



**bu bir MMO  
yayıdır**

MMO, bu makaledeki ifadelerden, fikirlerden, toplantıda çıkan sonuçlardan ve basım hatalarından sorumlu değildir.

## **Buz Pateni Soğutma Donma Tesisatları**

**İBRAHİM İŞBİLEN**

REF ISI  
Şair Eşref Bulv. 102/1  
Alsancak-İZMİR

# BUZ PATENİ SOĞUTMA DONMA TESİSATI

**İbrahim İŞBİLEN**

## ÖZET

Bilinen eski spor dallarından biri olan buz sahası oyunları, teknolojinin ilerlemesiyle doğal halinden kopup yapay tesislere geçmiştir.

Yeryüzü genelinde süren barış ortamı bir çok ulusun zenginliğini ve insanların boş zamanlarını arttırmış, toplumların faydalı uğraşlara yönelmeleri için yenilikler aranılır olmuş ve dün pahalı görülen teknolojik yatırımlar bugün olağan görülmeğe başlamıştır. Buz paten sahaları bu gelişim içinde hızlayaygınlaşmaktadır. Yurdumuza -iklimin de etkisiyle- biraz geç giren bu spor dalı, giderek artan bir tempo ile ilgi toplamaktadır.

Bu bölümde sözkonusu spor sahalarının en önemli unsuru olan soğutma tesisatları tanıtılmakta; ayrıca son yıllarda yapılan araştırmalara dayanan, proje aşamasında dikkate alınmasının yanısıra çalışan tesislere de uygulanabilecek yeni düzenlemeler açıklanmaktadır.

## TARİHÇE

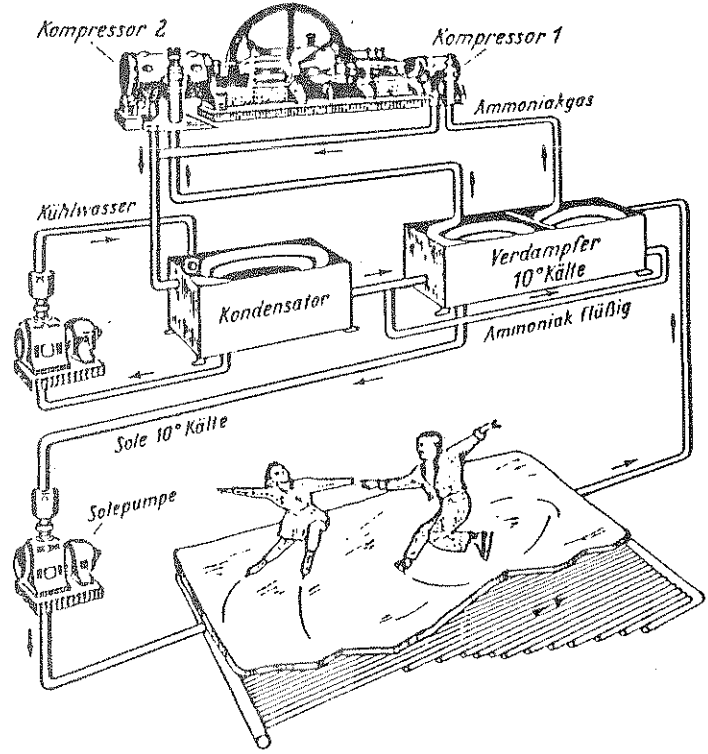
İnsanların 13. yüzyıldan beri doğal buz tabakaları üzerinde çeşitli oyunlar oynadıkları bilinmektedir. Buzlu platformlara olan ilgi 17. yüzyıldan itibaren yaygınlaşmış ve bir çok soğuk iklimli ülkede (özellikle Hollanda'da) sevilen bir halk sporu ve eğlencesi haline gelmiştir.

Mekanik soğutma teknolojisinin gelişmesi ile, 19. yüzyılın son çeyreğinde "buz paten sahaları donma-soğutma tesisatları" yapımına başlamıştır. İlk tesisatlar açık buz sahalarının doğal buzlanmasına yardımcı olmak ve kış ortasında güneşli-yumuşak günlerde buz tabakasını korumak amacı ile yapılmış, daha sonraları kapalı salonlara geçilmiştir. Kapalı salonlara geçiş ile çalışma mevsimini -dış hava şartlarından bağımsız olarak- uzatmak mümkün olmuştur. İnsan-

ların bu eğlenceli spora olan ilgisinin artmasıyla, özellikle kapalı sahalar, daha sıcak iklimlerde de inşa edilmeye başlanmıştır. Yer yüzünde bilinen "en sıcak iklimde" çalışan paten sahası Singapur'da bulunmaktadır ve yıl boyunca hizmet vermektedir.

Avrupa'nın beş kuzey ülkesinde bulunan buz paten sahalarının yıllara göre dağılımları şöyledir:

Yıl	Saha Adedi
1939	20
1950	25
1960	140
1970	320
1975	600



ŞEKİL 1: 1925 yılında Berlin'de yapılan paten sahasına ait soğutma tesisatı şeması

Günümüzde tüm dünyada çalışan sahaların sayısı onbin adedi geçmektedir.

Yurdumuzdaki paten sahalarının sayısı oldukça azdır. Olimpik ölçülerdeki tek paten sahası (1800 m<sup>2</sup>, kapalı) Ankara'dadır. Bunu, İzmir-Buca'da bulunan 600 m<sup>2</sup>'lik açık saha izlemektedir. İstanbul'da ise herbiri yaklaşık 300 m<sup>2</sup> olan üç adet paten sahası bulunmaktadır.

Soğutma tekniğinin gelişimini görmek açısından, 1925 yılında Berlin'de yapılan ve bugünlerde Avrupa'nın en büyük sahası olan tesise ait bazı bilgileri aktaralım:

Saha büyüklüğü 78x32 m (2250 m<sup>2</sup>), salamura çelik boru tesisatının toplam boru uzunluğu 25000 m, soğutucu akışkan amonyak, soğutma kapasitesi 494 Kw (425000 Kcal/h) olan çift kompresör, kompresörün kayış ile tahriki için 250 BG karşı basınçlı buhar makinası, herbiri 274 m<sup>2</sup> ısıtma yüzeyli iki adet 10 bar basınçlı buhar kazanı, iki ayrı evaporatör ve müşterek bir su püskürtmeli (evaporatif) kondenser.

Tesisatın bugünlerde çizilmiş şeması, ŞEKİL 1'de görülmektedir.

## YAPI ŞEKİLLERİ

Paten sahaları açık veya kapalı olmak üzere iki ana grupta toplanırlar. 40° kuzey enleminin üzerinde kalan bölgelerdeki açık sahalar, genellikle kasım ayı ortalarından mart ortalarına kadar dört aylık ekonomik çalışma yaparlar. Aynı yörelerde kapalı sahaların yıllık ekonomik çalışma süreleri altı ay kadardır. Güneye doğru inildikçe sahanın kapalı tipe dönüşmesi ve "ekonomik" çalışma süresinin azalması sözkonusu olmaktadır.

Açık sahaların güneş radyasyonundan daha az etkilenmesi için güney yönü taraflarında gölgeleyiciler yapılmasında fayda vardır. Bu gölgeleyiciler; doğal ve ağaçlandırılmış bir tepe, seyirci tribünü veya düşey olarak yerleştirilmiş branda türü perdeler olabilir. Gölgelemenin etkili olabilmesi amacıyla, paten sahasının uzun olan kenarının doğu-batı yönleri arasına yerleştirilmesi uygun olacaktır.

Açık saha yeri seçiminde diğer bir faktör rüzgar ve nem etkisidir. Saha, az rüzgar alan nemsiz bir bölgeye yerleştirilmelidir. Ayrıca taban altı buzlanmasının oluşumuna meydan vermemek için bataklık ve balçık olan yerlerden uzak durulmalıdır.

Kapalı yapılarda güneş ışınlarının içeri girmesi önlenmeli ve pencereler çevredeki daha koyu renkli ortamların bulunduğu yönlere açılmış olmalıdır.

İklim nedeniyle yılın belli zamanlarında kullanılabilen buz paten sahalarının çoğu, günümüzde çok amaçlı olarak yapılmaktadır. Eğer saha kapalı olarak yapılacaksa, yatırımın büyüklüğünden dolayı bu konu daha fazla önem kazanmaktadır. Saha yapımındaki ikinci ve başka amaçlar (tenis, basketbol ve benzeri spor sahası; toplantı, tiyatro, konser veya sergi alanı) başlangıçta tesbit edilmelidir. Yapıdan mevsim dışında değişik amaçlarla faydalanılmasına paralel olarak; soğutma tesisatının da, tesise ilave edilecek soğuk hava depolarını mevsimlik olarak çalıştırması ile ek bir değerlendirme yapılması mümkündür.

## KULLANIM AMAÇLARI, BOYUTLAR, BUZ SICAKLIKLARI

Buz paten sahalarının yaygın olarak kullanım amaçları ve bunlar için aranılan özellikler şöyledir:

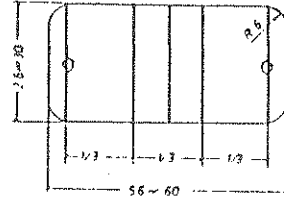
HOKEY: Olimpik saha ölçüsü 30x60 m'dir. Köşe yarıçapı 6 m'dir (buz düzeltme makinasının rahat çalışabilmesi için daha küçük ölçüde yapılamaz). (ŞEKİL 2a)

A.B.D.'de standart ölçü 26x61 m, köşe yarıçapı 8,5 m'dir. Kabul edilebilen en küçük ölçüler Avrupa'da 26x56 m, A.B.D.'de ise 21,3x51,8 m'dir.

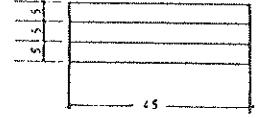
Buz tabakasının sıcaklığı -5 ila -6 oC, yapısı ise sert olmalıdır.

**CURLİNG:** Buz üzerinde taş kaydırma şeklinde bir iskoç oyunudur. Her yarışmacı için gerekli pist boyutu 5x45 m'dir (ŞEKİL 2b). Buz tabakası sert ve -4,5 oC sıcaklıkta olmalıdır.

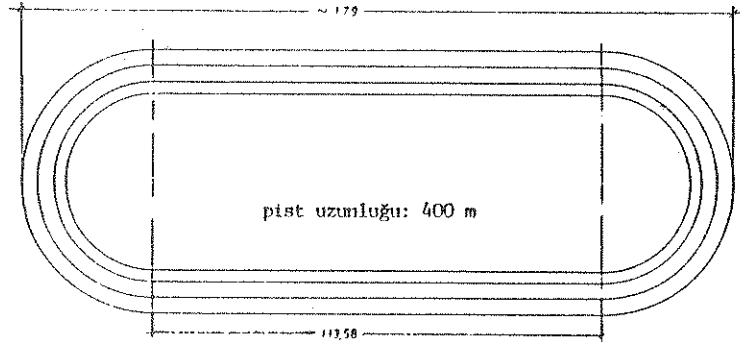
**HIZ PATENİ:** Formu, atletizm yarış pisti gibidir. (ŞEKİL 2c) 5'er m genişliğinde iki bitişik pist veya 3 m genişliğinde buz'suz normal pistin de ilavesiyle 4+4 m'lik iki pist olarak yapılır. Pistlerin toplam uzunluğu 400 m'dir. Pist ölçülerinin büyüklüğü nedeniyle hız paten sahaları sadece açık tip olarak yapılmaktadırlar. Bununla birlikte, kapalı hokey sahalarında da hız paten yarışmaları yapılabilmektedir.



2a: Hokey



2b: Curling



2c: Hız pateni

ŞEKİL 2: Buz pateni sahaları

Hız paten sahalarının buz tabakası sıcaklığı -5 ~ -6 oC olmalıdır.

**FİGÜR PATENİ:** Eğitim ve zorunlu stil gösterileri için 5x12 m'lik büyüklük yeterlidir. Serbest stil ve dans hareketleri için gerekli boyutlar 18x36 m ve daha üzeridir.

Buz tabakası sıcaklığı -3 oC olmalıdır. Eğitim sırasında patencinin paten izlerini görebilmek için, buz yüzeyinin yumuşak olması istenir.

**EĞLENCE PATENİ:** Ölçü ve geometrik şekil açısından standartı yoktur. Genelde, belirli bir amaç için yapılmış buz sahalarının boş zamanlarda değerlendirilmesi ile gerçekleşir. Eğlence amacıyla sahada bulunan her kişi için 4 m<sup>2</sup> buz yüzeyi düşünülmelidir. Şayet fazla çocuk yoksa, kişi başına 3 m<sup>2</sup> yüzey de yeterlidir. 30x60 m ölçülerinde ve 6 m köşe yarıçaplı olimpik bir hokey sahasının alanı yaklaşık 1770 m<sup>2</sup>'dir ve böyle bir saha aynı anda 600 kişiye hizmet verebilir.

Eğlence amaçlı çalışmalarda, buz tabakası sıcaklığı -2 ~ -3 oC olmalıdır. Kazınma ve parçalanmanın minimum seviyede olması için, oldukça yumuşak bir buz yapısı tercih edilir.

## BUZ KÜTLESİNİN KORUNMASI

Buz tabakasının varlığını sürdürmesi için tavsiye edilen sıcaklık derecesi, -2 oC'dir. Paten sahasındaki program çalışmasının bitiminde sıcaklık ayarını, bu değere göre değiştirilmelidir. Buz tabakası sıcaklığının 1 oC yükseltilmesi, tesisatın elektrik enerjisi tüketiminde yaklaşık olarak % 13 - 14 oranında tasarruf sağlamaktadır.

## DÖŞEME YAPISI

DIN 18036'ya göre "uygulanabilir" döşeme yapısı kesit olarak ŞEKİL 3'-de gösterilmiştir. Hemen belirtmek gerekir ki, bu çizim uygulanması mümkün tüm yapı detaylarını kapsamaktadır; projelendirmede ise bunlardan bazılarının kullanılmasına gerek kalmayabilir.

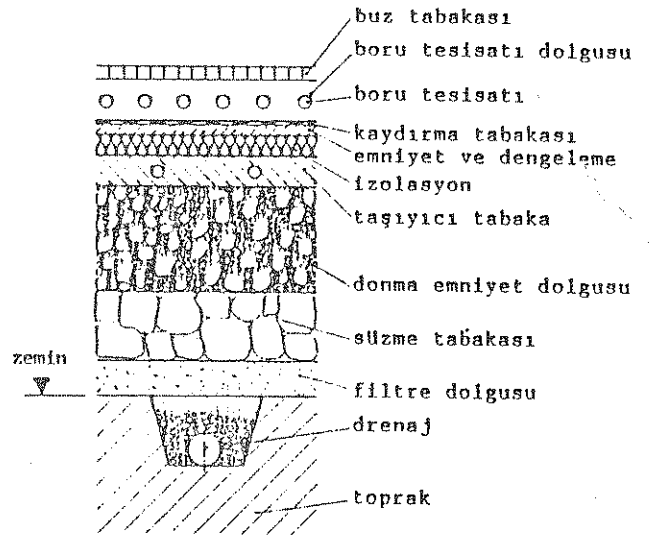
**BUZ TABAKASI:** Genel olarak, max 38 - 40 mm kalınlığındaki buz tabakası, tüm kullanım amaçları için uygun görülmektedir.

**BORU TAŞIYICI DOLGU:** Paten sahası küçük boyutlu ve sadece buz pateni için kullanılacaksa, bu dolgunun yapılmasına gerek yoktur, böylece daha hızlı bir ısı iletimi sağlanır. Büyük boyutlu ve kalabalık kullanıcısı olan sahalarda, buz tabakasının esnekliğini sağlamak için bu tabaka kum ile oluşturulmaktadır. Paten sahasının çok amaçlı kullanımı durumunda ise, soğutucu borularının üzerine (çaplarına uygun kalınlıkta) beton dökülerek tesisat örtülmüş olur.

**BORU TESİSATI:** Salamuralı sistemlerde; 20, 25 veya 32 mm çapında yumuşak çelik boru, veya ince etli 25 mm çapında polietilen plastik boru, veya aynı çapta UHMW (yüksek moleküler ağırlıklı) polietilen plastik boru kullanılmaktadır. Borular zeminde 90 veya 100 mm aralıklarla yerleştirilir.

Direkt genişmeli (DX) soğutma tesisatlarında genellikle 16 - 22 mm çaplı çelik borular kullanılır ve bunlar açık sahalarda 75 mm, kapalı sahalarda ise 100 mm aralıklarla döşenir.

Boruların içindeki soğutucu akışkanın bütün hatlarda aynı debi ile akmaları gerekir. Aksi halde zayıf beslenen hatların bölgesinde erimeler olabilir



ŞEKİL 3: Döşeme yapısı

olabilir ve bu durum da patencilerin takılarak düşmelerine yol açabilir. Bunu önlemek için;

a) Salamuralı sistemlerde kollektörler düşük akış hızı sağlayacak şekilde seçilmeli, ana besleme hatlarının kollektör bağlantılarından birisi ters noktadan yapılmalıdır (ŞEKİL 4). Ayrıca kollektörlerin en az ikişer ucuna pürjörler konulmalıdır.

b) DX sistemlerde ayrıca, soğutucu akışkan ile sürüklenen yağın soğutma borularında birikimini önleyecek şekilde akış hızları incelenmelidir.

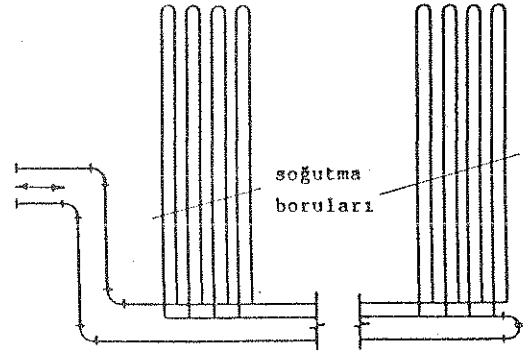
Boru tesisatının döşenmesinde, sıcaklık farkları ile oluşacak uzama ve kısalmalar için gerekli boşluklar bırakılmalıdır.

30 x 60 m ölçülerinde bir paten sahası için uygun boru yerleşim planları, ŞEKİL 5'de görülmektedir. İç akışkan giriş-çıkış sıcaklık farklarının büyük olduğu tesisler için çift yönlü akışlı yerleşim şekli uygulanmalıdır.

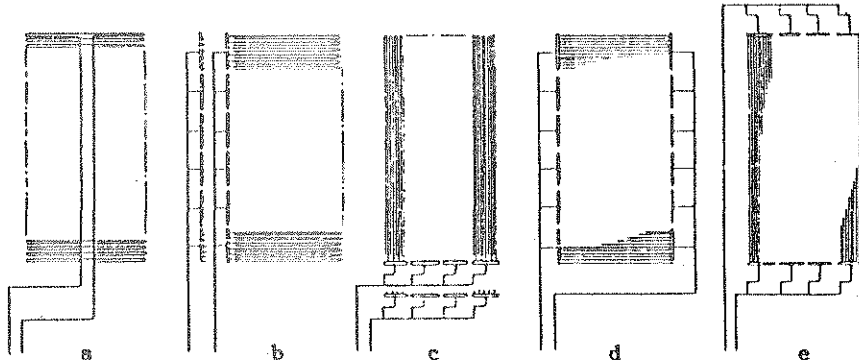
**KAYDIRMA TABAKASI:** Farklı sıcaklıklarda bulunan iki beton kütesinin serbest genişleme ve büzülmeleri için yapılır.

**EMNİYET VE DENGELEME TABAKASI:** Aynı amaç için yapılır.

**İZOLASYON:** Soğuk ülkelerde fazla uygulanmaz. Yurdumuzda, bölge ve kullanma sürelerine göre 100-150 mm kalınlıkta mantar veya benzeri malzeme ile izolasyon yapılması uygun olacaktır. İzolasyon kalınlığı ekonomik kriterlere göre saptanmalıdır. Yapılacak izolasyon her iki yüzeyden su ve su buharına karşı korunmalıdır.



ŞEKİL 4: Eşdeğer akışlı kollektör bağlantı sistemi



ŞEKİL 5: SOĞUTMA BORU TESİSATI YERLEŞİM PLANLARI

a, b, c: çift yönlü akışlı yerleşim  
d, e: tek yönlü akışlı yerleşim

**TAŞIYICI TABAKA:** Betonarme tarzında ve 500 Kg/m<sup>2</sup> yayılı yüke göre inşa edilir. Paten sahası açık tip ve mevsim dışında üzerinde araç dolaşması sözkonusu ise, bu yük birimi gereği şekilde arttırılmalıdır. Modern tesisatlarda bu betonun içine, topraktaki rutubetin buzlanmasını önlemek için izolasyondan 50-100 mm aşağıda ve 300-600 mm aralıklarla ayrı bir "ısıtma" boru tesisatı döşenmektedir. Bu tesisatta 5-10 oC sıcaklıkta salamura dolaştırılır ve soğutma kompresörünün kondenseri ile ısıtılır.

**DONMA EMNİYET DOLGUSU:** Sahanın inşa edileceği zemin gevşek ve ıslak ise, saha tabanının altında bulunan topraktaki suyun donmasını önlemek gerekir. Aksi halde, tabanın altında oluşacak donma olayının yol açacağı kabarma, saha tabanının bozulmasına ve çatlamasına neden olabilir. Bunun önlenmesi için, saha tabanının altına 1,2 m yüksekliğe kadar (yaz mevsiminde kullanılacak sahalarda daha fazla) mıcır ile dolgu yapılır.

**SÜZME TABAKASI:** Bir üst tabakadan gelen suyun aşağıya doğru rahatça akışı için, kaba taşlardan yapılan bir tabakadır.

**FİLTRE DOLGUSU:** Su ile gelecek pisliklerin drenaj sisteminde tıkanma yapmasını önlemek amacıyla, ince tanecikli taşlar veya kuarz ile filtre dolgusu yapılır.

**DRENAJ TESİSATI:** Doğal toprak zemininde açılmış kanalların içine drenaj tesisatı yapılır ve daha düşük kotta bulunan bir toplama havuzuna bağlanır.

Genel olarak;

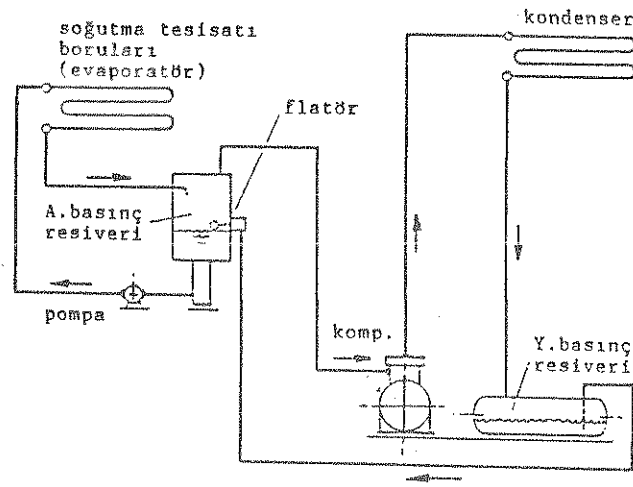
- a) Cürufu bulunan sülfür nemli ortamda açığa çıkarak demir malzemelerin paslanmasını hızlandıracağı için, dolgu malzemesi amacıyla yanmış kömür cürufu kullanılması sakıncalıdır.
- b) Tabakaların sıkıştırılmasında dolgu malzemeleri ıslatılmamalıdır.
- c) Tabakaların betonları bir defada komple dökülmelidir.
- d) Sahanın tüm yapısı, -25 ila +50 oC arasındaki sıcaklık değişimlerine karşı dayanıklı olmalıdır.

## TESİSAT

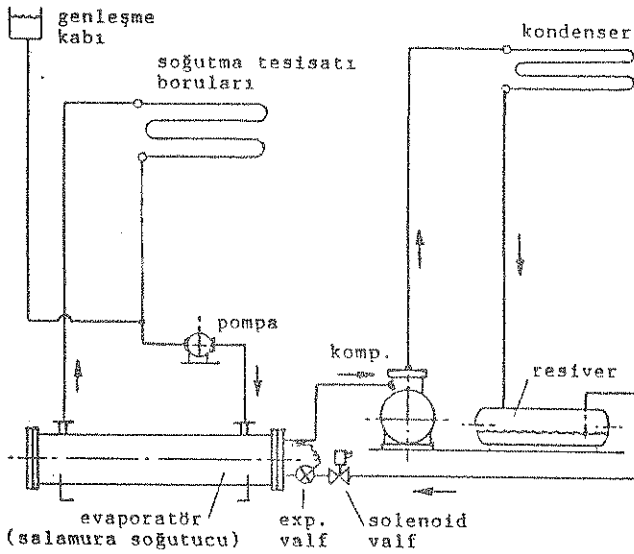
Paten sahalarındaki buzun dondurulması ve donmuş halde tutulması, genellikle buz tabakası altına yerleştirilmiş soğutucu akışkan boru tesisatı ile gerçekleştirilir. Bu amaçla, tesisatlar;

- a) Direkt genleşmeli (DX) sistem,
- b) Salamura sirkülasyonlu sistem





a) Direkt Genleşmeli (DX) Sistem



b) Salamura Sirkülasyonlu Sistem

ŞEKİL 6: SOĞUTMA TESİSATI SİSTEMLERİ

olarak yapılırlar (ŞEKİL 6).

**DX SİSTEMLER:** Genellikle "sıvı taşmalı" tip şeklinde uygulanmakta ve amonyak veya CFC (florokarbon) türü gazlar kullanılmaktadır. R22 gazının kullanımı son senelerde bir hayli artmıştır. Amonyak gazının A.B.D. ve Kanada'da genel binalarda kullanımı yasaktır. R12 gazı ise tüm ülkelerde yasaklama aşamasındadır.

Bu sistemin faydaları; evaporasyon sıcaklığının salamuralı sisteme nazaran yaklaşık 5 oC daha yüksek seçilebilmesi sonucu elektrik tüketiminin düşük olması, salamura hazırlanması külfetinin ve salamura korozyonu tehlikesinin ortadan kalkması, salamura soğutucusuna (evaporatör) ve genişleme kabına ihtiyaç olmamasıdır. DX sistemli ilk tesisat, A.B.D.'de 1896 yılında Washington'da, Avrupa'da ise 1950 yılında Örlikon'da (İsviçre'de) kurulmuştur. Yüksek veriminden dolayı, gittikçe yaygınlaşan bir tesisat sistemidir.

**SALAMURA SİRKÜLASYONLU SİSTEMLER:** Bu tesisatlarda soğutma işlemi "ikinci" akışkan aracılığıyla yapılır ve bunun için yaygın olarak etilen glikol, propilen glikol ve kalsiyum klorür kullanılır. Sistemin avantajları; tesisat basıncı düşük olduğu için boru tesisatının daha hafif (hatta plastik) borular ile ucuza yapılması mümkündür, salamura dolgusunun varlığı kompresörün otomatik çalışma periyodlarında tesisatta daha küçük sıcaklık dalgalanmaları yaratır ve en önemlisi soğutma gazı devresinde olabilecek kaçaklarda daha az soğutucu gaz kaybı (ve çevre kirlenmesi) olur. Belirtmek gerekir ki; 30x60 m boyutlarındaki hokey sahası soğutma tesisatı gaz şarjı, 7500 - 10000 Kg CFC türü (R22, R502) veya 3500 - 4500 Kg amonyak ile sağlanabilmektedir.

TABLO 1'de, en çok kullanılan üç çeşit salamuranın, ortalama çalışma sı-

caklığı olan -10 oC'deki fiziksel özellikleri belirtilmiştir.

Geniş çaplı ve tek yönlü geçişli boru tesisatında salamura dolaşımı 1 ila 2 oC'lik sıcaklık farkına göre yapılır. Bu

da, beher Kw soğutma kapasitesi için 0,18 ila 0,27 L/s salamura debisini gerektirir. Bu tip tesisatın direnci 17 mss'nu aşmamalıdır.

Düşük debili ve çift yönlü geçişli boru tesisatında kullanılan salamuranın sıcaklık farkı 2 - 3 oC olabilir. Ağır ısı yükü şartlarında sıcaklık farkının 6 ila 8 oC'ye kadar yükselmesi normaldir ve buz kalitesinde bir bozulma yapmaz.

DX veya salamuralı sistemin seçiminde, yatırım fiyat farkları ile beraber işletme giderleri ve "riskleri" de dikkate alınarak karar verilmelidir.

#### SOĞUTMA KAPASİTESİ

Buz paten sahasının soğutma kapasitesinin "teorik" olarak hesaplanması çok zordur, çünkü kapasiteyi oluşturan ısı yükleri devamlı değişim halindedir. Bu

nedenle, kapasite hesaplarında mevcut tecrübelerle dayanılarak bir ön hesap, daha sonra yapı detaylarına göre gerekli düzeltmeler yapılabilir.

TABLO 2: 37° KUZAY PARALELİ VE ÜSTÜ İÇİN ISI YÜKLERİ

ÇALIŞMA: 4 - 5 Aylık kış mevsimi	
	Kw/m <sup>2</sup>
Açık saha, gölgesiz	0,12 - 0,50
Açık saha, tamamen gölgeli	0,20 - 0,34
Kapalı saha, klimatize edilmemiş	0,12 - 0,20
Kapalı saha, klimatize edilmiş	0,11 - 0,25
Kapalı saha, Curling pisti	0,10 - 0,20
ÇALIŞMA: Yılböyü (Kapalı ve Klimatize Edilmiş Saha)	
	Kw/m <sup>2</sup>
Spor sahası	0,25 - 0,50
Spor sahası, hızlı buz yapımı	0,33 - 1,00
Figür pateni klübü ve stüdyoları	0,20 - 0,34
Gösteri sahaları	0,34 - 0,50
Curling pisti	0,16 - 0,25

TABLO 2'de, yaygın uygulamalar için istatistik bilgi ve tecrübelerle dayanan birim ısı yükleri belirtilmiştir.

1970'li yıllardan itibaren çalışmakta olan buz paten sahaları üzerinde yapılan araştırmalar sonucunda, paten sahalarının ısı yüklerinin bilançosu

ve mevcut yüklerin proje aşamasında ve işletmede alınacak önlemlerle azaltılabileceği oranları belirlenmiştir. Bu değerler TABLO 3'de kapalı, TABLO 4'de ise açık tip paten sahaları için verilmiştir.

## ISI YÜKLERİNİN İNCELENMESİ

**BUZ YÜZEYİ YENİLEME:** Buz üzerindeki paten hareketleri buzda kopmalara ve yarıkların oluşmasına yol açar, bunun sonucu buz tabakasının üstü engebeli bir hal alır. Her bir hokey maçından veya eşdeğer tahribatlı başka kullanımlardan

**TABLO 3: KAPALI SAHA ISI KAYNAKLARI ve ÖNLEMLERİ**

Isı Yüklü Kaynağı	Toplam Yükün Max. Yüzdesi (%)	Azaltılabilme Oranı, max. (%)
<b>KONDÜKSİYON YÜKLERİ:</b>		
Buz YüzeYi Yenileme	12	60
Pompalama	15	60
Döşeme Isı YÜKÜ	4	80
Boru Tes. Isı Kaçakları	2	40
Paten Sürtünmesi	4	0
<b>KONVEKSİYON YÜKLERİ:</b>		
Çevre Havası Sıcaklığı	13	50
Çevre Havası Nemi	15	40
<b>RADYASYON YÜKLERİ:</b>		
Tavan Radyasyonu	28	80
Aydınlatma Radyasyonu	7	40
<b>TOPLAN:</b>	<b>100</b>	

**TABLO 4: AÇIK SAHA ISI KAYNAKLARI ve ÖNLEMLERİ**

Isı Yüklü Kaynağı	Toplam Yükün Max. Yüzdesi (%)	Azaltılabilme Oranı, max. (%)
<b>KONDÜKSİYON YÜKLERİ:</b>		
Buz YüzeYi Yenileme	9	50
Pompalama	12	60
Döşeme Isı YÜKÜ	2	40
Boru Tes. Isı Kaçakları	1	30
Paten Sürtünmesi	1	0
<b>KONVEKSİYON YÜKLERİ:</b>		
Çevre Havası Hızı	0 - 15	10
Çevre Havası Sıcaklığı	0 - 15	0
Çevre Havası Nemi	0 - 15	0
<b>RADYASYON YÜKLERİ:</b>		
Güneş Radyasyonu	10 - 30	60
<b>TOPLAN:</b>	<b>100</b>	

sonra, buz tabakası özel bir maki-  
na ile kürenir. Küreme işi, küçük  
sahalarda geniş bir pala ve el ile  
yapılır. Bu işlem sırasında yüzey-  
deki fazla kar (kırık buz tanecik-  
leri) alınır, boşlukların doldurul-  
ması için su püskürtülür. Bu işlem  
sahanın kullanım yoğunluğuna göre  
günde 3 ila 15 kez tekrarlanır.  
Her yenileme işleminde, 30x60 m  
boyutundaki bir sahaya ortalama  
400 L su bırakılır.

Şehir şebekesinden alınan su  
saf değildir ve içinde bulunan ha-  
va kabarcıklarının etkisiyle kali-  
teli ve dayanıklı buz elde edilme-  
si mümkün olamaz. Bu nedenle dolgu  
için yaklaşık 60 - 65 oC'ye kadar  
ısıtılarak hava kabarcıklarından  
arındırılmış sıcak su kullanılır.  
Saha üzerine dolgu için serpilen  
suyun ısıtılması ve dondurulmak a-  
macı ile tekrar soğutulması, çift  
yönlü enerji harcamasını gerekti-  
rir. Bundan kurtulmak için son  
yıllarda "mineralsizleştirme" (de-  
mineralization) cihazları kulla-

nılmağa başlamıştır. Bu cihazlarda suyun içindeki mineraller kimyasal yollar-  
la alınarak su "saf" hale getirilir. Suyun saflığı, elektriksel iletkenliği  
(veya tersi olan; direnci) ile ölçülür. Sudaki mineral miktarı arttıkça ilet-  
kenliği de artar ve elde edilecek buzun kalitesi düşer.

İletkenlik birimi olarak "Siemens/cm" kullanılır. Bazı kaynaklar,

$$\text{İletkenlik} = 1 / \text{Direnc}$$

bağıntısı ve direnc biriminin "ohm" oluşuna dayanarak, birim olarak "mho/cm"

(ohm'un ters yazılışı ile) ifadesini kullanırlar.

Şeffaf ve sağlam ideal buz yapısı için, kullanılacak su 2 ila 30 microsiemens/cm saflığında olmalıdır. Şehir şebekesi sularının iletkenlikleri ise 200 ila 800 microsiemens/cm arasında değişmektedir. Mineralsizleştirme cihazları ile suyun saflaştırılması sonucu;

- Suyun ısıtılıp tekrar soğutulması için harcanan enerji tasarruf edilir.
- Saf su ile sıcak suya göre daha sağlam ve dayanıklı buz elde edilir, dolayısıyla kırılma ve parçalanmalar azalır.
- Saf su ile yapılmış buz tabakasının kalınlığı, daha kaliteli buz sağlanabildiği için 20-25 mm'ye kadar düşürülebilir. Buz kalınlığının azalması ile ısı transferi kolaylaşır ve soğutucu akışkanın ortalama sıcaklığı yükselerek enerji tasarrufu sağlanır. Buz tabakası kalınlığının 38 mm'den 20 mm'ye indirilmesi ile, kompresör elektrik tüketiminde % 7 oranında bir düşme olduğu gözlemlenmiştir. Diğer taraftan, kaliteli yapısı nedeniyle, buz tabakası sıcaklığının da 1 oC yükseltilmesi mümkün olmaktadır.
- Buz sahasını kullanan patenciler, kaliteli bir buz tabakası üzerinde daha başarılı ve güvenli çalışma yaparlar.

Demineralizasyon cihazının kullanılmağa başlanmasıyla, dört aylık çalışma mevsimi olan olimpik bir hokey sahası tesisatında mevsimlik enerji giderinde yaklaşık 75000 kWh azalma olmuştur.

#### POMPALAMA

DX sistemlerde soğutucu akışkanın boru tesisatında sıvı olarak dolaşımı, soğutma tesisatının alçak basınç yani evaporatör tarafında olmaktadır. Bu sistemlerde tesisat direncinin 1,0 bar değerini aşmaması tavsiye edilir. Tesisatta, özel yapılmış amonyak veya CFC sıvı pompaları kullanılır.

Salamuralı sistemlerde salamuranın pompalanması işlemi bilinen santrfüj pompalar ile yapılır. Buradaki gerçek pompalama yükü, genelde % 15-20 büyük seçilen motor gücü değildir, pompa "mil gücü"dür ve sürtünme sonucu açığa çıkar.

$$P_m = \frac{M \cdot H \cdot v \cdot g}{3600 \cdot \eta} \quad (\text{Watt}) (= \text{N.m/s})$$

M = salamura debisi, m<sup>3</sup>/h

H = pompa basıncı, mss

v = salamura özgül ağırlığı, Kg/m<sup>3</sup>

$\eta$  = pompa verimi: küçük debili pompalarda, max: % 40-60  
orta " " " max: % 60-75  
büyük " " " max: % 75-85

Örnek: 250 Kw (215000 Kcal/h) soğutma kapasiteli bir paten sahası tesisatında, 1,4 oC sıcaklık farkı ile kalsiyum klorür' lü salamura dolandırılmaktadır. Tesisat direnci 20 mss'dur.

$$c = 2,95 \text{ Kj/Kg.oC} (= 0,704 \text{ Kcal/Kg.oC})$$

$$v = 1,218 \text{ Kg/L} = 1218 \text{ Kg/m}^3$$

$$dt = 1,4 \text{ oC}$$

$$\text{Pompa Debisi: } M = \frac{250 \text{ Kw}}{2,95 \times 1,218 \times 1,4} = 50 \text{ L/s} = 180 \text{ m}^3/\text{h}$$

Pompa mil gücü,  $\eta = \% 60$  kabulü ile;

$$P_m = \frac{180 \times 20 \times 1218 \times 9,81}{3600 \times 0,60} = 20000 \text{ W} = 20 \text{ Kw.}$$

Elektrik motorunun randımanı dikkate alındığında, elektrik şebekesinden çekilen gücün % 10-12 daha fazla olacağı bilinmektedir.

Paten sahaları soğutma tesisatı malzemeleri seçimi yapılırken, doğal olarak, max yük zamanındaki kapasiteler dikkate alınır. Bu yükün olmadığı zamanlarda soğutma kompresörleri ( $\pm 0,5$  oC duyarlı, buz tabakası ve salamura dönüşünü izleyen termostatlar ile) otomatik olarak durdurulur. Bu sırada sirkülasyon pompası ise tam kapasite ile çalışmaya devam eder ve gereksiz enerji tüketimine neden olur. Pompalama ile yaratılan ısı kazancı tesisata çift yönlü masraf getirmektedir:

- \* Salamuranın sürtünmesi ile sıcaklığının yükselmesi, buz tabakasının içinde eşdeğer güçte bir elektrikli ısıtıcı varmış gibi direkt ısı yüküne dönüştür ve soğutma kompresörüne yüklenir,
- \* Üstelik, bunun için biraz daha fazla miktar enerji elektrik şebekesinden çekilir ve bedeli ayrıca ödenir.

Düşük yük zamanlarındaki pompalama ısı kazancını ve pompa elektrik tüketimini azaltmak için son yıllarda frekans modülasyonlu kademersiz motor hız ayarlayıcıları kullanılmaya başlanmıştır. Bu ayarlayıcılara buz tabakasının sıcaklık ve kalınlığını izleyen elektronik hissediciler kumanda etmekte ve soğutma kapasitesi gereksinimine göre debi ayarı otomatik olarak yapılmaktadır.

Bilindiği gibi; M: debi, H: basınç, P: güç ve n: devir sayısı olmak üzere, pompalar için geçerli akış kanunları;

$$M_2 = M_1 \cdot (n_2 / n_1)$$

$$H_2 = H_1 \cdot (n_2 / n_1)^2$$

$$P_2 = P_1 \cdot (n_2 / n_1)^3$$

şeklindedir.

Yukarıdaki örnekte belirtilen 250 Kw'lık toplam soğutma yükünün herhangi bir zaman diliminde 176 Kw'a düştüğünü kabul edelim. Bu durumda salamura debisi de 50 L/s'den  $[(176/250) \times 50 =]$  35,2 L/s'ye düşürülebilir. Seçilen pompanın devri 1450 d/d ise, düşürülen debi için yeni devir sayısı;

$$n_2 = (35,2/50) \times 1450 = 1021 \text{ d/d}$$

Yeni pompa mil gücü (= pompalama ısı yükü);

$$P_2 = 20 \times (1021/1450)^3 = 7 \text{ Kw olacaktır.}$$

Tasarruf edilen ısı yükü (= soğutma kapasitesi);  $20 - 7 = 13 \text{ Kw'dır.}$  Motor randımanı dikkate alındığında, çekilen elektrik enerjisinde 14 - 14,5 Kw kadar bir azalma olacaktır.

#### DÖŞEME ISI YÜKÜ

Bu yük tesisatın çalıştırıldığı ilk günlerde daha fazladır, zamanla paten sahasının altındaki toprak kütlesi de soğur ve ısı geçişi azalır. Örnek olarak; -10 oC soğutucu akışkan ile çalışan ve alt kısmında izolasyon bulunmayan bir sahanın beton tabakasının altındaki "kuru" toprakta 1 m derinlikte bulunan bir noktanın başlangıç sıcaklığı +10 oC ise, bu noktanın sıcaklığının 0 oC'ye düşmesi için 75 gün gerekecektir. Eğer toprak % 10 nemli ise -buzlanmadan dolayı- bu süre 20 gün daha uzayacaktır.

Toprak altı sıcaklığı, 0,5 m derinlikte günlük meteorolojik sıcaklık değişimlerinden etkilenmemekte, ancak aylık ortalama değer olarak değişmektedir. 4 ila 5 m derinlikte sadece mevsimlik sıcaklık değişiklikleri sözkonusudur; kış ortalaması 9-10 oC, yaz ortalaması 14-15 oC'dir. Toprağın cinsine göre, 15-20 m derinlikten itibaren mevsimlerin etkisi de kaybolmakta ve +9 oC'lik sabit sıcaklık görülmektedir. Büyük derinliklerde, her 33 m'de sıcaklığın 1 oC azaldığı kabul edilmektedir.

Döşeme ısı yükünün azaltılması için izolasyon yapılması gerekir. İzolasyon kalınlığı ekonomik kriterlere göre saptanmalıdır.

#### BORU TESİSATI ISI KAÇAKLARI

Kollektörler, dağıtım ve toplama boruları, vanalar (flanşlı vanalar kendi çapında 1,6 m uzunlukta boruya eşdeğer yüzeye sahiptir), sirkülasyon pompaları ve benzer cihazlardan kazanılan ısı ile, toplam ısı yükünün % 2 - 4'ü arasında bir yük sözkonusu olmaktadır. Sıcak yerlerden geçen tüm boru ve malzemeler izole edilmelidir, bu aynı zamanda tesisattaki terleme (yoğuşma) ve buna bağlı boya dökülmesi-paslanma olaylarını önleyecektir. Çözülme ve tekrar buzlanma çok seyrek olabiliyorsa, tesisat üzerindeki doğal buz birikimi de ısı kazancını azaltır, çünkü buz'un ısı iletimi bir hayli düşüktür: 1,75 Kw/m.oC.

## PATEN SÜRTÜNMESİ

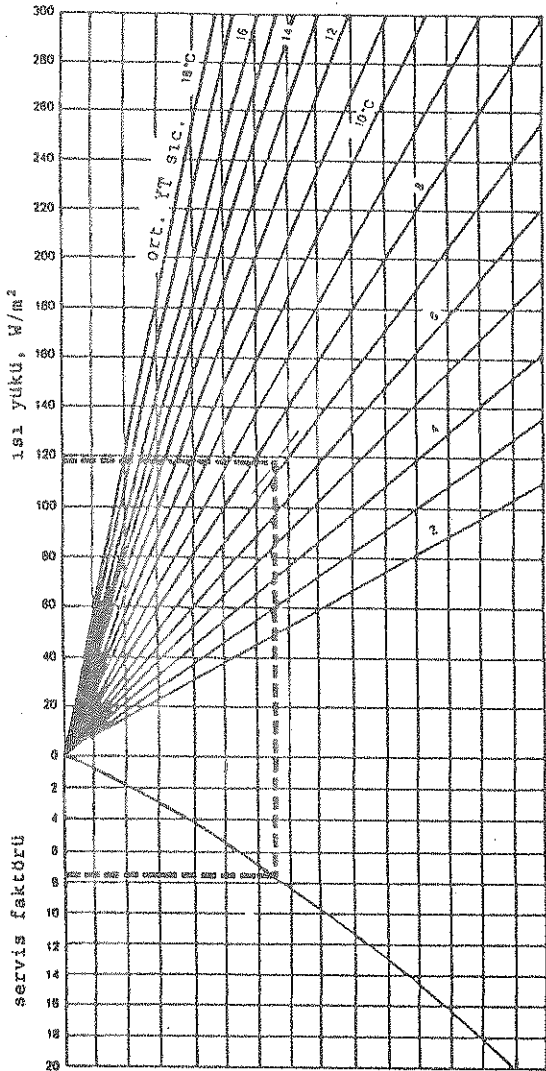
Buzun, sıcaklık değişmeden basınç altında eridiği bilinmektedir. Buz patenlerinin temas yüzeyinin küçüklüğü, buz tabakasında yüksek basınç yaratır ve sıvılaşmaya neden olur. Paten sahası üzerindeki kişilerin sayısı ve aktivitelerine bağlı olarak değişecek olan bu ısı yükünün azaltılması mümkün değildir.

### HAVA SICAKLIĞI ve NEMİ

Isı, havadan buza konveksiyon yolu ile taşınır. İki kütle arasındaki sıcaklık farkı, havanın nemi ve (özellikle açık sahalarda) hızı, bu yük için başlıca faktörleri oluşturur. Havanın sıcaklığı ve nemi, tek büyüklük "Yaş Termometre" (YT) olarak ele alınabilir. Paten sahasının kullanım şekline göre seçilecek servis faktörü (TABLO 5) ve ŞEKİL 7'deki grafiğin kullanımı ile, havadan kazanılan ısı yükü pratik olarak hesaplanabilir.

TABLO 5: KULLANIM SERVİS FAKTÖRLERİ

Hokey Sahası	7,5
Maik Sahası, Yoğun Kullanım	10,0
Curling Pistleri	5,0
Figür Sahası, Yılboyu Açık	2,5
Spor Sahaları	7,5
Açık Sahalar, Gölgelemiş 15 - 20,0	



ŞEKİL 7: Konveksiyon toplam ısı yükü

Örnek: 1800 m<sup>2</sup>'lik bir hokey sahasını ele alalım. Çalışma sadece kış mevsiminde olacaktır ve alınan bilgiye göre, yerel YT sıcaklığı kasım ayında max 7,2 oC civarındadır. Tablo 5'den bu saha için servis faktörü 7,5 olarak bulunur. Bu değer ile Şekil 7'deki grafiğe girilerek, 7,2 oC YT sıcaklığı için 118 W/m<sup>2</sup> toplam ısı akış değeri bulunur.

Toplam yük;

$$\begin{aligned} 1800 \text{ m}^2 \times 118 \text{ W/m}^2 &= 212400 \text{ W} \\ &= 212,4 \text{ Kw} \end{aligned}$$

olacaktır.

### RADYASYON YÜKLERİ

Kapalı paten sahaları, büyük sıcak düzlem (tavan) altında soğuk bir kütle (buz tabakası) bulunduğu bir ortamdır ve burada radyasyon yoluyla ısı akışı tipik bir şekilde gerçekleşir. Salonun tavanı, güneş radyasyonu, dış hava sıcaklığı, içerdeki ısı kaynakları (ısıtıcı, ışık, insan) ve içerdeki hava ile ısınır. Buzun ısı kazanımı, daha sıcak olan tavandan ya-

yılan kızıl-altı (enfraruj) ışınların yutulması ile olur.

Radyasyon yükü, Stefan-Boltzmann denklemi ile hesaplanır:

$$Q_r = \frac{A_t \cdot C}{\frac{1}{F} + \left(\frac{1}{e_t} - 1\right) + \frac{A_t}{A_b} \left(\frac{1}{e_b} - 1\right)} \cdot [(T_t/100)^4 - (T_b/100)^4]$$

$Q_r$  = Radyasyon ısı yükü, Kw

$A_t$  = Tavan alanı, m<sup>2</sup>

$A_b$  = Buz sahası alanı, m<sup>2</sup>

$T_t$  = Tavan sıcaklığı, °K

$T_b$  = Buz tabakası sıcaklığı, °K

$F$  = Radyasyon açısı faktörü (ŞEKİL 8)

$C$  = Siyah cisim için radyasyon katsayısı: 0,00577 Kw/m<sup>2</sup>.°K<sup>4</sup>

$e_b$  = Buz için yayılma (emisyon) katsayısı: 0,95

$e_t$  = Tavan için yayılma (emisyon) katsayısı

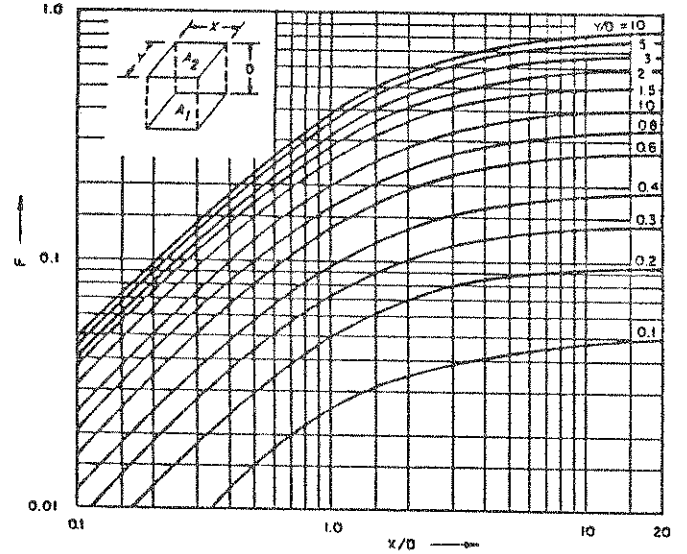
Radyasyon ısı yükü, tavan sıcaklığını düşürerek, sıcak havayı tavandan uzaklaştırarak, çatı izolasyonu yapılarak ve tavan yüzeyinin düşük yayılma katsayısı olan malzeme ile kaplanmasıyla azaltılabilir.

Kapalı salonlarda kullanılabilir olan tavan malzemelerinin büyük çoğunluğunun yayılma katsayısı  $e = 0,90$  civarındadır. Özel alüminyum boya, bu değeri 0,5 ila 0,2 seviyesine düşürür. Parlak metaller özellikle alüminyum folyo için  $e = 0,05$  civarındadır.

Düşük yayılma katsayılı malzemelerin kullanılmasıyla radyasyon yükünün azaltılmasının dışında, bu malzeme ile tavan arasındaki boş-

lukta bulunan hava sıcaklığı 3-5 °C artış göstermekte ve dolayısıyla tavanda yoğunlaşma sonucu terlemeler - damlamalar önlenmektedir. Diğer bir olumlu sonuç, parlak yüzeylerin aydınlatmaya yardımcı olmaları, aydınlatma için harcanan enerji ile birlikte aydınlatma radyasyonunun da düşürülebilmesidir.

A.B.D.'de eski bir kapalı salona özel tavan kaplaması uygulanmış, aynı aydınlatma tesisatının aydınlatma seviyesi 410 lüx'ten 540 lüx'e yükselmiş, binanın



ŞEKİL 8: Paralel yüzeyler arasında radyasyon açısı faktörü (F)



Açık sahalardaki buz tabakasının atmosferden aldığı radyasyon yükünü düşürmek için, buz yüzeyinin 25 mm altına beyaz boya (genellikle badana veya sönmüş kireç) sürülmektedir. Ayrıca ticari tip buz boyaları da kullanılmaktadır.

Örnek: 30 x 60 m (1800 m<sup>2</sup>) boyutlarında kapalı bir buz sahasının üzerindeki tavanın boyutları 40 x 64 m (2560 m<sup>2</sup>) ve tavanın zeminden ortalama yüksekliği 8 m'dir. Buz tabakası sıcaklığı -4 oC, salon sıcaklığı 12 oC ve tavan sıcaklığı 16 oC'dir. Radyasyon yükünün bulunması:

a) Kaplamasız tavan için:

Şekil 8'deki grafikten X/D (40/8) = 5, Y/D (64/8) = 8 için radyasyon açısı faktörü F = 0,72 bulunur.

$$\text{Tavan sıcaklığı } T_t = 273 + 12 = 285 \text{ oK,}$$

$$\text{Buz sıcaklığı } T_b = 273 - 4 = 269 \text{ oK,}$$

$$A_t = 2560 \text{ m}^2, A_b = 1800 \text{ m}^2, e_t = 0,90, e_b = 0,95, C = 0,00577 \text{ Kw/m}^2 \cdot \text{oK}^4$$

değerlerinin Stefan-Boltzmann denkleminde uygulanmasıyla, tavadan gelen radyasyon yükü  $Q_r = 127,7 \text{ Kw}$  olarak bulunur.

b) Alüminyum folyo kaplı tavan için:

Folyo malzemesi ile tavan arasındaki boşluğun ve dolayısıyla folyo malzemesinin 5 oC daha ısındığını kabul edelim.

$$T_t = 285 + 5 = 290 \text{ oK, } e_b = 0,05.$$

Diğer değerler aynı olup, yeni yük  $Q_r = 13,3 \text{ Kw}$  olarak bulunur. Gözlemlendiği gibi, tavanın kaplanması suretiyle radyasyon yükü yaklaşık % 90 azaltılmıştır.

### TESİSAT MALZEMELERİ SEÇİMİ

SOĞUTMA KOMPRESÖRÜ: Kompresör kapasitesi, Tablo 2'de verilen değerlere göre seçilir. Kompresörler toplam kapasite için en az iki veya daha fazla sayıda kullanılmalı, ayrıca üzerlerinde kapasite kontrol mekanizmaları olmalıdır. Böylece değişken yüklerde daha rahat bir çalışma sağlanabilir.

Evaporasyon sıcaklığı DX sistemlerde seçilen buz tabakası sıcaklığından 5 ila 6 oC küçük, salamuralı sistemlerde ise, ortalama salamura sıcaklığından yine 5-6 oC düşük olarak seçilmelidir. Kondenzasyon sıcaklığı, kondenser tipine göre belirlenir.

KONDENSER: Çevrede nehir veya göl benzeri akarsu varsa, kondenserin su soğutmalı tip olarak seçilmesi uygun olacaktır. Bu su kaynaklarının bulunmaması halinde su soğutma kulesi kullanılabilir. Kulenin su çıkış sıcaklığı, çalışma mevsimindeki en yüksek çevre YT sıcaklığından 5 oC büyük; su dönüş sıcaklığı çıkış sıcaklığından 5 oC büyük, kondenzasyon sıcaklığı ise dönüş sıcaklığından

dan yine 5 oC büyük olarak seçilir. Örneğin, çalışma mevsiminde max 7 oC YT sıcaklığındaki bir bölgede bulunan tesisatta;

Kule su çıkışı:  $7 + 5 = 12$  oC,

Kule su dönüşü:  $12 + 5 = 17$  oC,

Kondenzasyon sıcaklığı:  $17 + 5 = 22$  oC

alınabilir.

Kış mevsiminde kule suyunun donmaması için kondenser su devresinde salamura dolaşımı yapılır. Piyasadaki kondenserler genellikle normal su için tasarlandıklarından, seçim aşamasında, salamura kullanımında ortalama % 15-20 civarındaki kapasite kaybını dikkate almak gerekir.

Biraz pahalı olmakla beraber, salamura dolaşımının getirdiği bakım problemlerini ve donma riskini ortadan kaldırdığı için, hava soğutmalı kondenser kullanımı yaygınlaşmaktadır. Hava soğutmalı kondenserlerde kondenzasyon sıcaklığı, çevre havası max sıcaklığının üzerine yaklaşık 15 oC ilavesiyle saptanır.

Soğutma kompresörlerinde hasara meydan vermemek için, çok soğuk havalarda kondenser basıncının aşırı düşmesini önleyecek otomatik kumanda sistemleri düşünülmelidir.

#### ISI GERİ KAZANIMI

Buz paten sahaları soğutma tesisatları, ısı geri kazanımı için en uygun tesisat türüdür. Çünkü, yapının karakteri nedeniyle çevrede mutlaka ısıtılması gereken bir nesne bulunmaktadır:

- a) Saha tabanının altındaki toprakta buzlanmanın önlenmesi için toprağın ısıtılması
- b) Buz tabakasının yenilenmesi için kürenen kar ve buz parçacıklarının atıldığı çukurdaki birikimi gidermek amacıyla yapılan eritme işlemi
- c) Sporcu duşları ve lavabolar için şehir şebekesi suyunun ısıtılması veya ön ısıtma yapılması
- d) Kapalı kullanım yerlerinin (soyunma odası, büro, gişe, lokal) döşeme kaloriferi tesisatlarının beslenmesi
- e) Yayaların ve araçların kullandığı tesis içindeki yollardaki kar ve buzların eritilmesi
- f) Gerektiğinde, çevredeki diğer spor tesislerinde bulunan benzer tesisatların beslenmesi (özellikle yüzme havuzu suyunun ısıtılması).

Isı geri kazanım uygulaması, birden fazla amaç için kullanılabilir. Bu durumda dikkatli planlanmış bir otomatik kontrol sisteminin yapılması gerekir.

## İŞLEME GİDERLERİ

Genel olarak bir soğutma tesisatı projesinin enerji giderleri açısından uygunluğu ve bunun yanısıra işletme sırasındaki bakım titizliği, tesisatın COP (Coefficient Of Performance: randıman katsayısı) ile anlaşılır.

Gerekli bakımların iyi yapılmadığı bir tesisatta enerji tüketimi artacaktır ama bunun hissedilmesi için -maalesef- bakımsızlığın yarattığı kötü şartların biraz daha ileri boyutlara ulaşması gerekebilir, örneğin su soğutmalı kondenserlerin aşırı kireçlenerek yüksek basınç arızasının oluşması gibi.

Projelendirme aşamasında ise, teorik de olsa, tesisatın COP değeri hesaplanır ve uygun bir değer bulununcaya kadar proje üzerinde gerekli düzeltmeler yapılır.

COP, soğutma kapasitesinin harcanan enerjiye oranıdır:

$$COP = \frac{\text{Tesisatın Net Soğutma Kapasitesi (Kw)}}{\text{Tesisatın Toplam Motor Gücü (Kw)}}$$

Formüldeki birimler aynı cins olduğundan sonuç birimsizdir veya Kw/Kw olarak da ifade edilebilir.

Buradaki toplam güç sirkülasyon pompaları paragrafında belirtildiği gibi "mil gücü" olmayıp, elektrik tesisatından çekilen efektif gücü ifade eder. Bu nedenle COP katsayısını yükseltmek için proje mühendisi, kullanılacak makinelerin randımanlarına kadar ayrıntılara eğilmek zorundadır.

Örnek: Soğutma kapasitesi 200 Kw olan bir tesisatta, toplam güçleri 85 Kw olan elektrik motorları kullanılmaktadır. Tesisatın randıman katsayısı;

$$COP = 200 / 85 = 2,35 \text{ olacaktır.}$$

Buz paten sahaları soğutma tesisatları için 1980 yılından itibaren A.B.D.'-de kabul edilen asgari randıman katsayıları şöyledir:

<u>Tesisatın Cinsi</u>	<u>COP-min</u>
Amonyak- salamura	2,7
Amonyak- DX	3,6
CFC- salamura	2,2
CFC- DX	3,2

En yüksek randıman beklentisinin -dolayısıyla "olabilirliğinin"- amonyak gazlı ve direkt genleşmeli sistemde yapılan tesisatlarda (COP = 3,6) olduğu görülmektedir.

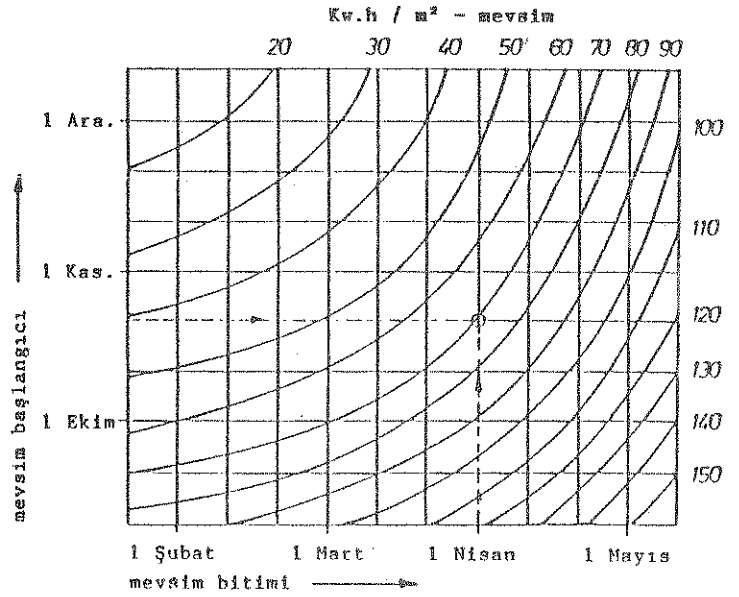
Almanya'da bir firma tarafından yapılan araştırma sonucu; su soğutma kulesi veya kaynak suyu ile çalışan su soğutmalı kondenseri 30 x 60 m boyutlarındaki

paten sahalarının mevsimlik enerji tüketimi hesabı için birim enerji giderleri ŞEKİL 9'daki grafikte belirtilmiştir.

Örnek olarak, 20 Ekim'den 1 Nisan'a kadar çalışacak bir paten sahasının  $m^2$  buz yüzeyi başına düşen "mevsimlik" tüketimi, 70 Kw.h'dir.

Enerji, tüm dünyada gün geçtikçe pahalılaşan bir harcama kalemi olmaktadır. Buz paten sahaları gibi işletme giderlerinde enerjinin önem-

li bir payı olan tesisatlarda; yapılacak tesisatın başarısı, problemsiz çalışmasının yanı sıra ödenen elektrik giderleri ile de değerlendirilecektir.



#### KAYNAKLAR:

1. Ashrae Handbook, Refrigeration, 1990
2. Ashrae Handbook, Fundamentals, 1989
3. Taschenbuch der Kältetechnik, Pohlmann, 1978
4. DIN, Taschenbuch 134, 1982
5. Çeşitli makaleler

#### ÖZGEÇMİŞ:

1964 yılında Ankara Yapı Enstitüsü'nün Tesisat Bölümü'nü, 1972 yılında Ankara Mimarlık ve Mühendislik Yüksek Okulu'nun Makina Mühendisliği Bölümü'nü bitirdi. 1964'den itibaren özel firmalarda ve 1976 yılından beri serbest olarak tesisat ve klima-soğutma üzerine değişik kademe ve uygulama türlerinde çalışmaktadır. Isı pompası sistemi ile değişik tesisat uygulamaları yapmıştır. Halen ortağı bulunduğu Ref Isı Sanayi ve Tic. Ltd. Şti.'nin yöneticiliğini sürdürmektedir. Evli ve iki çocuk babasıdır.