 1 |   |   | 0 |   |   | 3 | 6 | 350 | 1.352 |
| **KONYA** | 2 | 2 | 1 |   |   | 1 |   | 3 | 3 | 12 | 6.716 | 7.426 |
| **MALATYA** |   | 3 |   |   |   | 1 |   |   | 2 | 6 | 4.654 | 5.389 |
| **MARDİN** |   |   |   |   |   |   |   |   | 3 | 3 | 3.443 | 3.804 |
| **MUŞ SULTAN ALPARSLAN** | 3 | 3 | 3 |   | 1 | 1 | 1 |   | 3 | 15 | 2.348 | 2.523 |
| **ORDU-GİRESUN** |   | 2 | 1 |   |   | 1 |   |   | 3 | 7 | 6.538 | 7.979 |
| **SAMSUN ÇARŞAMBA** | 1 | 2 | 1 |   |   | 1 |   | 1 | 3 | 9 | 9.350 | 15.238 |
| **SİİRT** |   | 1 |   | 1 |   |   |   |   | 2 | 4 | 279 | 424 |
| **SİNOP** | 2 | 1 | 1 |   |   | 1 |   |   | 3 | 8 | 1.038 | 1.735 |
| **SİVAS NURİ DEMİRAĞ** | 2 | 3 | 2 |   | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 15 | 3.093 | 4.225 |
| **ŞANLIURFA GAP** | 2 | 1 | 1 | 1 |   | 1 |   |   | 3 | 9 | 4.642 | 5.695 |
| **ŞIRNAK ŞERAFETTİN ELÇİ** | 1 | 2 | 1 |   | 1 | 1 | 1 |   | 3 | 10 | 2.281 | 2.873 |
| **TEKİRDAĞ ÇORLU ATATÜRK** | 1 | 3 | 2 |   |   | 1 |   |   | 3 | 10 | 505 | 29.106 |
| **TOKAT** |   | 2 | 1 |   |   | 1 |   |   | 1 | 5 | 0 | 400 |
| **UŞAK** |   | 3 | 1 | 1 |   | 1 |   |   | 2 | 8 | 279 | 6.713 |
| **VAN FERİT MELEN** | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 |   | 2 | 18 | 8.250 | 14.962 |
| **TOPLAM** | 57 | 88 | 49 | 14 | 17 | 38 | 14 | 26 | 131 | 434 |   |   |

 Tablo 4. Türkiye’de Havalimanlarında Kullanılan Kar Mücadele Araçları ve Sayısı

DHMİ tarafından işletilen Havalimanlarında bulunan Kar Mücadele Araçları dağılımı yukarıdaki gibidir.

Havalimanları Kar Mücadele Hizmetleri personel eğitimlerine yönelik 2015 yılında Erzincan Havalimanında Kar Mücadele Araçları Simülatör Eğitim Merkezi tesis edilmiştir. Simülatör tesisinde 4 adet Kar Mücadele Aracının (P21S Çekerli Tip Kar Mücadele Aracı, P21C Kompact Tip Kar Mücadele Aracı, De-Icing Sıvı Serpme Aracı, Kar Püskürtme (Rotatif) Aracı) eğitimi verilmektedir. Simülatör Tesisinde dört Havalimanı modellenmiştir. Simülatörde belirtilen araçların orijinal kabinleri kullanılmıştır. Simülasyon başlatılırken ve devam ederken çevre parametreleri (sıcaklık, rüzgar şiddeti ve yönü, yağmur ve kar şiddeti, gün ışığı vb.) değiştirilebilmektedir.

Esenboğa Havalimanında Kar Mücadele Hizmetleri kapsamında buzlanma problemlerine karşı daha bilimsel yollarla çözüm üretebilmek adına Buzlanma Erken Uyarı Sistemi tesis edilmiştir.

Kış koşullarının sert geçtiği havalimanlarında en büyük sorunlardan birisi olan ve PAT sahalarındaki uçuş operasyon emniyetini zayıflatan kar ve buzlanmalara karşı Havalimanlarımızda yeterli sayıda Kar Mücadele Aracı, ekipmanı, teçhizatı ve buz önleyici/çözücü (de-icing) sıvı malzemesi bulunması nedeniyle yeterli miktarda önlem alınmaktadır. Ayrıca araç, ekipman ve teçhizatları kullanan personele sürekli tazeleme ve iş başı eğitimleri verilerek profesyonel Karla Mücadele Ekibi oluşturulmuştur. Ülkemizde kış şartlarında uçuşların ertelenmesi ve iptallerin yaşanmaması için kar ve buzdan pist yüzeyinin temizlenmesi işlemi profesyonel şekilde yapılmaktadır.

**5.Snowfree Kullanılması İle Kaplamanın Isıtılması**

Kaplama, kimyasal madde yardımıyla buzlanmadan korunur bu yöntem havalimanlarında ve karayolunda tercih edilmektedir. Superior Hraphite Firması ile birlikte yaptıkları çalışma ile kimyasal miktarını ve zamanla değişimini gözlem altında tutmak ve halihazırdaki buzu yok etmek zaman ve çaba gerektirdiği için Amerikan Federal Havacılık İdaresi Snowfree Sistemini bulmuştur. Kaplamanın temizliği bu sistem ile sağlanmakta, yağış öncesi ve sonrasında yapışık olan kar ve buz yok edilmektedir.

Snowfree Sistemi çeşitli malzemeler kullanılarak asfaltın iletkenliğinin arttırılması ve üretilen elektrik enerjisinin ısı enerjisine dönüştürülmesi prensibinden hareketle kar ve buzun eritilmesini sağlar. Son derece önemli bir problem olan kar ve buz oluşumuna karşı Amerika’da bir taksi yolunda uygulanan bu sistem FAA tarafından test edilmiştir.

Elektrik iletkenliği yüksek asfalt yapı kaplama tabakaları ile çevrelenmiş bu sayede bir ısıtma sistemi oluşturulmuştur. Kablolar aralarında belirli bir boşluk bırakılarak hizalanmış üzerine elektrik iletkenliği yüksek bir malzeme olan grafit ile oluşturulmuş karışım kabloların üzerine kaplanır, etrafı standart asfalt ile çevrelenerek bu sistem oluşturulur. Kabloların üstüne 5cm yüksekliğinde iletken asfalt uygulanır. Standart asfalt ise 5cm yüksekliğinde oluşturulan tabakanın üzerini kaplar bu sayede pist yüzeyi meydana gelir. Uygulanan elektrik yüklemesi ile yüklü olandan yüksüz olana elektrik akımı oluşur bu akıma karşı oluşan direnç sayesinde ısı meydana gelir. Isı enerjisi sayesinde yüzeydeki kar ve buz eriyerek yüzey temizliği sağlanır.

 Bu sistemde grafit malzeme tercih edilerek elektrik iletkenliği arttırılmıştır. Normalde kullanılan agrega malzemenin yerine grafit tercih edilmiştir. Çeşitli mekanik testlere tabi tutulduğunda Snowfree kaplamasının sertlik ve durabilite açısından tekrarlı yüklemelere dayanıklılığının standart kaplamalar ile benzer olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Sistem sıcaklığı kar ve buzlanma olmadan arttılacak şekilde tasarlanmıştır. Kaplama sıcaklığının -3,9°C ye düşmesi durumunda sistem devreye girerek sıcaklığı 1°C’ye getirmektedir. Bu işlem 2,5 saat sürmektedir. Hava koşulları dikkate alınarak 1°C ye ulaşan yüzey sıcaklığında tutulmakta ve kuruma gerçekleşmesi devam edene kadar çalışma devam etmektedir (Ahmedzade ve diğ.,2018).



 Snowfree® Sistemi Enkesiti ve Uygulama Sonucu Karın Eritilmesi (Ahmedzade ve diğ.,2018)

**6. Kar ile Mücadelede Kullanılan Kimyasal Yöntemler**

Kimyasal malzemelerin kullanımı tüm dünyada ve Türkiye’de havalimanları ve karayollarında buz kaldırmak ve buzlanmanın önüne geçmek için en fazla tercih edilen yöntemdir. En çok tercih edilen kimyasallar hem ekonomiklik hem de verim açısından kalsiyum magnezyum asetat(CMA), sodyum klorür (NaCl, tuz), magnezyum klorür (MgCl2 ), kalsiyum klorür (CaCl2 ), potasyum asetat (KAc) en başta gelmektedir.

Kimyasal maddeler çeşitli malzemelerle karıştırılarak üre, glikol vb. aşındırıcı nitelikli malzemeler elde edilir. Kimyasal maddeler farklı fiziksel özelliklerde uygulanabilir. Kimyasalın hangi çeşitte olacağı veya ne kadar olacağı; mevcut kar ve buzlanma miktarına, ortam ısısına ve uygulanan alana göre değişim göstermektedir. Uygulanan bu maddeler yüzeylere, metal parçalara, asfalta hasar verebilir. Günümüzde en fazla tercih edilen bileşikler potasyum asetat, kalsiyum magnezyum asetat ve kalsiyum magnezyum potasyum astetattır. Bu bileşikler hızlı çözünme kabiliyetine ve klor içermeme özelliğine sahiptir. Asetatlar fiyatı yüksek malzemelerdir. Korozyon olasığı düşük olan CMA’nın verimi tuzdan daha azdır ve daha küçük bir sıcaklık aralığında çalışır.

Kar ve buz ile mücadelede aşındırıcıların görevi son derece önemlidir. Sürtünme kat sayısını arttırmak için aşındırıcı malzemeler kullanılır. Aşındırıcı malzeme olarak en fazla doğal kum, taş, cüruf gibi malzemeler tercih edilir. Havalimanlarında tercih edilen aşındırıcıların fiziksel özellikleri; tane şekli, malzemenin sertliği, tane boyutu ve malzemeye hasar verebilecek nitelikteki malzemelerin miktarı dikkat edilmes8i gereken kısımlardır. Genel itibari ile 340kg/km olacak şekilde her şerit başına kum dökülür. Son yıllarda bu kimyasal malzemelerin yerini özel olarak üretilen karışımlar almıştır(de-icing). Korozyona sebep olmayan, doğaya ve kaplamaya hasar vermeyen oldukça düşük sıcaklıklarda dahi verimli solisyonlardır. Buz oluşumunun önüne geçmede önemlidirler. Sadece havalimanları için değil aynı zamanda uçakların çeşitli bölümlerinin buzlanmasının önüne geçmek için de-icing faaliyeti gerçekleştirilir. Uçaklar metal malzemelerle kaplıdır bu nedenler korozyon riski olmayan malzemeler kullanılmalıdır. Tuz ve klor korozyona sebep olduğu için bu malzemeler kullanılmamalıdır. Buzlanmaya karşı de-icing karışımlarını hızlı ve etkin bir biçimde kullanabilmek için Otomatik Buzlanma Önleyici Sprey(RWİSH) Yöntemi bulunmuştur. De-icing kimyasalların sıkılmasıyla buzun kaplamaya yapışması önlenir. Bu sistem için RWİS yönteminden yararlanılır. Kar yağışı ve buzlanmanın başlangıç anından itibaren hızlı bir biçimde mekanizma çalışmaya başlar. RWİS yönteminin kullanılmaya başlamasından itibaren kazalar %60’ın üzerinde azalmıştır.

**SONUÇ**

Ülkemizde ve dünyada havacılık sektörünün önemli problemlerinden biri olan kar ve buzlanma ile mücadele konusunda birçok yöntem uygulanmaktadır. Hava koşulları, maliyet ve uluslararası prosedürler en etkin yöntemin belirlenmesinde göz önüne alınmalıdır. Kompakt ve çekerli tip kombine kar mücadele araçları ülkemize 1984 yılından itibaren girmiş olup bu araçlar, zorlu kış koşullarına karşı etkin bir biçimde kullanılmaktadır. Ayrıca de-icing sıvı serpme araçlarının kullanılması ile birlikte karla mücadelede daha fazla verim alınmaktadır. Kimyasal buz çözücülerin kullanılmasında doğaya, kaplamaya, uçaklara herhangi bir zarar vermeme koşulu oldukça önemlidir. Kimyasal çözücülerin seçiminde tuz ve klor içeren malzemelerin seçilmemesi gerekmektedir çünkü bu maddelerin korozyon oluşturucu ve aşındırıcı etkisi vardır. Olumsuz durumların önüne geçebilmek için özel kimyasal solisyonları(de-icing) üretilmiş bu sayede kaplamaya zarar vermeden, düşük sıcaklıklarda dahi etkili bir biçimde çalışma sağlanmıştır. Son zamanlarda geliştirilen Snowfree Sistemi; belirli aralıklarda yerleştirilmiş kabloların üzerinin elektrik iletkenliği yüksek malzeme ile kaplanıp etrafının standart asfalt ile çevrelenip üzerinin tekrar iletken asfalt ile kaplanmasından oluşur. Uygulanan elektrik akımı sayesinde elektrik enerjisinin ısı enerjisine dönüşmesi sonucu kar ve buzlanmanın önüne geçilir. Amerika’da uygulanan bu sistem ile çok büyük oranda verim elde edilmiştir. Sonuç olarak teknolojinin gelişmesiyle kar ile mücadelede yeni sistemler geliştirilmektedir bu sayede havacılık şirketleri ve yolcuların mağdur olmasının önüne geçmek amaçlanır. Bu mücadelede en uygun yöntem ekonomiklik, hava koşulları, verimlilik, doğaya zarar vermeme, korozyona neden olmama ve zaman açısından değerlendirten sonra belirlenmelidir.

KAYNAKÇA

Ahmedzade, P., Yılmaz, M. & Yılmaz, M. (2007). Kar ve Buz ile Mücadele Etmek Amacıyla Geliştirilen Daha Etkili ve Ekonomik Yöntemler, 7. Ulaştırma Kongresi, İstanbul, 1. 86-195,

Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü (2016). Havaalanlarında Kar Mücadele Yönergesi, Yönerge No: 11, Ankara, <https://www.dhmi.gov.tr/Lists/DosyaYonetimiList/> Attachments/98/Y11%20Havalimanlar%C4%B1%20Karla%20M%C3%BCcadele%2 0Y%C3%B6nergesi.pdf, Erişim Tarihi: 09.01.2021.

Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü (2018). Havaalanları Pist Yüzey Şartları Yönergesi,Ankara,https://www.dhmi.gov.tr:https://www.dhmi.gov.tr/Lists/DosyaYone timiList/ Attachments/102/y15.pdf, Erişim Tarihi: 09.01.2020.

Seferoğlu A., Seferoğlu M., Akpınar M. (2015), Karayolu ve Havayolu Kaplamalarında Kullanılan Kar ve Buzla Mücadele Yöntemlerinin Mali Analizi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part:C, Tasarım Ve Teknoloji,407-416

## Tuna B., Aydın Ü. (2020), Havaalanlarında Karla Mücadele Faaliyetleri ve Bu Faaliyetlerin Maliyeti, Dergipark Dergisi, 22-30