

Bazı Özel Klima Uygulamalarına Genel Bir Bakış

M. Fevzi Özel, Mak. Müh

TİMD Üyesi

ÖZET

Klima uygulamaları söz konusu olduğunda aslında her yapının kendi içerisinde özel olarak değerlendirilmesi gereklidir. Bununla beraber standart klima uygulamaları, farklı tasarımlarda bir çok ana unsurları veya tasarım kriterleri göz önüne alındığında, bir-birlerine benzerlik arz etmektedir. Ancak bazı uygulamalar vardır ki söz konusu tasarım kriterleri, gerek tasarımı ve gerekse uygulamada bazı farklılıkları beraberinde düşülmeyi, çalışmayı, enerjiyi çok daha dikkatli değerlendirmeyi ve kullanılacak cihaz ve ekipmanları bazen özelleştirmeyi gerektirebilir ki bu beklentiler doğal olarak özel bir klima uygulaması gereğini ortaya çıkarmaktadır.

A General Look To The Special Air Conditioning Applications

ABSTRACT

When air conditioning is concerned, all applications are similar to each other when the main components or design criteria are considered in standard air conditioning applications in different project although each building should be considered separately. But there are some applications that those design criteria may require to consider and process design and application differences together, to evaluate energy consumption carefully and to make private designs for each applications which demonstrate a private air conditioning application is needed.

1. Giriş

Klima uygulamaları deyince bir çoğumuzun aklına öncelikle klasik konfor kliması uygulamaları gelmektedir. Şüphesiz ki klima uygulamalarında insanların ihtiyaçları göz önüne alınmakta ve hesaplamalar bu doğrultuda gelişmektedir. Ancak bazı uygulamalar vardır ki insanların konfor gereksinimlerinin yanı sıra yapının veya prosesin özel ihtiyaçları, insan faktörü de ele alınmak sureti ile kesinlikle gözardı edilmemelidir. Birçok endüstri tesisinde farklı tasarım beklentileri söz konusu olabilmekte, hatta bazen endüstriyel tesislerin ve bu mekanlarda lokalize edilmiş prosesin beklentileri insanların ihtiyaçlarından daha fazla öncelikli olabilmektedir. Bu noktada sağlıklı bir uy-

gulamanın ortaya çıkabilmesi, prosesin ihtiyaçlarının doğru olarak belirlenebilmesi ve gerek mekanların dolayısı ile insanların ve gerekse proses içerisinde yer alan makinaların ihtiyaçlarının gerçekçi bir tesbit ile ele alınması ve bu amaçla doğru klima sisteminin, doğru klima elemanları ile tesis edilmesine olanak sağlamalıdır.

2. Tekstil Kliması

Tekstil kliması uygulamasında tıpkı konfor klimasında olduğu gibi mahal sıcaklıkları, nem oranı vs. kriterler göz önüne alınmakla birlikte üretimin türüne göre arzu edilen değerler kendi içerisinde farklılıklar arz etmekte, bazı mahallerde %55-60 bağıl nem oranları arzu edilirken, bazı üretim mahallerinde ise %70-75 nem oranları istenebilmektedir. Bazı durumlarda ise üretimden kaynaklanan pamukçuk vs. partiküllerin toplanabilmesi ve proses içerisindeki makinalardan uzaklaştırılarak ayrıştırılabilmesi hayati önem arz edebilmektedir ki bu, konfor klimasından çok daha farklı tasarım kriterleri ve prensipleri ile çalışan filtreler ile gerçekleştirilmektedir. Yine toplu hava debisi hesap kriterleri konfor kliması ile aynı olmak ile birlikte, tekstil klimasında genellikle hesap sonucu çıkan toplu hava debisi çok büyük değerlere ulaşabilmekte, bu durum diğer ihtiyaçlar da göz önüne alındığında çelik konstrüksiyonlu bir klima santrali yerine inşai tip bir klima santrali gereğini veya bildiğimiz radyal fanlar yerine konfor klimasından çok daha farklı yapıda aksiyal veya radyal fanların kullanımını gerektirebilmektedir. Dönüş havası kanalları inşai tip yapılabilmekte, soğutma için genellikle evaporatif soğutma, nemlendirme ile birlikte değerlendirilebilmektedir. Üretimin taleplerine göre bazen lokal klima sistemleri ön görülmekte, bazen fog sistem diye tabir edilen nemlendirme yöntemi seçilmektedir.

3-Mantar Üretim Tesisleri Kliması

Mantar üretim tesislerini ele alacak olursak, ülkemizde bir çok mantar üreticisinin profesyonelce düşünememekten veya ilk yatırım maliyeti baskısından kaynaklanan nedenler ile üretimin gereği olan klima sistemini tesis edemediğini biliyoruz. Bu tarz üreticilerin üretimi genellikle iklim şartlarının biraz daha uygun olduğu mağara gibi alanlarda yaptığını biliyoruz. Ancak mantar üretimini misel (tohumluk) üretimi, mantar üretimi vs. dönemlere ayırdığımızda, sadece misel üretimi sürecinde bile farklı zamanlarda

farklı sıcaklık ve nem değerlerine ihtiyaç duyulduğunun, benzer durumun mantar üretim sürecinde de söz konusu olduğunun bilinmesinde yarar vardır ve şüphesiz ki yine prosesin ihtiyacı olan temiz (hassas filtre edilmiş) hava, farklı zaman dilimlerinde mantarın ihtiyaç duyduğu sıcaklık ve nem koşullarında şartlandırılmadığı takdirde, mantarın üretim veriminin düşeceği, hatta ürünün risk taşıyabileceği bilinen bir gerçektir. Bu tür tesislerde evaporatif soğutmayı ve nemlendirmeyi olabilen en hijyenik koşullarda sağlayan atomizer tip nemlendiricilerin kullanımı daha yaygındır.

4. İlaç Endüstrisi Kliması

İlaç endüstrisi üretim aşamasında ve depolama sürecinde farklı tasarım talepleri ile genel olarak temiz oda tanımına uymakla beraber, kendi içinde farklı istekler talep eder. Genellikle iç hava veya düşük oranda taze hava ile çalışma yeterli olmaktadır. Çoğunlukla mikropsuz aseptik üretim alanları içerisinde ürünün ortam havasına maruz kaldığı hacimlerde (dolum hacimleri) ISO class 5 (USA class 100) olarak dizayn edilirler. Sistemin bu temizlik sınıfını karşılayabilmesi için unidirectional akış sağlanması gerektiği unutulmamalıdır. ISO class 5 olan hacimlere bitişik hacimlerde ISO class 8 (USA class 100.000) dizayn değerleri alınır. Ancak genel uygulamalarda ISO Class 5 hacimlerin, ISO class 7 (USA class 10.000) hacimlerin içerisinde olması tercih edilmektedir. ISO class 7 ve 8 olan mahallerde türbülanslı akış kabul edilebilir. Bu alanlarda genellikle minimum hava değişim oranı 20 defa/h olarak tavsiye edilir. Septik mikroplu alanlar için hava değişim oranı şartı yoktur. Mahaller arasında temizlik sınıfı yüksek olanlar pozitif basınçlandırılırlar. Farklı sınıfta mahallere geçişlerde 12 - 15 Pa arasında basınç farkı öngörülür. Üretimde patojen veya toksik materyaller içeren hacimler ilişkili oldukları yan hacimlere göre negatif basınçlandırılırlar. Ancak bu hacimler aynı zamanda bitişik mahallere göre daha yüksek temizlik sınıfına sahip olmak durumunda ise iki mahal arasında hava perdesi tesis edilir. Tesis edilen hava perdesi içerisinde daha kirli olan mahalle oranla pozitif basınç oluşturulur. Yatırımcı ve tasarımcı üretim alanlarının güvenliği, tanımı, temiz ve kirli hacimleri, kirletici unsurları tesbit etmeli ve buna göre HVAC dizaynı yapılmalıdır. Örneğin penisilin ve benzeri antibiyotik ürünlerin üretim alanlarının fiziksel olarak diğer ürünlerden

ayrılması gerektiği gibi bu alanı şartlandıran HVAC sistemi de ayrı tesis edilmelidir. Buna benzer üretimden kaynaklı başka tasarım unsurları da dikkate alınmalıdır. Genellikle tasarımda 15 – 25 °C arasında bir sıcaklık öngörülmekle birlikte çalışanların özel elbiseler ile çalıştığı ve insanların aşırı sıcaklık değerlerinde çalışırken daha fazla kirletici konumunda olacakları ve bunun iç hava kalitesini bozabilecek önemli bir unsur olduğu gözardı edilmemelidir. Nemlendirme ihtiyacı daha çok insanlar içindir. Oysa ki ürünler bazen nem alma işlemine ihtiyaç duymaktadır. Dönüş havasının perfere zeminden alınması genellikle temizlik açısından bir avantajdır. Burada çıkan sonuçlar odur ki bu tür hacimlerde kullanılacak olan cihaz ve ekipmanların kontrolü (sıcaklık, nem, toplu hava debisi vs.) çok önemlidir ve çok iyi bir otomatik kontrol ve yazılıma sahip olmalıdır.

5. Tüp Bebek Temiz Odaları

Tüp bebek temiz odaları veya laboratuvarlarında klima sistemi genel prensipler itibarı ile aynı olmakla birlikte ayrıca organik, inorganik kimyasalların ve ışığın kontrolü de önem arz etmektedir. Bunun yanı sıra potasyum permanganat ve aktif karbon filtre ile kimyasal hava temizleme işlemi yapılmalı, ardından torba filtre ve hepa filtre ile hava filtre edilmelidir. Dondurma işlemi yapılan her cihazın yakınından emiş yapılmalıdır. Ancak genel emişlerin zeminden yapılması tavsiye edilir. Temizlik sınıfı en az ISO class 7 (USA class 10.000) olmalıdır. Tüp bebek temiz odalarında ahşap ürünlerden oluşan yapı unsurları ve eşyalardan kaçınılmalıdır.

6. Yüzme Havuzları

Yüzme havuzlarında aslında bir çoğumuz tarafından bilinmesine rağmen, bazen mimari, bazen de tesisat tasarım ve uygulama hatalarından kaynaklanan problemler ile karşılaşıldığını görmekteyiz. Bu problemler daha çok mahal içerisinde veya dış duvarlarında/camlarda yoğunlaşma problemleri veya hava hızlarının yanlış seçilmesi, mahal neminin standartlara uygun olmayışı ile bunlara benzer hatalardan dolayı tesiste yapı elemanlarının deforme olması ve maddi kayıpların oluşması veya havuzdan çıkan insanların hava hareketlerinden rahatsız olması gibi sonuçlar doğurabilmektedir. Yüzme havuzu klima sisteminde gerek sıcaklığın ve gerekse nemin kontrolü; ayrıca hava hızlarının doğru seçilmiş difüzörler ile isabetli tayin edilmiş olması hayati önem arz etmektedir. Tasarıma esas hesaplarda dikkat edilmesi gereken hususlar havuz kaynaklı nem miktarı, taze hava ihtiyacı, mahal ısı kazanç ve kayıpları,

kanal dizaynında havuz ve seyirci kısımlarının ayrı değerlendirilmesi ve hava hızlarının bu kriterler göz önüne alınarak belirlenmesi olarak sayılabilir. Klima cihazı yaz ve kış çalışma şartları ayrı olarak değerlendirilmeli ve uygulanmalıdır. Hava miktarlarının yüksekliği göz önüne alınır, havuzun işlevde olmadığı zamanlarda da mahalle yayılan nemin karşılanması amacı ile cihazlarda gece çalışma modunun gözardı edilmemesi gerekmektedir. Bu yönü ile yüzme havuzları yukarıda da bahsedildiği gibi mutlaka mimari tasarımdan başlamak üzere klima tesisatı itibarı ile özel olarak değerlendirilmelidir.

7. Kağıt Üretim Tesisleri Kliması

Kağıt üretim endüstrisi açısından baktığımızda üretim mahallerinde prosesden gelen buhar ve sıcak su kaynaklı unsurların üretim esnasında özellikle yaz şartlarında sıcaklığı 50°C'lere kadar artırdığı bilinmektedir. Sıcaklığın yüksek olmasının yanı sıra kağıdın kurumamasından kaynaklanan su buharı da gözönüne alındığında mahalde yüksek sıcaklık ve nem problemi vardır anlamına gelir ki, bu durumun bertaraf edilebilmesi için %100 taze havalı havalandırma cihazları ile mahalle alttan hava verilirken, tavana yakın noktalardan mahal havası emilerek egzost edilmelidir. Bu işlem yapılırken mümkün mertebe makinalara en yakın noktadan besleme yapılmalı, emiş ise aynı şekilde yine hemen üst kısımdan gerçekleştirilerek işlem lokalize edilmeye çalışılmalıdır. Zira bu tür proseslerde ventilasyon ve aspirasyon hava debileri zaten çok büyük değerlere ulaşabilmektedir. Kış şartlarında donma sıcaklıklarına gelindiğinde ise taze hava oranı minimum değerlere kadar azaltılmalı ve donmayı engelleyecek ısıtıcılar kullanılmalıdır. Yoğuşma ile ilgili problemlerin önlenmesi amacı ile yapının izolasyonu (özellikle çatının) yoğuşmayı minimize edecek mertebelere göre tasarlanmalıdır. Üretim mahallinin yanı sıra işleme ve bitmiş mamül saklama bölümlerinde de kağıdın nem oranlarının sabit tutulabilmesi için oda sıcaklığı ve nem oranlarının kontrolü çok önemlidir. Aksi takdirde kağıtta deformasyon sorunları yaşanabilmektedir. Kağıdın test edildiği mekanda ise kuru termometre sıcaklığı 23°C±0,5°C, bağıl nem oranı %50 ±2 olmalıdır. Bunun anlamı, bu mekanda sağlıklı bir sonuç için hassas kontrollü klima cihazlarının tasarımıdır.

8. Maden Kliması

Maden kliması da kendi içerisinde son derece özel olan bir uygulamadır. Bir maden de aşırı

nem, yüksek sıcaklık ve yetersiz oksijen oranları her zaman çalışanların verimini düşüren, hastalıklara ve ne yazık ki bazen ölümlere yol açan olumsuz koşullar olarak dikkat çekmektedir. Dinlenme pozisyonundaki insan için havanın durgun olduğu zamanlarda doymuş hava sıcaklığının limiti 32°C'dir. Eğer hava 1 m/s ile hareket ediyor ise bu limit 35°C'ye kadar çıkabilir. Sıcak madenlerde kabul edilebilir en yüksek izafi nem oranı ise %80 olarak ifade edilebilir. Ancak bu verilere rağmen üst limit olarak, en uygun çalışma sıcaklığı değerinin 26-27 °C olduğunu belirtmekte yarar vardır. Madenlerde derinlik, ortam şartları, madenin bulunduğu bölgenin dış iklim şartları vs. kriterler göz önüne alınarak, yüzey havası ile soğutma sağlanabildiği gibi (bu yöntem en ucuz olanıdır), yüzeyde yapılmış buz veya kristalleşme eğilimindeki 0°C'lik su kullanımını da uygulanan yöntemlerden biridir. Böyle bir yöntemde buz üreten makinaların düşük COP değerleri ve yüksek ilk yatırım maliyetleri dikkate alınmalıdır. Çok soğuk bölgelerde ise kış boyunca maden çıkış alanlarının su ile spreyleneceği ve bu bölgede oluşan buzlu alandan yaz mevsiminde hava girişi sağlanarak soğutma yapılması da bir diğer yöntemdir. Maden klimasında yaygın olarak uygulanan yöntem evaporatif soğutma kuleleri veya hem evaporatif soğutma kuleleri hem de mekanik soğutma sistemlerinin bir arada uygulandığı klima uygulamalarıdır.

9. Süpermarket Kliması

Süpermarket klimasında her bölüm kendi içerisinde özeldir. Birim alan olarak bakıldığında diğer uygulamalara göre insan sayısının çokluğu, aydınlatma, diğer elektrik kazançları vs. çok değişken yüklerle haizdir. Genel anlamda mahalde ısı kazancına sebep olan yiyecek ve benzeri organik malzemelerin yoğun bir şekilde varlığı toplam ısı kazancı yüklerinde artışa sebep olabilir. Dolayısıyla bu tür yüklerin HVAC dizaynından önce uygun soğutma dolapları içerisinde alınması yöntemi ile klimaya aşırı yükler getirmesi engellenir. Bazen yaz şartlarında bile bu soğutucu ekipmanların yüksek oranlarda mahalden ısı alması nedeni ile ısıtma ihtiyaçları doğabilir. Yatırımcı kuruluştan bu tür ekipmanların bilgileri alınarak klima hesaplarında değerlendirilmesi sağlanmalıdır. Mahal nemindeki artışlar soğutma yüklerinde de artışa neden olacağından (sık karşılaşılan bir durumdur)kimyasal veya aşırı soğutma yolu ile nem alma yapan ekipmanların nem kontrolü amacı ile kullanılması önerilir. Giriş alanlarında ısıtılmalı hava perdelerinin kullanımını mahal konforunun korunması açısından önemlidir.

Değişken yüklerle haiz olan bölümlerde (unlu mamül ürünleri, bilgisayar odaları gibi) mümkün olduğunca ayrı klima sistemleri kullanılmalıdır.

10. Ahşap-Mobilya ve Matbaa Endüstrisi Kliması

Özellikle mobilya, ahşap endüstrisi ve kağıt, matbaa vs.endüstrisinde proses esnasında oluşan talaş, toz, kırpıntı vs. partiküllerin yere dökülmeden emilerek mahalden uzaklaştırılması, bir siloda toplanması gerekmektedir. Böyle bir sistemde makinalardan partiküllerin emilebilmesi için prosesin ve partiküllerin özelliklerine göre kanal içerisinde 16 – 30 m/s hız aralığında dizayn gerekmektedir. Bu sistemlerde silindirik hava kanalları kullanılmakta ve özellikle dirseklerde vs. büyük yarı çaplar öngörülmektedir. Yüksek hızlar prosesin büyüklüğüne göre büyük hava debilerini beraberinde getirmekte, duruma göre kullanılacak filtre üniteleri gereksiz ısı kayıpları veya kazançları oluşturmamak için iç mekanda lokalize edilebilmektedir. Filtre ünitesinin dış mekanda yerleştirilmesi durumunda ise aynı amaçla temizlenen toz+hava karışımı hava olarak mekana tekrar geri döndürülebilmektedir. Farklı fiziksel özellikler taşıyan partiküller birbirinden bağımsız farklı filtre ünitelerinde filtrasyona tabi tutulabilmektedir.

11. Sonuç

Başlangıçta da ifade edildiği üzere, her proje muhakkak ki kendi içerisinde özel olmakla birlikte özel klima uygulamaları olarak adlandırdığımız uygulamaların tümünde, yatırımcının, işletmecinin, başka bir deyiş ile prosesin ihtiyaçları sağlıklı olarak değerlendirilmeli ve buna göre bir tasarım ve uygulama yapılmalıdır. Uygulamalarda tasarımın izin verdiği ölçüde, konfor klimasında olduğu gibi mutlaka geri kazanım sistemleri öngörülmeli, enerjinin dikkatli kullanıldığı tasarımlar değerlendirilmelidir. Bu anlamda yatırımcı mutlaka bilinçlendirilmelidir. Bir çok özel klima uygulaması insan faktörünü dikkate almanın yanı sıra üretimde kullanılan makina ve teçhizatın veya elde edilen ürünün kalitesini riske etmeyecek çözümleri üretmek zorundadır.

Yapılan özel klima uygulamalarında görülmüştür ki aynı konuda yapılan çalışmalar bile farklı klima talepleri arzu edebilmektedir. Gözden kaçırılacak küçük bir nokta bile insan konforuna verebileceği rahatsızlığın ötesinde bazen çok büyük maddi kayıplara yol açabilmektedir. Şüphesiz ki özel klima uygulamalarının her biri, hakkında birer kitap yazılabilecek kadar karmaşık ve ayrıntılı olabilir. Buradaki amacımız sadece bu uygulamalardan bazılarını başlıklar ve bazı temel bilgiler halinde değerlendirerek bu konulara dikkat çekebilmektir. Ayrıca unutulmamalıdır ki bu konular adlandırdığımız gibi özel klima uygulamaları olmaları sebebi ile sorunların çözüm yöntemleri, parametreleri ve kabullenilebilir sonuçları itibari ile bazen farklılıklar arz edebilmekte ve her bir proje yatırımcının istekleri uygulamanın ihtiyaçları ve tasarımcının kendi tasarım ölçütleri doğrultusunda değerlendirilmelidir.

12. Kaynaklar

1. ASHRAE Handbook HVAC Applications
2. TECNAIR LB Clean Room Technology
3. ÜNTES eğitim notları.

Yazar;

M.Fevzi Özel,

1967 yılı doğumlu olan Fevzi ÖZEL, 1988 yılında Erciyes Üniversitesi Makina Mühendisliği bölümünü bitirmiştir. TEBA ve ERENSAN firmalarında çalıştıktan sonra, 1994 yılında ÜNTES Isıtma, Klima, Soğutma San. Tic. A.Ş. bünyesine dahil olmuştur. Halen ÜNTES A.Ş.'de Genel Müdür Yardımcısı olarak görev yapmaktadır.

Tekstil Klima Uygulamaları

*İsmet Mura; Mak. Müh.
TTMD Üyesi*

ÖZET

Bir tekstil fabrikasında üretimin kaliteli ve kesintisiz olabilmesi için, üretim maballerinin klimatize edilmesi gerekmektedir. Toplanmış pamuğun iplik haline gelebilmesi ve işlenmesi için üretim maballerinde doğru ve denetlenmiş rutubet ve sıcaklık şartları sağlanmalıdır. Ayrıca üretim maballerinde, üretim aşamasında açığa çıkan pamuk lifleri ve tozlarının da temizlenmesi gerekmektedir. Bu yazıda, pamuklu iplik işleyen bir tesisteki inşai tip klima sistemlerini inceleyebilmek için; tekstil makineleri ile klima ilişkisini, klima hesaplamalarına baz kriterleri, zonlama, ısı yükü hesabı, hava debisi hesabı ve sistem elemanları gibi konular ele alınmıştır.

HVAC Applications For Textile Industry

ABSTRACT

To have high quality and continue process in the textile plant, a special air conditioning system is needed. The correct and controled humidity and temperature for the production areas has to be maintained for threating the cotton. Beside this, the cotton and other type dust in the air during process has to be filtered.

In this article, to understand and design the air conditioning system in the textile plant; the relation between HVAC unit and textile machine, criterias for HVAC calculation, zoning, heat loads, air volume calculation and system compenents are explained and presented.

1. Giriş

Bir tekstil fabrikasında istenen üretim, kalite ve değerlere ulaşabilmek için uygun iç ortam şartları yani içeride belirli rutubet ve sıcaklık şartları sağlanmalıdır. Ayrıca kullanılan malzemeden üretim aşamasında salon içine dağılan pamuk lifleri ve tozlarının da temizlenmesi gerekmektedir.

Bir işletmede istenen şartları sağlayacak bir klima sistemi yok ise o işletmede verimli üretimden ve kaliteden bahsetmek mümkün

değildir. Tarladan toplanan ham pamuk çırçırılmak suretiyle tarladaki tozlardan, topraktan, çeperlerden arındırılarak balya şekline gelir. Balya şeklindeki bu pamuk çeşitli tekstil makinelerinde belli proseslere uğrayarak iplik şeklinde çıkar.

İşte bu prosesler esnasında makinelerde işlenen pamuğun iplik haline gelebilmesi için belli zonlarda değişen izafi nem ve sıcaklıklara ihtiyacı vardır.

İşte gerek klima şartlarını yerine getiren, gerekse istenilen temizliği sağlayan eleman klima tesisatıdır.

2. Tekstil Makinaları – Klima İlişkisi

2.1. Motor Güçleri ve Diversite Katsayısı

Tekstil makineleri büyük güçte motorların olduğu makinelerdir. İplik makinası 55 – 60 kw, open end makinası ise 100 –130 kw’ dır. Böylesine büyük güçlerin olduğu tesiste klima hesabı yaparken mutlaka diversite katsayısı alınmalıdır. Makina firmalarından alınacak öneriye göre diversite katsayısı alınarak klima hesabı yapılmalıdır. Aksi takdirde yapılan hesaplar gereğinden fazla büyük çıkar. Bilindiği üzere diversite, makinelerin etiket güçleri ile çalışma esnasındaki çektikleri fiili güç arasındaki oran ilişkisi olarak tarif edilebilir.

2.2. Pnomofil Havaları

Tekstil makinelerinden tarak, fitil, ring, bobin gibi makinelerde pnomofil havası mevcuttur. Dolayısıyla sıcak, aynı zamanda emiş noktasındaki partikülleri aldığı için de tozlu olan bir havadır.

Pnomofil havaları, makinelerde ayrı bir haznede toplanarak salon havasına karıştırılmayarak klimanın dönüş havası kanalına basılır. Bu havanın makina başına miktarı makina firmaları tarafından verilir. Klima hesabı yapılırken mutlaka göz önüne alınması gereken bir veridir. Şayet pnomofil havası ayrı bir motorla tahrik ediliyorsa bu motor gücü ısı kazançları hesabına dahil edilmez. Ana motor tarafından bu iş yapılıyor ise bu hava miktarından oluşan ısı kazancı, hesap edilen ısı kazancından çıkartılır. Böylelikle klima hesapları daha gerçekçi yapılmış olur. Tekstil klimasının hesaplarını doğru yapabilmek için tekstil makineleri proseslerini

bilmek, makina firmasından alınan doğru bilgileri deneyimlerle birleştirerek analiz etmek vazgeçilmez unsur olmalıdır.

3. Klima Hesabı Yapabilme Kriterleri

Bir tekstil fabrikasının klima tesisatı dizayn edilirken, aşağıda tanımlanan adımlar takip edilmelidir.

- İşverenin isteği doğrultusunda makina üreticileri tarafından hazırlanan makina yerleşim planı temin edilir (lay – out).
- Makinaların teknik spesifikasyonları makina üreticilerinden alınır.
- Fabrikanın yapı malzemeleri özellikleri ve binanın yönü hakkındaki bilgileri toplanır.
- Fabrikanın aydınlatma yükü bilgisi alınır.
- Farklı üretim mahalleri için (harman hallaç, ring, open end, dokuma gibi) iç hava dizayn değerleri belirlenir.
- Üretim mahalleri ve çalışma şartları gözönüne alınarak zonlama yapılır.
- Fabrika, yerine göre dış hava dizayn şartları belirlenir.
- Tüm bu bilgiler elde edildikten sonra ısı kazançları hesabı yapılarak santral kapasiteleri belirlenir.
- Belirlenen kapasiteye ve sisteme uygun santral elemanları seçilir.

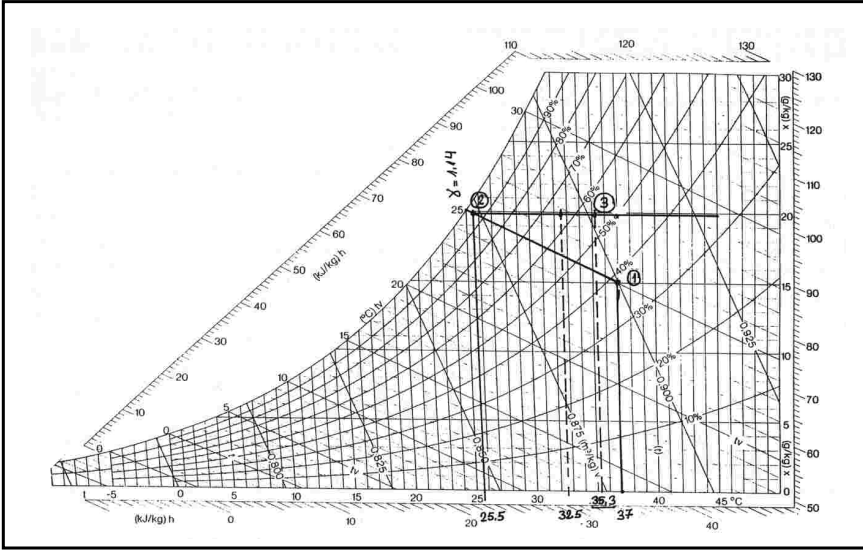
4. Üretim Mahallerinin Zonlanması

İç hava dizayn koşulları özellikle bölgelerin bağıl nem değerleri gözönünde tutularak zonlama yapılır. Özellikle ülkemizdeki iplik üreten tekstil fabrikalarındaki klima zonlanması aşağıda gösterildiği gibi yapılmaktadır.

No	Makina Adı	Bağıl Nem%
1	Harman Hallaç	55 – 60
2	Tarak	55
3	Cer	55
4	Fitil	55
5	Penye	55
6	Ring	50 – 55
7	Bobin	65 – 70
8	Büküm	65 – 70

5. Isı Yükü Hesabı

Yukarıda anlatılan doneler toplandıktan sonra klimadan en önemli kriter olan ısı kazançları aşağıdaki şekilde hesaplanır.



Şekil. Tekstil Kliması Psikrometrik Diyagramı

5.1. Makinalardan Isı Kazancı

$Q_m = N_m \times 860 \times \text{Diversite katsayısı}$, (kcal/h)

N_m = Makinanın motor gücü. (kw)
Diversite katsayısı: Makina üretici firmadan alınır.

5.2. Çatıdan Isı Kazancı

$Q_c = K \times F \times (\Delta T)$ eş (kcal/h)

K = Çatının ısı iletim katsayısı (kcal/h m² °C)

F = Toplam çatı alanı (m²)

$\Delta T_{eş}$ = Eş değer sıcaklık farkı

5.3. Aydınlatmadan Isı Kazancı

$Q_a = N_a \times 860$ (kcal/h)

N_a = Aydınlatma gücü. (kw)

5.4. Duvarlardan Isı Kazancı

$Q_d = K \times F \times (\Delta T)$ eş (kcal/h)

K = Duvarın ısı iletim katsayısı (kcal/h m² °C)

F = Toplam duvar alanı (m²)

$\Delta T_{eş}$ = Eşdeğer sıcaklık farkı

5.5. İnsanlardan Isı Kazancı

$Q_i = Q_{di} + Q_{ig}$ (kcal/h)

Q_{di} = Duyulur ısı kazancı

Q_{ig} = Gizli ısı kazancı

5.6. Vantilatörden Isı Kazancı

$Q_v = N_v \times 860$ (kcal/h) x Diversite katsayısı

N_v = Vantilatörün motor gücü. (kw)

Toplam Isı Kazancı:

$Q_T = Q_m + Q_c + Q_a + Q_d + Q_i + Q_v$

6. Hava Debisinin Hesabı

6.1. Isı yükü hesaplandıktan sonra psikrometrik diyagramdan ΔT sıcaklık farkı aşağıdaki şekilde bulunur.

- Fabrikanın bulunduğu bölgedeki dış hava değerleri işaretlenir. (1 noktası)
- Yaş termometre sıcaklık eğrisi ile hava % 95'e kadar doyurulur. (2 noktası)
- 2 noktasından kuru termometre sıcaklığına inilerek üfleme havası sıcaklığı okunur.

- 2 noktasından sağ tarafa doğru gidilerek istenen salon rutubet değeri işaretlenir. (3 noktası)
- 3 noktasından kuru termometre sıcaklığına inilerek oda havası değeri okunur.
- 2 ve 3 noktaları arasındaki sıcaklık farkı hava debisi hesabında kullanılacak olan ΔT sıcaklık farkıdır.

6.2. Aşağıdaki formülde bulunan değerler yerlerine konarak hava debisi bulunmuş olur.

$$V = \frac{Q_T}{0,24 \times \Delta T \times \rho}$$

Q_T = Toplam ısı kazançları (kcal/h)

ΔT = Üfleme havası sıcaklığı ile oda havası sıcaklığı farkı (°C)

ρ = Havanın özgül ağırlığı (kg/m³)

7. Klima Santralı Elemanları

7.1. Sisteme Genel Bir Bakış

Salon içerisinden döşeme kanalları üzerinde bulunan slot veya ızgaralardan aspiratörler yardımıyla emilen tozlu hava filtre edilir. Filtre edilmiş hava ya dışarıya atılır veya temiz hava ile karıştırılarak nemlendirme hücrelerine gönderilir. Burada hava yıkanır ve rutubet verilir. Şartlandırılmış hava vantilatörler tarafından hava dağıtım kanalları vasıtasıyla salona gönderilir. Salon içinde homojen dağıtım sağlamak amacıyla kullanılan menfez, difüzör, anmostat gibi elemanlar aracılığı ile salona üflenir. Dış hava alma oranını, nemlendirme pompasının çalışma periyodunu ve ısıtıcı vanasının konumunu otomatik kontrol elemanları belirler. Böylece sistem tam otomatik olarak çalışır.

7.2. Salon İçi Elemanları

7.2.1 Hava Dağıtım Kanalları

Görevi : Şartlandırılmış havayı salon içine homojen bir şekilde dağıtır.

Malzemesi: Galvanizli sac veya alüminyum.
Tipi : Flanşlı veya kenetli.

Teknik Özelliği: $V = 9 - 10$ m/sn hıza göre dizayn edilir.

7.2.2. Dönüş Havası Kanalları

Görevi : Salon içindeki havanın klima santralına dönmelerini sağlar.

Malzemesi : İnşai olarak yapılır.

Tipi : Genellikle dikdörtgen kesitli.

Teknik Özelliği : $V = 7 - 8$ m/sn hıza göre dizayn edilir.

7.3. Santral İçi Elemanları

7.3.1. Fanlar

Görevi : Salon içindeki pis havayı dışarı atmak veya şartlandırılmış havayı solana basmak.

Malzemesi : Çelik veya döküm.

Tipi : Aksiyal.

Teknik Özelliği : Yüksek basınçlarda radyal orta basınçlarda aksiyal tip olarak debi ve basınca göre imalatçı kataloğundan seçilir. Dikkat edilecek husus verim noktasını iyi etüd etmektir.

7.3.2. Hava Filtresi

Görevi : Salon havası içindeki toz ve pamuk partikül tutmaktır.

Malzemesi: Perfore sac, tahrik motorları ve filtre elemanı (peluş, keçe, sünger)

Tipi: Dönerli tipi, sabit.

Dönerli tip a) İçten temizlemeli.

b) Dıştan temizlemeli.

Teknik Özelliği : Gelen tozun ve uçtunun cinsine ve miktarına göre $V = 0,5 - 1,3$ m/sn hıza göre seçim yapılır.

7.3.3. Damper

Görevi : Hava akışını istenen şekilde düzenlemek.

Malzemesi : Kasa galvaniz sac, kanatlar alüminyum.

Tipi : Dişli tahrikli ve hava tahrikli.

Teknik Özelliği : Temiz ve egzost havası damperlerinde $V = 5$ m/sn, iç havada $V = 6$ m/sn hız alınarak hesap edilir.

7.3.4. Panjurlar

Görevi : Santral içine yağmur ve yabancı maddenin girmemesini temin eder.

Malzemesi: Alüminyum veya galvaniz.

Teknik Özelliği : $V = 5$ m/sn hız alınarak hesaplanır. Dış yüzeyde kullanılır.

7.3.5. Nemlendirme Hücresi:

Görevi : Salonda istenen rutubet değerini sağlamak ve bu esnada geçen havayı yıkayarak temizlemek.

Malzemesi: PVC, alüminyum, paslanmaz.

Tipi : İnşai tip.

Teknik Özelliği: Hava geçiş hızı $V = 3 - 3,3$ m/sn alınarak hesap yapılır.

7.3.6. Isıtıcı Serpantin

Görevi: Salonda istenen sıcaklık değerini sağlamaktır.

Malzemesi: Galvaniz veya siyah boru.
Tipi : Kanatlı veya düz.

Teknik Özelliği: Üzerinde geçen hava hızı $V = 4 - 6$ m/sn alınarak ısıtma yüzeyi hesaplanır.

7.3.7. Elektrik Panosu

Görevi: Santral içindeki tüm motorlara gerekli enerjiyi sağlamak.

Malzemesi : Pano DKP sactan, boyalı, şalt grubu TSE belgeli markalar.

Tipi : Dikili tip, duvar tipi.

Teknik Özelliği : Toz almayacak formda, tabii veya cebri havalandırılmalı.

7.3.8. Otomatik Kontrol Elemanları:

Görevi: Salonda istenen şartları sağlamak için damperlere, pompaya ve ısıtıcı vanasına kumanda etmek.

Malzemeleri: Duyar elemanlar, tahrik motorları ve kontrol üniteleri.

Tipi:

a) Pnömatik.

b) Elektronik.

c) Elektro – Pnömatik.

Teknik Özelliği: Pnömatik sistemde 4 bar hava, elektronik sistemde 24 volt elektrik karma sistemde hem hava hem elektriğe ihtiyacı vardır.

7.3.9. Diğer Elemanlar

- Santral Kapısı : İzoleli, hava sızdırmaz.
- Nemlendirme pompası.
- Isıtıcı ve pompa armatürleri.
- Toz toplama sistemi (filtre)

8. Tekstil Kliması Uygulamaları

Son yıllarda tekstil kliması ile ilgili uygulamalara baktığımızda dört ana başlık altında toplamak mümkündür.

1. Evaporatif Soğutmalı Sistem
2. Cebri Soğutmalı Sistem
3. Kombi Sistemi - Lokal Şartlandırma
4. FOG Sistemi - Yüksek Basınçla Havanın Nemlendirilmesi

8.1. Evaporatif Soğutmalı Sistem

En çok kullanılan sistemdir. Bu yazının konusu olan sistemdir. Detaylarıyla anlatmaya çalıştık.

8.2. Cebri Soğutmalı Sistem

Dizayn ve çalışma şekli açısından evaporatif sisteme benzer. Fazla olarak sisteme soğutucu ilave edildiğinden salon sıcaklığını istenen sıcaklıkta tutma özelliğine sahiptir. Pahalı bir sistem olduğundan çok sıcak bölgelerde veya üretimde zorunlu olduğundan kullanılır. Genelde soğutma işlemi iki türlü yapılır. a) Soğutucu batarya konarak geçen hava soğutulur. (Isıtmada olduğu gibi) b) Bir eşanjör ilavesi ile havuz suyu soğutularak istenen değerleri sağlar.

8.3. Kombi Sistemi – Lokal Şartlandırma

Sistemin esası tüm salonu değil üretimde şartlandırılması gereken noktayı baz alarak çalışmasıdır.

Dokuma tezgahında dokuma işleminin yapıldığı nokta istenen şartlara getirilir (veya iplikte), diğer kısımlar ise daha alt değerde şartlandırılır. Böylece santral kapasitesi düşük çıkar.

Bu sistemin sakıncası santral kapasiteleri düşük tutulduğundan, salondaki hava değişim oranı düşüktür. Dolayısıyla temizlik yeterince yapılamamaktadır. Pamuklu tesislerden çok sentetik iplikte kullanılan bir sistemdir.

8.4. Fog Sistemi -Yüksek Basınçlı Su İle Havanın Nemlendirilmesi

Bu uygulamada çok düşük debili fakat yüksek basınçlı (70 – 100 bar) pistonlu pompalar kullanarak aşırı doymuş hava elde etmek mümkün olmaktadır. Bu, klima kapasitesinin normal sistemlere göre daha az çıkması demektir. Yüksek rutubetle çalışılması gereken yerler için uygulanan bir sistemdir.

9. Sonuç

- Tekstil sektörü ülkemiz ekonomisinde itici güç rolünü üstlenmiştir. Son zamanlarda

plansız programsız yapılan yatırımlar ve uzak doğudan maliyetlerin altında tekstil ürünlerinin ülkemize girmesi bu sektörde bir duraklama göstermişse de, gerek üretim hacmine, gerekse ihracat miktarlarına bakıldığında sektörün itici güç rolünü devam ettireceği kolayca görülür.

- Tekstilde kullanılan makineler yurtdışından ithal edilmektedir. İthalat yapan yabancı firmalar aynı zamanda kullanılan klima cihazlarının da ithalatını yapmakta ve ülkemizde tekstil makineleri ve tekstil kliması malzemeleri birlikte pazarlanmaktadır. Bu olgu klima yapan yabancı firmalara avantaj sağlamaktadır.
- Özellikle son 10 yılda ülkemizde klima sektöründe hizmet veren ve üretim yapan yerli firmalar gerek teknoloji gerekse mühendislik anlamında yurtdışı firmaları ile başa baş mücadele ederek ülkemizdeki pazar paylarını giderek arttırmaktadırlar.
- Uluslararası iş yapan klima firmalarındaki gelişmeleri yakından takip eden yerli firmalar; ülkemizde tekstilde yapılan her türlü klima sistemleri kurmakta ve güvenle kullanılmaktadır.

Kaynaklar

- 1 – Pamuklu – İplik Teknolojisi. Nuri BEDİZ – 1982
- 2 – Tekstil Araştırma Dergisi. 1997 – 4 sayısı
- 3 – Tekstil ve Teknik Dergisi. Eylül 1997 sayısı
- 4 – Tekstil Kliması Dizaynı ve Uygulamaları Notları AKTES Mühendislik.
- 5 – Havalandırma ve Klima Tesisleri, MMO yayını No: 87

Yazar;

İsmet Mura;

1952 yılında doğdu. 1981 yılında İstanbul Devlet Mübendislik ve Mimarlık Akademisi' den mezun oldu. 3 yıl tesisat yapan bir firmanın proje ve taahhüt departmanlarında görev yaptı. 1985 yılında tekstil kliması ve teknolojik tesisatlar konusunda faaliyet gösteren AKTES A.Ş. firmasına girmiş ve halen bu firmanın Genel Müdürlük görevini yürütmektedir.

Steril Üretimde Temiz Oda Planlama Kriterleri

H. Metin Kenter; Isı ve Enerji Mühendisi

ÖZET

Medikal malzeme ve ekipman imalatında, ilaç üretimi ve ilaç yan sanayiinde ürünü mikroorganizmalardan ve partiküllerden korumak ve insan sağlığını temel alan riskleri en az seviyeye indirebilmek için belirli şartların yerine getirilmesi gereklidir. Bu şartlar ürünün iyi tanınmasına, üretim alanının yapılandırılması ve iklimlendirilmesine, bu alanlarda çalışacak personelin eğitimi ve disiplinine bağlıdır. Bu tip üretim alanlarının bir temiz oda tesisat mühendisi gözü ile bakıldığı zaman planlama aşamasında direkt ve çapraz kontaminasyon tehlikesinin en düşük seviyeye indirilmesi, mikroorganizma ve toz birikiminin önlenmesi ve tüm sistemin dezenfeksiyon ve bakımının kolay bir şekilde yapılmasının sağlanması gereklidir. Bunun yanında kalitenin aynı düzeyde kalması ve olası hataların nereden kaynaklandığının geriye dönerek kontrol edilmesi olanaklarının sağlanması kaçınılmazdır.

Criteria for the Planning of Cleanrooms in Sterile Production Areas

ABSTRACT

In order to prevent contamination by microorganisms or particles and to avoid health risks to staff, cleanrooms in the medical and pharmaceutical industry as well as in similar production areas have to fulfil several conditions. These conditions depend on the good knowledge of the product, of the production area including the air conditioning, and of the working staff's trained and disciplined behaviour. This type of cleanrooms demands a lot of an cleanroom engineer: he has to minimize the danger of possible direct and cross contamination, to avoid formation of microorganisms and dust, and to offer facilities for easy disinfection and service. Furthermore, it should be possible to trace back the whole production

process to easily discover any fault in production and to assure quality control.

1. Genel Kriterler

Steril üretim alanlarının yapılandırılması ve iklimlendirilmesinde özel çözümler geliştirilebilmesi için öncelikle aşağıda sıralanan soruların iyi bir şekilde analiz etmek gereklidir:

- Üretim için hangi temiz oda sınıfı gerekli,
- Malzeme ve personel akışı nasıl,
- Ürünün insana ve/veya çevreye zararı olabilir mi,
- Duvar, tavan, aydınlatma ve yer sistemi nasıl oluşturulmalı,
- Hangi iklimsel şartlar gerekli,
- Üretim alanı için nasıl bir tesisat gerekli?

Bu analiz yapılırken üretim sorumlusunun ve temiz oda tesisat mühendisinin yükümlü olduğu kısımları birbirinden ayırmak gereklidir. Yukarıdaki ilk üç sorunun cevabını kesinlikle üretim sorumlusu vermeli, temiz oda tesisat mühendisi ise sistemi bu istekler doğrultusunda kurmalıdır. Steril üretim alanları için genellikle dört temiz oda sınıfı bulunmaktadır. Bunun yanında bazı ilaç fabrikalarının kendi belirlediği sınıflar da bulunmaktadır.

Sınıf A: Sterilitenin en yüksek derecede olmasını gerektiren bölgeler; örneğin açık olarak dolmuş yapılan aseptik bölgeler. Bu alanlara havanın 0,45 m/s +/- %20 laminar olarak basılması gereklidir.

Sınıf B: Sınıf A bölgesini çevreleyen alanlar.

Sınıf C ve D: Çok kritik olmayan bölgeler.

(a) Temizlik sınıfı B, C ve D'ye ulaşmak için hava değişim katsayısı, odanın büyüklüğü ve personel sayısı ile orantılı olmalıdır. İklimlendirme sisteminde HEPA filtre kullanılmalıdır.

(b) ISO 14644-1'de istenilen partikül değerleri kabul edilebilir.

(c) Bu alanlarda belirlenecek sınır değerler yapılacak işe bağlıdır.

Odalar arasındaki basınç farklılıkları, hava kilitlerinin yerleştirileceği yerler planlanırken temizlik sınıfının dışında, personel ve

malzeme akışı ve özellikle ürünün insan ve çevreye zararlı olup olmadığı göz önünde bulundurulmalıdır. Örneğin çevreye zararlı olabilecek ama steril bir ortamda üretilmesi gereken bir ürünün kesinlikle atmosfere çıkması, aynı zamanda dışarıdan gelecek partiküllerin de üretim alanına girmesi, hava kilitleri içerisinde pozitif ve negatif basınç oluşturarak önlenmesi gereklidir. Atık havanın, gerekli filtre basamaklarından geçirildikten ve bu filtrelerin patlaması olasılığına karşı gerekli önlemlerin alınmasından sonra egzost edilmesi gereklidir. Pozitif-negatif basınç farklılıkları, hava miktarı düşürüldüğünde ve filtreler kirlendiği zamanda korunabilmelidir.

2. Temiz Oda Yapılması

Steril üretim yapılacak mekanlar oluşturulurken yer, duvar, tavan, kapılar, pencereler ve aydınlatma için kullanılan malzemeler de büyük önem taşımaktadır. Bunların kolay dezenfekte edilebilmesi, dezenfeksiyon maddelerine dayanıklı olması, toz tutmaması ve üzerlerinde mikroorganizmaların üremesine sebep olacak pürüzlerle aralıkların olmaması gereklidir. Özellikle duvar, tavan, aydınlatma sistemlerinin ve kapıların uygulamasında özel bir itina gereklidir. Aksi takdirde iklimlendirme sistemi ile odalar arası basınç farklılıklarını sağlamak çok güçtür.

2.1. Duvar Sistemi

Duvar sistemi kurulurken seçilecek olan malzemenin yukarıda belirtilen genel istekleri karşılaması gereklidir. Ayrıca dikkat edilmesi gereken konuları aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

- Seçilecek olan duvar sisteminin basınç farklılıklarının ayarlanabilmesi ve partiküllerin bir alandan diğer alana geçmesini önlemek için kesinlikle sızdırmaz olması gereklidir.
- Üretim alanında devamlı olarak paletler ile taşıma yapılıyorsa kurulacak olan duvar sistemi çarpmalara karşı dayanıklı olmalıdır. Duvar zedelendiği zaman kolay bir şekilde tamir edilebilmelidir.
- Duvar kaplaması çizilmeye ve dezenfeksiyon maddelerine karşı dayanıklı olmalı,

Temizlik sınıfı	ISO 14644-1	Max. Partikül sayısı (Adet/m ³)			
		Çalışma zamanı dışında		Çalışma ortamında	
		0,5µ	5µ	0,5µ	5µ
A	5	3.500	-	3.500	-
B (a)	5	3.500	-	350.000	2.000
C (a)	7	350.000	2.000	3.500.000	20.000
D (a)	8	3.500.000	20.000	belirlenmedi (c)	belirlenmedi (c)

üzerindeki kaplama defalarca temizlenmesine rağmen kesinlikle zarar görmemelidir.

- Duvar panelleri arasında oluşacak fugalar olabildiğince azaltılmalıdır. Fugaları kapatmak için kullanılacak olan malzemeler de dezenfeksiyon maddelerine dayanıklı olmalı, bakteri ve mantar üremesine olanak vermemeli, zamanla sertleşip çatlaklar oluşturmamalıdır.
- Panellerin üzerine yerleştirilecek olan camlar ile paneller arasında çıkıntı olmamalı, burada kullanılacak olan contaların da dezenfeksiyon maddelerine dayanıklı olması gereklidir. Panellerin üzerinde, camların takıldığı yerlerde oluşacak köşelerin zamanla paslanması kesinlikle önlenmelidir.
- Kapıların üzerinde, kapı dilinin girdiği yerde bakteri ve mantar üremesine olanak verecek girinti ve oyukların kesinlikle olmaması, menteşe ve kapı tokmağı gibi malzemelerin olanaklar el verdiğiince az aşınan malzemelerden seçilmesi gereklidir.
- Hava kilitlerinin kapılarından biri açıkken diğerinin kapalı olmasını sağlayacak bir düzenek ve akustik ve/veya optik uyarı sistemleri bulunmalıdır.
- Köşeler kolayca temizlenecek ve dezenfekte edilebilecek şekilde oluşturulmalıdır.

2.2. Tavan ve Aydınlatma Sistemi

Tavan sistemi de duvar sistemi ile aynı özelliklere sahip olmalıdır. Sızdırmazlığın güvenilir bir şekilde sağlanması burada özellikle dikkat edilmesi gereken bir konudur, çünkü asma tavan arası sistem kurulduktan sonra ulaşılması, temizlenmesi ve dezenfekte edilmesi oldukça zor olan bir bölgedir.

2.3. Yer Kaplaması

Steril üretim alanlarında yer kaplaması için seçilecek malzemenin ne olacağı belkide yatırım yapılırken verilen en zor kararlardandır. Çünkü duvar ve tavan sistemi ile karşılaştırıldığı zaman yer kaplamasının üzerinde oldukça yoğun bir trafik vardır. Bu yüzden çizilmeye ve aşınmaya dolayısı ile mikroorganizma ve mantarların üreyeceği aralıkların oluşmasına en yakın yüzeydir. Ayrıca yer sisteminin tamir edilmesi veya değiştirilmesi diğer yapı elemanları ile karşılaştırıldığı zaman oldukça zordur ve üretimin önemli derecede aksamasına sebep olur. Bu yüzden yer kaplaması seçimi yapılırken üzerinde öncelikle ağır malzeme taşıyan paletlerin yoğun olarak mı çalışacağı, yoksa daha çok üzerinde insanların ve hafif yüklerin mi olacağı sorusunun cevaplandırılması gereklidir. Eğer üzerinde yoğun ve ağır bir trafik olacaksa kullanılacak olan malzemenin mümkün olduğunca kalın (6-14 mm) homojen fugasız serilebilen bir

maddeden (pharmaterazzo) oluşması gereklidir. 1-3 mm kalınlığındaki yer kaplamaları, hafif yükler ve insan trafiği için uygundur. Bunun dışında aşağıda belirtilen noktaları göz önünde bulundurmak gereklidir:

- Kolay çizilmeyen, mümkün olduğu kadar sert homojen maddelerden oluşmalıdır.
- Yüzeyi mikroorganizmaların gelişmesine olanak vermeyecek kadar pürüzsüz olup, aynı zamanda kaygan olmamalıdır.
- Steril alanda kullanılacak olan kimyasal maddelere ve dezenfeksiyon maddelerine karşı dayanıklı olmalıdır.
- Özellikle sıvı maddelerinin yoğun bir yerde toplanmasına olanak vermeyecek derecede düz olmalıdır.
- Temizlik klası A ve B olan bölgelerde olanaklar el verdiğiince pis su gideri olmamalıdır. Eğer gider kullanılması kaçınılmaz ise steriliteyi tehlikeye sokmayacak şekilde kapaklarının olması gereklidir.
- Özellikle sık sık ıslak temizlik gerektiren hacimlerin duvar-yer bağlantıları yuvarlak ve fugasız olmalıdır. Diğer alanlarda da duvar-yer bağlantılarının yuvarlak olmasında fayda olmakla beraber, yatırım masraflarını yükseltmesi ve duvar panellerindeki esnekliği azalttığı için getireceği faydaların analizinin iyi yapılması gereklidir.

Yer kaplaması malzemelerinin seçiminde yatırım maliyetlerini düşük tutmak için verilecek olan yanlış bir kararın ileride çok daha ciddi masraf ve kayıplara sebep olması kaçınılmazdır.

3. İklimlendirme Sistemi

Steril alanın çalıştırılmasında gerekli olan enerji giderlerinin en düşük seviyeye indirilebilmesi için, üretim şartları elverdiğince çevrim havası ile çalıştırılmalıdır. Gece ve hafta sonlarında, yani steril alanda hiç kimsenin bulunmadığı ve çalışma süreci nedeniyle partiküllerin ortaya çıkmadığı durumlarda hava miktarı, sistemin çalışması, yalnızca artı basıncın tutulmasını sağlamaya yönelik olduğundan, hava debisi ve otomatik kontrol sadece artı basıncı koruyacak şekilde tasarlanmalıdır.

Aynı kural taze hava için de geçerlidir. Taze hava steril alanda çalışan kişiler için gereklidir ve dışarı atılan atık havanın, ki buna artı basınç da dahildir, yerini alır. Burada dikkat edilmesi gereken en önemli konu hava debisi düşürüldüğü zaman otomatik debi regülatörleri ile kanaldaki havanın oransal olarak ayarlanmasıdır. Eğer bu ayar tam olarak yapılamazsa steril alanlardaki artı basınç kontrolü bozulur.

Steril alanların iklimlendirilmesi ile ilgili isteklerde, yani sıcaklığın ve bağıl nemin kontrolünde, üretimin gerektirdiği şartlar dikkate alınır. Bazı hallerde üretimin türü ile ilgili nedenlerden sıcaklık ve bağıl nem, dar sınırlar içinde sabit tutulmak zorundadır. Eğer böyle bir talep söz konusu değilse, sıcaklığın en fazla 21-24°C, bağıl nemin ise % 40'ı aşmamasında mikroorganizmaların hızlı bir şekilde üremelerini önlemek için fayda vardır.

İklimlendirme sisteminin görevi, üretim için gerekli olan sıcaklık ve nem oranlarının sağlanmasının yanında, steril alana partikülden arındırılmış hava üfleme ve pozitif-negatif basınç ayarlarını sağlamak, insan ve ekipmanların sebep olduğu ısı yükünün alınmasını, personelin temiz hava ihtiyacının karşılanmasını, proses atık havasının uzaklaştırılmasını, çapraz kontaminasyonların engellenmesini, mikroorganizma sayısının düşürülmesi ve personelin rahat bir ortamda çalışıp konsantrasyonunu uzun zaman korumasını, en az işletme masrafı ile sağlamaktır. Bunun için klima cihazı ve kanal sisteminin seçiminde bazı özelliklerin göz önünde bulundurulması gereklidir.

3.1. Klima Cihazı

Sistemin iyi çalışması için klima cihazının seçiminde aşağıdaki hususlara dikkat edilmesi gerekir: Klima cihazları DIN 24194 Klas III'e göre en az 2500 Pa basınca kadar sızdırmaz olmalıdır. Muhakkak çift cidarlı olması ve iyi bir dezenfeksiyonun sağlanması için iç yüzeylerinin düz, panellerin birleşim yerlerinin de çıkıntısız olması gerekir. Klima cihazlarının düzeni DIN 1946 T4 belgeli sızdırmaz klope, ön filtre, gerekirse ön ısıtıcı, dezenfeksiyon hücresi, soğutucu serpantin, nemlendirici, vantilatör, susturucu, ikinci basamak filtre şeklinde olmalıdır. Bazı özel durumlarda özellikle tesisat katında klima cihazı için yeterli alan olmadığı zaman, nemlendiricinin, susturucunun ve ikinci basamak filtrenin kanal sistemi içine konmasında, hijyenik olması şartı ile sakınca yoktur. Serpantinler ve vantilatörler temizleme amacı ile kızaklı olmalı ve dışarı çıkarılabilmelidir. Serpantinlerin üzerindeki hava hızı mümkünse 2,5 m/s'yi geçmemelidir. Bu, hem serpantinlerin mümkün olduğu kadar ince tutulup kolay temizlenebilmesini ve dezenfekte edilebilmesini, hem de vantilatörün az elektrik harcayıp işletme masraflarının düşük olmasını sağlar. Bunun yanında serpantin üzerindeki hızın düşük seviyede olması için de mikroorganizmaların ürettiği damla tutucunun konulmasına gerek bırakmaz. Ayrıca serpantinlerin üzerinde mikrop tutmayan bir kaplamanın olması,

özellikle soğutucu serpantin üzerinde mikroorganizmaların oluşmasını en az seviyeye indirir. Isıtıcı ve soğutucu serpantinlerin kanatçık aralarındaki mesafenin kesinlikle normal klima cihazlarında olduğundan daha geniş olması gereklidir. Yoğuşma ve nemlendirici tavası, filtre ve serpantin kızakları muhakkak paslanmaz çelikten olmalıdır. Filtreler, nemlendirici ve vantilatörün olduğu hücrelerde gözetleme camı ve lamba bulunmalıdır.

Vantilatörlerin seçiminde özel bir titizlik gösterilmelidir: Bunlar ön ve HEPA filtrelerinin yükselen basınç farklarını karşılayabilmek için yeterli rezerve sahip olmalıdır. Vantilatör, filtre sisteminin basınç kaybı yükselirken hacim akışı çok az değiştiğinden, geriye kıvrımlı vantilatörlerde olduğu gibi, mümkün olduğunca dik bir karakteristiğe sahip olmalıdır. Motor çalışma ısısını mümkün olduğunca düşük tutabilmek ve böylece de soğutma sisteminin işletme giderlerinden tasarruf edebilmek için, vantilatörün çok iyi bir randımana sahip olması gereklidir. Vantilatörlerin direkt tahrikli motorlu yani kayışsız ve salyangoz hücresiz seçilmesinde fayda vardır. Bu hem vantilatör bölümünde mikroorganizma birikimini engeller hem de cihazın içinin temizlemesi ve dezenfeksiyonunda büyük kolaylık sağlar. Filtrelerin pislenmesinden ötürü artan basınç kaybına orantılı olarak hava debisinin ekonomik bir şekilde sabit kalabilmesi motorların üzerine frekans konvertörü konulması ile sağlanır.

Genellikle normal klima cihazları steril bölgelerin iklimlendirilmesinde kullanıldığı vakit, sistemdeki filtreler kirlendiğinde artan basınç, havanın cihazdan sızarak gitmesi gereken yere, yani steril bölgeye ulaşamamasına neden olmaktadır. Bu da zamanla steril bölgede mikrop sayısının artmasına, odalar arasındaki basınç farklılıklarının bozulmasına, yani sistemin işlevliliğini kaybetmesine sebep olmaktadır. Bu durum genellikle cihaz devreye alındıktan bir iki sene sonra kendisini gösterir. Bu aşamada kullanıcı, sistemi kurandan hiç bir şey talep edemez. Bu durumda tek çare oldukça pahalı olan HEPA filtrelerini zamanından çok önce değiştirmektir.

3.2. Kanal Sistemi

Konseptin hazırlanmasında mümkün olduğu

kadar az enerji tüketilmesine dikkat edilmelidir. Özellikle enerji tasarrufunu sağlayan ek yatırımlar, kendilerini genel olarak kısa süre içerisinde amorti ederler. Tüm müdahale parametrelerinin tam anlamı ile analizi, bu yazının sınırlarını çok açacaktır. Ancak, aşağıda yine de en önemli noktalara değinilmeden geçilmeyecektir.

Steril alanlarda hava nakli nedeniyle oluşan enerji giderlerinin minimize edilmesi, basınç kayıplarının azaltılması ile sağlanır. Bununla ilgili önlemlere aşağıdaki örnekler verilebilir:

Kanal sistemi için mümkün olan en büyük kesitini seçilmesi,

Çapraz geçiş ve çevrimlerin optimal tasarımı,

Ses yalıtıcı, ızgara ve ayar kapaklarının büyük boyutlarda seçimi,

Filtrelerin başlangıç basınç farkı, enerji tüketimini önemli ölçüde etkilediğinden, ön filtre ve HEPA filtrelerin büyük boyutlu seçimi.

Enerjiden tasarruf ettiren diğer bir olasılık da, yılın soğuk dönemlerinde dış hava hazırlama için bir ısı geri kazanım sisteminin öngörülmesidir.

Kanal sisteminin planlanmasında enerji harcamalarını ve kanal sisteminin geçtiği bölgelerde oluşabilecek ses seviyesini düşük tutmak için, kanal içi hava hızının 6 m/s'yi geçmemesine dikkat edilmelidir. Kanal sisteminin birleşim yerlerinde mikroorganizmaların yerleşebileceği aralıkların en az seviyeye düşürülmesi gereklidir. HEPA filtrenin son basamak olarak kullanıldığı sistemlerde Eurovent 2/2 Sınıf C'de tarif edilen şartların (test basıncı 2000 Pa) yerine getirilmesi istenebilmektedir. Sızdırmazlık sağlanırken elverdiğince az silikon kullanılmalıdır, çünkü silikonun iki üç sene içerisinde açılma olasılığı yüksektir. Kanal sisteminde gerekli yerlere temizleme ve dezenfeksiyon kapakları konmalıdır. Kanal sisteminde oluşacak titreşimlerin zamanla kanal sisteminin kendi üzerinde ve asma tavanda ince aralıkların oluşmasına yol açma olasılığına karşı askı elemanlarının üzerinde titreşim yutucular bulunmalıdır. Esnek bağlantıların kullanımından olanaklar

elverdiğince kaçınılmalı, kullanılmasının kaçınılmaz olduğu durumlarda ise bunların uzunluğunun 2 m'yi geçmemesine dikkat edilmelidir.

Kanal sisteminde yukarıda belirtilenlerin dışında; üfleme menfezlerinin mümkün olduğu kadar yüksek karışım oranlı olmasına, susturucuların hijyenik ve üretimden kaynaklanan partiküllerin kanal sistemine girmesini önlemek için emme menfezlerinin önüne filtre konmasına dikkat edilmelidir.

3.3. Hava Üfleme Metodunun Seçilmesi

Temizlik sınıfı A olan bölümlerde hava akımının laminar ve 0,45 m/s % 20 olması tavsiye edilmektedir. Temizlik sınıfı B ve C olan bölgelerde ise hava menfez önü HEPA filtrelerinden geçirildikten sonra yüksek karışım menfezleri ile steril alana üflenir. Yüksek karışım oranlı hava basma metodu, az partikül içeren hava ile partikül yoğunluğunun azaltılmasından oluşur.

Temiz karışım havasının, odadaki hava ile mümkün olduğu kadar hızlı karışımı için ön koşul, akışkan tekniği açısından, alışlagelmiş menfezler yerine havanın mümkün olduğu kadar yüksek karışım derecesini sağlayan menfezlerle üflenmesidir. Yüksek karışım hava akımının kullanıldığı bölgelerde partikül yoğunluğunun azaltılması için gerekli hava miktarının hesaplanması, genelde beklenen partikül emisyon oranından yola çıkılarak yapılır. Ayrıca ISO 14644 gibi kurallarda da gerekli olan hava değişim katsayıları ile ilgili tavsiyelerde bulunulmuştur.

4. İşletmeye Alma, Testler ve Dokümantasyon

Steril üretim alanlarının işletmeye alınması ve testlerinin yapılmasındaki en önemli amaç, üretim için gerçekleştirilen şartların tekrarlanabilirliğinin ve geriye dönük olarak istenilen şartların kontrol edilmesinin sağlanmasıdır. Steril üretim alanlarının iklimlendirme sistemleri diğer temiz oda iklimlendirme sistemleri ile karşılaştırıldığı zaman çok daha sık kontrol edilmektedir. Bu kontrollerin sağlıklı bir şekilde yapılmasını sağlamak için sistemde ölçüm yapılan yerlerin kolay erişilebilir olması ve çizimlerde bu yerlerin belirtilmesi gereklidir. Testlerin nasıl yapılması ve dökümanların nasıl hazırlanması gerektiği bu yazının çerçevelerini açacağı için ayrı bir makalede detaylı olarak ele alınacaktır.

5. Sonuç

Yatırım aşamasında yapılacak olan iyi bir analizin işletme giderlerinden sağlanacak tasarruflarla kısa süreli amortizasyonları da beraberinde getirebilmektedir. Çoğu zaman gözard edilen bu noktanın steril alanlardaki iklimlendirme sisteminin günün yirmidört saati ve senenin üçyüzatmışbeş günü çalıştığı dikkate alınacak olursa, ihtiyaca yönelik planlanmış olan bir iklimlendirme sisteminin özellikle işletmeler için ne kadar önemli olduğunu ortaya çıkarır.

Yatırım yaparken ucuz sistem almak en geç bir iki sene içinde yatırım masraflarının çok üzerinde işletme masraflarına sebep olarak rekabet ortamında önemli ekonomik yaralar alınmasına sebep olacaktır. Steril alanları sadece iklimlendirme açısından ele almayı; duvar, kapı, pencere, zemin kaplamasını aydınlatma ile bir bütün olarak görmenin

önemle belirtilmesi gerekliliğini ve bu yüzden de bu alanların planlama ve özellikle malzeme seçimi ve uygulama aşamasında özel olarak ele alınmasına, steril alan yapımının işinin uzmanı olan firmalara verilmesinin gerekli olduğunu vurgulamak istiyorum. Steril üretimde temizlik klasını işletmeye alırken sağlamak zor değildir ama özellikle büyük bir yatırım yapıldığı zaman mikro-organizmaların bu alanlara yerleşip üremesini önlemek bütünsel bir planlamayı, kaliteli ve uzun ömürlü malzeme seçimine bağlıdır.

Kaynaklar:

- [1] Leitfaden für die gute Herstellungspraxis Band 4
- [2] ISO 14644
- [3] Kelticka, G; Mayr, E: Energiebedarf von Reinraumkomponenten Schriftenreihe der SRRT Reinraumtechnik Band 4

- [4] Kenter, M; Bartz, Dr. H: Kostenminimierung von Reinraumanlagen Sonderdruck aus Technik am Bau
- [5] Leonhard Weiss "Pharmaterazzo yer kaplaması firma dökümanları"
- [6] VDI 2083 Blatt 2
- [7] Bartz, Dr. H; Tscherny, F: Verfügbarkeit von Reinraumanlagen. cci-clima commerce international 9
- [8] Kenter, M., Hijyenik Klima Sistemleri (Anios – Sterilizasyon Dezenfeksiyon Hastane İnfeksiyonları Sempozyumu, 21-22 Ekim 1999, Samsun)
- [9] Özkaynak Taner Prof. Dr. Mak. Yük. Müh. Hijyenik Ortam Klima Santralleri ve Kanak Sistemlerinde Aranan Özellikler (TTMD Dergisi, Mayıs-Haziran 2001).
- [10] Bilge Mustafa Dr. Mak. Yük. Müh. Temiz Oda Tasarım Kriterleri ve Testleri (TTMD Dergisi, Mayıs-Haziran 2001).

Yazar;

H. Metin Kenter

Almanya' daki Giessen Teknik Yüksek Okulu Isı ve Enerji Bölümünü 1984 senesinde bitirdi. 1984-86 yılları arasında Babcock BSH firmasında temiz oda geliştirme mübendisi olarak, 1986 yılından itibaren Weiss Klimatechnik GmbH Temiz Oda Bölümünde geliştirme mübendisi, proje bölüm müdürü ve Hessen bölgesi satış müdürü olarak, 1998 senesinden 2002 senesine kadar aynı firmanın İstanbul İrtibat Bürosu yöneticisi olarak çalışmıştır. Faaliyetlerini 2002 senesinden beri İNŞEL firmasında yürütmektedir.

Mantar Çiftliklerinin İklimlendirilmesi

Dr. İbrahim Çakmanlı; Mak. Yük. Müh.

TTMD Üyesi

Faris Kaymakçı, Mak. Müh.

ÖZET

Mantarlar doğadaki biyolojik dengenin sağlanmasında çok büyük önem taşımaktadır. Doğada bakterilerle birlikte hayvansal ve bitkisel atıkları parçalayarak ayrıştırarak ve böylelikle yer yüzündeki organik madde yığınlarını ortadan kaldırmaktadır. Bu faaliyet sonucu ayrışma ürünleri toprağın besin değerini yükseltmekte, fiziksel yapısını iyileştirmekte, mikroorganizma popülasyonunu çoğaltarak toprak verimliliğini artırmaktadır. Parçalanma esnasında ortaya çıkan CO₂, bitkilerin fotosentez işlemi için gereklidir. Diğer taraftan mantarlar insan ve hayvan beslenmesinde çok yaygın olarak kullanılırken, tıp alanında da geniş ölçüde yararlanılmaktadır. Büyüklüğü küçük 1.5 milyon çeşit mantar türü vardır¹. Bunlardan 69.000 tür tanımlanmıştır. Bunlardan da 5000 civarında tür yenilebilmekte, yaklaşık 2000 türü tıpta kullanılmaktadır. Yenilen mantarlardan 120 türü ise kültür mantarcılığında kullanılmaktadır. Bugün dünyada 6 milyon ton/yıllık mantar üretimi vardır. Bu mablağın da yaklaşık %30'unu beyaz şapkalı mantar (shiitake) türü oluşturmaktadır. Bu mantar türünün 1 kilogramının dünya pazarlarındaki fiyatı 10-20\$ arasında, kurutulmuşunun 1 kg fiyatı ise 80 \$'a civarındadır. Kültür mantarcılığı ülkemizdeki protein açığının kapatılmasında önemli katkısı olabilecek bir çalışma olabilecek potansiyelindedir. Bu çalışmada, mantar yetiştiriciliğinin gelişmesi ve ülke ekonomisine katkısının artması için bunların hangi iklim şartlarında yetiştirilebileceği ve bu iklim şartlarının sağlanmasında nelere dikkat edilmesi gerektiği üzerinde durulmuştur.

Air Conditioning of Fungus Farms

ABSTRACT

Fungi play a significant role in the maintaining of the biological balance of the living nature. Fungus disintegrates the waste from the fauna and flora working together with bacteria and thus clears piles of organic material waste from the earth. As a result of this activity, the

products of disintegration advances the nutritional value of the soil, enhances its physical structure and raises the soil fertility by making the microorganism population grow. Moreover, during this disintegration, emitted gaseous CO₂ is employed by flora for photosynthesis. On the other side, groups of fungus are used extendedly by human and animals for nutritional purposes, and widely utilised in medicine. There are more than 1,5 million types of fungi¹. From these, 69000 species were identified. Approximately 5000 of these identified species are consumed for nutritional purposes whereas 2000 are utilized in medicine. 120 species of edible fungi (mushrooms) allow farming. Today, the total global production of mushrooms is 6 million tons annually. Approximately 30% of this figure is occupied by the Shiitake mushrooms (large, meaty, black or dark brown mushrooms). The unit price for this species is around 10 to 20 USD per kg weight in international markets whereas the unit price for the dried of the same reaches 80 USD per kg. Mushroom farming is a significant potential for closing the gap of nutritional protein in the country. This study examines the atmospheric conditions favourable for growing mushrooms in order to increase the contribution of mushroom farming to the national economy, emphasizing the necessary dos and don'ts for maintaining such favourable atmospheric conditions.

1. Giriş

Kültür yoluyla mantar üretim yerleri esasında mantarın ekolojik isteklerine göre havalandırmanın, hava sıcaklığı ile neminin ayarlandığı iç mekanlardır. Bazı yörelerde iklimin uygun oluşu basit evlerde, mağaralarda, tünellerde, bodrum katlarda, daha önce hayvancılık yapılmış yerlerde, hatta açıkta yetiştiriciliği mümkün kılmaktadır. Ülkemizde Akdeniz, Karadeniz, Ege ve Marmara bölgeleri açıkta ve kısmen sera tipi basit yapılarda mantar yetiştiriciliği, kültürün programlanmasıyla başarılabilir¹. Ancak açıkta ve kontrolsüz ortamlardaki yetiştiricilikte risk vardır. Mağara ve tünellerde sıcaklığın ve nemin yıl boyunca sabit kalması avantaj sağlamakta, doğal ortam olması ilk yatırım ve işletme

masraflarını azaltmaktadır. (Bu bağlamda mağaraların bol bulunduğu Nevşehir, Ürgüp, Göreme yöreleri bu iş için uygun olabilir)².

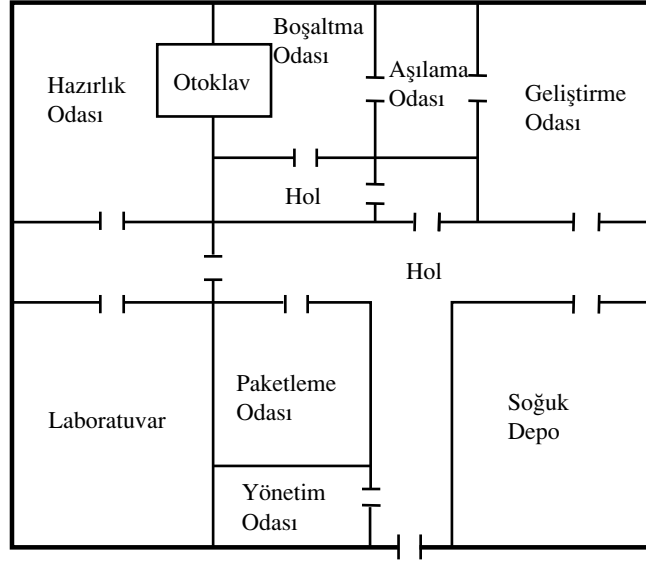
Diğer yandan modern bir işletme kurulması, ilk yatırım ve işletme masrafları yüksek olsa da, üretim baştan sona kontrollü ve kitlesel üretim yapmak için en uygun yöntemdir. Böylesi tesislerde tohumluk (misel) ve değişik mantar türleri yetiştirilebilir. Böyle bir tesis; işletmenin maddi gücü, belirlenecek üretim kapasitesine göre hesaplanıp geliştirilebilir. Böylesi bir tesis, işletme giderlerinin azaltılması amacıyla yapay mağara veya tüneller şeklinde de yapılabilir.

2. Üretim Tesislerinin Yapısı ve Klimatizasyonu

Misel Üretimi:

Doğal ortamlarda mantarlar sporlar oluşturur. Bu sporlar uygun sıcaklık ve nemi bulunca çimlenirler. Ancak kültür yetiştiriciliğinde doku kültürü ile elde edilen miseller kullanılır. Mantarın kalitesinde misellerin temizlik ve niteliğinin önemi çok büyüktür. Diğer bir ifade ile kültür mantarcılığının başarısı, kullanılan tohumluk misellere sıkıca bağlıdır. Modern işletmeler genellikle kendi misel üretim tesislerini de kurmaktadır.

Miseller için en uygun gelişme sıcaklığı 23-25°C'dir. 28°C'de misel gelişmesi durur, 30°C'de ise ölürler. Misellerin komposta yayılma döneminde sıcaklık 20°C'nin altına düşmemelidir. Örtü toprağı örtüldükten sonra ise sıcaklık 14-16°C civarına düşürülür. Bu aşamadaki sıcaklığın 18°C'ye çıkarılması erken hasada yardımcı olursa da verim düşer. 14°C'nin altında da verimde önemli düşüş olur. Mantar misellerinin gelişimi esnasında nem %80-90, mantarda şapka oluşumu döneminde ise %70-80 olmalıdır. Misel üretim tesislerinin steril olması çok önemlidir. Bunun için otoklav cihazları kullanılır. Her türlü hastalık ve zararlı organizmaları yok etmek amacıyla malzemeler otoklavda 121°C'de en az 1.5 saat sterilize edilir. Buraların temizliğinin sağlanması için mantar yetişen yerlerle doğrudan bağlantısı bulunmamalı, bina çok iyi izole edilmeli, kapı ve pencere gibi hava akımı yaratacak unsurların ebat ve sayısı minimumda tutulmalı, duvarlar beyaz badanalı olmalı, pencerelere kumaş perde takılmamalı, tezgahlar ve masalar paslanmaz



Şekil 1. Modern bir mantar çiftliğinde misel laboratuvarı planı (ölçeksiz)

çelik olmalı, otoklav, ısıtıcı, pH'metre, steril kabı gibi cihazları çalıştırmak için elektrik tesisatı, temizlik için soğuk ve sıcak su tesisatı ve lavabo vb olmalıdır. Şekil-1'de bir misel üretim planı gösterilmiştir³.

Mantar Üretimi:

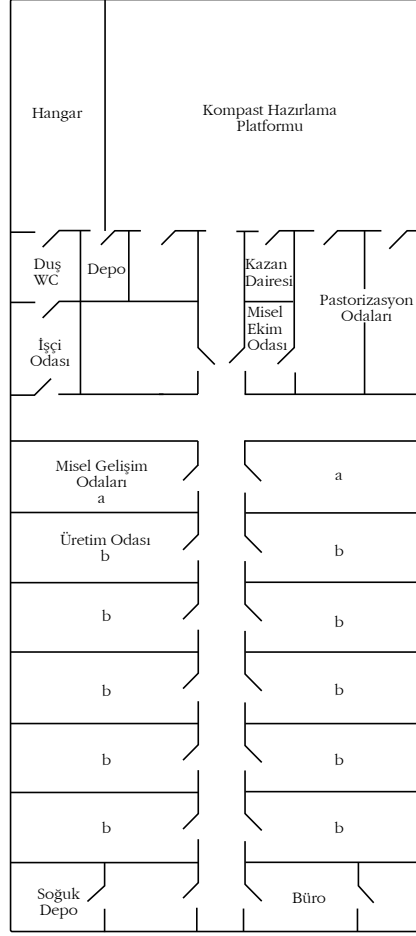
Mantarların uygun yetiştirilme ortamları onların cinslerine göre değişir. Ortam şartlarının çok iyi denetlenip sağlanması mantar verim ve kalitesini önemli ölçüde artıracaktır. Gerekli zamanlarda odalar havalandırılmalıdır. Hijyenik şartların sağlanması için mahallerin 10 Pa civarında pozitif basınçta tutulmasında yarar bulunmaktadır. Diğer yandan bazı mantar türlerinde örneğin beyaz şapkalı mantarda ışığa gerek yokken (sadece çalışma kolaylığı için gereklidir), diğer bazı mantar türlerinde ise ışık zorunludur. Bu nedenle tesis projelendirilirken yetiştirilecek türe göre bu durum göz önünde bulundurulmalıdır. Mantar üretim yerlerinde iklim şartları kısmen veya daha iyisi tamamen ayarlanabilir yapıda olmalıdır. Yukarıda belirtildiği gibi doğal ortamlarda yetiştirilebilirse de, modern tesislerde üretilen mantarların kalitesi ile karşılaştırılmaz. Mantar tesisi kurulacak yerde enerji ve su sorunu olmalı, iklimin uygun olması tercih edilmeli, pazarlara ulaşım sorunu olmamalıdır. Şekil 2'de böylesi komple bir tesis planı gösterilmiştir³. Mantarların yetiştirme ve hasat döneminde ortam sıcaklığı 17°C, nemi %80-90 civarında olmalıdır. Havadaki CO₂ oranı 1500 ppm'in altında tutulmalıdır. Ayrıca mantar şapkaları üzerinde biriken suların uzaklaştırılması gerekir. Hava miktarı her m² alan için 4-5 m³ olarak alınabilir. Hava kalitesi, kalite duyar elemanlarla kontrol altında tutulabilir.

Klima Sistemi:

Sıcaklığı ve nemi düzgün olarak kontrol edilmeyen mahallerde yetişen mantarlar şekilsiz ve bozuk olacağı unutulmamalıdır. Klima sisteminin ilk yatırım ve işletme masraflarını minimize etmek için bina çok iyi yalıtılmalı, yer seçimi uygun biçimde yapılmalıdır. Yukarıda belirtildiği üzere ortam uygunsuzsa gerekirse yer altında yapılması düşünülebileceği gibi yapının etrafına (ve gerekirse üstüne) toprak bile yığılıp üzeri çimlendirilip ağaçlandırılabilir. Yalnız, tüm bunların binanın ışık ihtiyacı (yetiştirilecek mantar türüne bağlıdır) yöresel iklim şartları vb dikkate alınarak yapılmalıdır. Yine ısıtma, soğutma yüklerini ve hava debilerini azaltmak için mahallerin tavan yükseklikleri 3- 3.5 m civarlarında tutulabilir. Tesisin ısıtma ve soğutma yük hesapları ile cihaz seçimleri iç ve dış ortam şartları, bina yapısı vb dikkate alınarak bilinen yöntemlerle yapılabilir. Isıtma veya soğutma sistemi ile havalandırma ve nemlendirme şekli (all air, F/C+primer hava vb) tesisin büyüklüğüne, mahal sayısına ve zonlamaya bağlı olarak uygun biçimde seçilmelidir. Ayrıca havalandırmada hava sirkülasyonlarının fazla olmaması için gerekli tedbirler alınmalıdır. Havalandırma sistemi steril olmalı, HEPA filtreler kullanılmalıdır. Nemlendirmenin atomize sulu sistem olması tercih edilmelidir. Ancak burada da hijyenik şartlara dikkat edilmelidir. Bağıl nem ve sıcaklık şartlarında kesin değerler istendiğinden otomatik kontrol sistemi tesis edilmelidir.

Depolama

Mantarların tüketiminde en ideal durum hiç depolanmadan tüketilmesidir. Ancak gerektiğinde buzdolabı veya soğuk depolarda 7-15 gün bozulmadan muhafaza edilebilmektedir. Daha uzun süreli depolama mantarın bozulmasına neden olmaktadır. Uzun süreli depolamada kurutma yöntemi tercih edilmelidir. Uygun ortamlarda depolanmazsa nemin artmasına paralel olarak, küf ve zararlılar oluşarak mantar şapkasının kararmasına neden olur. Bunu önlemek için kurutulduktan sonra karton benzeri kutulara veya vakumlanmış ambalajlara konularak kuru, serin ve karanlık bir ortamda bekletilmeli, uzun süreli depolamalarda +2 ila +5°C' ortam sıcaklığına sahip soğuk odalardan yararlanılmalıdır. Soğuk odaların ebat ve soğutma yükleri de yine depolanacak malzeme miktarına bağlı olarak seçilebilir.



Şekil 2. Modern bir mantar çiftliği yerleşim planı (ölçeksiz).

3. Sonuç

Üretilen mantar kalitesinin sürekli yüksek tutulabilmesi için üretim tesislerinin klimatize edilmesi, hijyenik şartların sağlanması çok önemlidir. Doğru bir sistem seçimi, iyi bir yalıtım ve diğer tedbirlerle ısıtma ve soğutma yüklerinin minimize edilmesi ile mümkün olur. Örneğin hasat döneminde mahal sıcaklığının 17°C civarında nem oranının %85'lerde tutumaya çalışırken enerji sarfiyatının azaltılması çok önemlidir. Bu gibi tesislerde enerji maliyetleri yüksek olabildiğinden otomatik kontrolün doğru yapılması ve gerekirse ısı geri kazanım yapılması dikkatten kaçırılmaması gereken hususlardır. Diğer yandan binanın yapısı, kurulacak klima sistemi ve kontrol sistemine karar vermeden önce üretilen mantar türünün ne gibi şartlar istediği gerek literatürden, gerekse üniversitelerin ziraat fakültelerinden öğrenilmelidir.

Kaynaklar

1. İlbay, M. E., 2002, "Shiitake Kültürü", Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ankara.
2. Türkiye VI. Ulusal Yemeklik Mantar Kongresi Bildirileri, 2000, Bergama.
3. Ağaoğlu, S., ve Güler, M., 1989, "Yenilebilir Mantar Yetiştiriciliği", Tarım Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.

Yazar;

İbrahim Çakmanus,

1960 Giresun doğumludur. Makina Mühendisliği bölümlerinde olmak üzere KTÜ'de Lisans, ODTÜ'de Yüksek Lisans, GÜ'de Doktora eğitimini tamamlamıştır. 1983-1991 arasında DHL İnşaatı Genel Müdürlüğü'nde çalışmış, 1992'den beri TC. Merkez Bankası'nda görev yapmaktadır.

Faris Kaymakçı,

İlkokulu Bağdat'ta okudu. Haydarpaşa Lisesinden sonra İTÜ Makine Mühendisliğinden 1978 yılında mezun oldu. 1978-81 yıllarında Kuveyt'te, 1982-97 yıllarında da Suudi Arabistan'da Türk ve Amerikan firmalarında klima ve tesisat işleri yaptı. Arapça ve İngilizce dillerinde teknik yayın yapan dergilerde yazıları yayımlandı. 1983 yılında Amerikan Makine Odaları Birliğine üye oldu. 1981 yılından beri eşi Sevdâ hanım ile evli olup Kerem adında bir erkek çocuk babasıdır.