

GIDA UYGULAMALARINDA HAVANIN YÖNETİLMESİ

Emre SEMİZ

ÖZET

Diğer endüstrilerden farklı olarak Gıda ve Paketleme endüstrisinin katı kuralları ve farklı ihtiyaçları vardır. Bu katı kuralları iyi analiz edebilmeli ve bütün ihtiyaçları karşılayabilmelisiniz. Bütün bunlara ek olarak, işletmenin başarıya ulaşması için de enerjiyi, zamanı ve kaynakları verimli şekilde kullanmalısınız.

Bu bildiride Gıda ve Paketleme sektörünün ihtiyaçları analiz edilerek, pnömatik sistemlerin tasarım aşamasından uygulama anına kadar olan süreçlerine değinilecek, izlenmesi gereken yollar incelenecek ve verimli bir sistem oluşturmanın ipuçları verilecektir.

Anahtar Kelimeler: Hijyenik Tasarım, Pnömatik, Şartlandırıcı, Yağlar, Gıda Alanları, Enerji Verimliliği.

ABSTRACT

Unlike the other industries, there are strict rules and different needs in the food and packaging industry. The machine builder has to analyze the needs and be able to build a machine which fills all these needs. In addition to all, the machine builder has to use the energy, time and resources efficiently to succeed the business.

In this paper, pneumatic systems will be checked from the design stage to the time of application, the steps which has to be followed will be given and the tips of the creating an efficient system will be examined by analyzing the needs of food and packaging industry,

Key Words: Hygienic design, Pneumatics, Maintenance Units, Lubricants, Food Zones, Energy efficiency

1. GİRİŞ

Gıda ve içecek üretimi yapan makinelerde diğer makinelerden farklı olarak uyulması gereken birçok katı kural, dikkat edilmesi gereken kriterler ve insan sağlığını direk olarak etkileyebilecek birçok önemli nokta mevcuttur. Makinenin tasarımı ve işletilmesi aşamasında bu noktalara gerekli özen gösterilmelidir. Bu süreçlerde otokontrolün dışında belirli standartları ve normları belirleyen yetkili ve özerk kurumlar mevcuttur. Bu kurumların yol göstericiliği ve denetiminde gıda ve içecek imalatı yapan makinelerde, özel malzemeler ve özel tasarımlar uygulanmaktadır. Bu bildiride gıda üretimi yapacak makinelerde Pnömatik sistemlerin tasarlanması ve entegrasyonu için hangi adımların izlenmesi gerektiği ve bu aşamalarda nelere dikkat edilmesi gerektiği hakkında bilgiler verilecektir. Pnömatik sistemlerin oluşturulmasında sırasıyla izlenmesi gereken adımlar şu şekildedir;

1. Havanın Hazırlanması
2. Aktivatörlerin Seçilmesi
3. Kontrol Elemanlarının seçilmesi
4. Diğer Pnömatik Ekipmanların Seçilmesi

Bu konuların derinine inmeden önce gıda sektörünün ihtiyaçlarını irdeleyelim.

1.1. Gıda ve İçecek Sektörünün İhtiyaçları

Diğer bütün endüstrilerden farklı olarak gıda ve içecek üretimi yapan makinelerde insan sağlığının korunması için uyulması gereken katı kurallar vardır. Pnömatik ürünlerin seçilmesi ve projelendirilmesinde de bu kurallara uyulması gerekmektedir.

Öncelikle üretim alanlarının sınıflandırılması gerekmektedir. Gıda üretimi yapan makinelerin üzerilerindeki bölgeler üç ayrı bölümde ele alınmalıdır.

- Gıda Alanı
- Gıda Sıçrama Alanı
- Gıda Temassız Alan

1.1.1. Gıda Alanı (Food Zone)

Makine parçalarının direkt olarak gıdalara temas ettiği alanlardır. Burada çok sert kurallar vardır. Kullanılan malzemenin sahip olduğu yapısal özelliklerden, tasarımında uyulması gereken kurallara kadar dikkat edilmesi gereken birçok nokta vardır.

Gıda alanının zorunlulukları;

- Korozyona dayanım
- Zehirli olmayan malzeme kullanımı
- Hassas yüzey kalitesi
- Kolay temizlenebilme
- Sterilizasyon kabiliyeti
- Temizlikte kullanılacak kimyasallara dayanım
- Hijyenik tasarım
- Gıdaya uygun yağ kullanımı

Gıda alanına örnek olarak, bir kıyma makinesindeki kıymanın çekildiği bölgeden bahsedebiliriz. Etlerin çekilerek kıyma yapılması esnasında bütün kesici ve taşıyıcı ekipmanlar gıdaya direk temas etmekte ve temasın ardından, temasa uğramış etler bir sonraki paketleme sürecine taşınmakta.

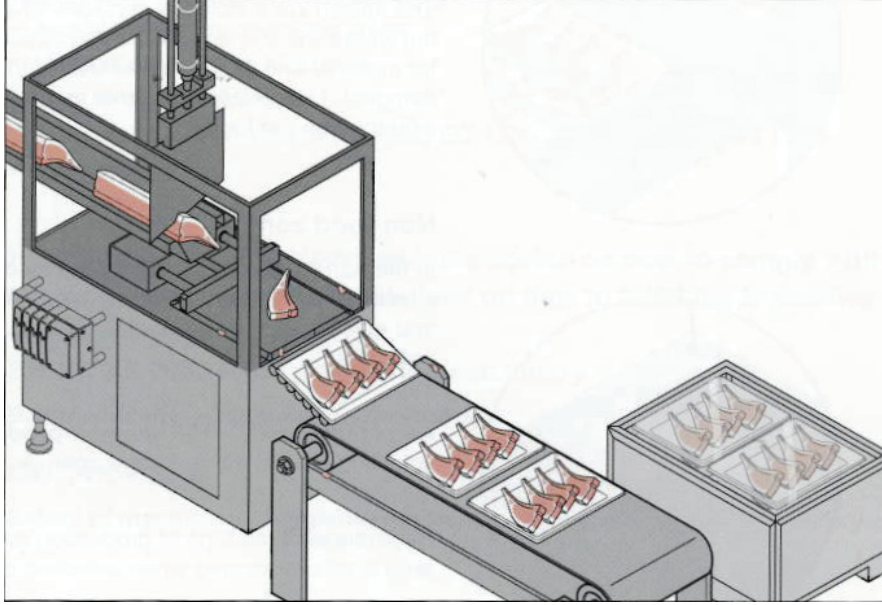
1.1.2. Gıda Sıçrama Alanı (Splash Zone)

Makine parçalarının gıdaya direkt olarak temas etmedikleri ya da etseler bile, temasa uğrayan gıdaların, üretimin bir sonraki aşamasına taşınmadığı alanlardır. Burada da yine bakteri ve mikroorganizma oluşumlarının önüne geçilmesi için belli standartlara uyulması gerekmektedir ancak gıda alanındaki kadar katı kuralları yoktur.

Gıda sıçrama alanına örnek olarak, kıyma paketleme yapan bir makinedeki konveyör hattının yan yüzeylerinden bahsedebiliriz. Kıyma paketleme esnasında bu yan yüzeylere düşebilir, ancak yan yüzeye düşen kıymalar, o bölgeye temas ettikten sonra paketleme bölgesine taşınmaz, temas ettiği yüzeyde kalır.

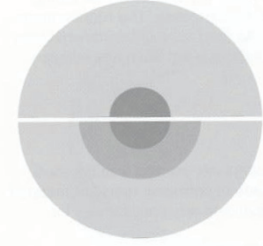
1.1.3. Gıda Temassız Alan (Non-Food Zone)

Bu bölge makine parçalarının hiçbir şekilde gıda ile direkt temasının olmadığı alanlardır. Gıda alanı ve gıda sıçrama alanı dışında kalan bütün bölgeler gıda temassız alandır. Burada kullanılan parçaların da kolay yıkanabilir ve korozyona dayanıklı olmaları gerekmektedir.



■ Gıda Alanı
(ISO 14159, EHEDG)

■ Gıda Temassız Alan
(ISO 14159, EHEDG)



■ Gıda Alanı
(DIN EN 1672-2:2005)

■ Sıçrama Alanı
(DIN EN 1672-2:2005)

■ Gıda Temassız Alanı
(DIN EN 1672-2:2005)

1.2 Hijyenik Tasarım

Gıda üretimi yapan makineler tasarlarken bu makinelerin Avrupa ülkelerinde satılabilir olmasını sağlamak için uyulması gereken belirli standartlar mevcuttur. Bu standartları belirleyen birçok farklı mekanizma mevcuttur.

Yasama organları



B.D. Gıda ve İlaç Yönetimi (FDA)



Birleşik Devletler Tarım Bölümü (USDA)



Avrupa Birliği yönergeleri:

EC 1935/2004, 2002/72/EC, 2006/42/EC, EC 852/2004, EC 2023/2006

Yasama için uygulama yönergelerini düzenleyen kuruluşlar:



Avrupa Hijyenik Mühendislik ve Tasarımı Grubu (EHEDG)



**Uluslararası Ulusal Hijyen Kurumu
(NSF Uluslararası)**



3-A Hijyen Standartları, Inc. (3-A SSI)



**Yönergeler ve standartların uyumlu hale getirilmesi için
birlikte çalışma**

Bu bağlamda ilgili yönergeler ve standartlar iki ana alanı hedefler:

- ▽ Makinenin tasarımı
- ▽ Üretim işlemi

Bir sistemin gıda ürünleri için uygunluğu sadece her iki husus ile ilgili tüm gereksinimler yerine getirilince sağlanabilir.

1.2.1. Gıda Makinelerinde Uyulması Gereken Hijyenik Tasarım Kriterleri

Temel amaç, gıda ürünlerinin mikrobiyal kontaminasyonunun önlenmesidir. Bu tür kontaminasyonlar elbette hammadde kaynaklı olabilir. Ancak, ürün proses ve paketlenme esnasında da mikroorganizmalarca kontamine edilmiş olabilir. Ekipmanın hijyenik tasarımı kötü yapılmışsa temizlenmesi de zor olacaktır. Kalıntılar (kir, leke) çatlak kısımların, boşlukların içinde birikebilir, bu da

mikroorganizmaların oralarda barınıp çoğalmalarına imkân tanır. Bunlar daha sonra ürünün ilerleyen proseslerinde kontaminasyona neden olabilir.

Tasarımın temel amacı ekipmanın teknik fonksiyonlarını tamamlaması olmasına rağmen bu durum bazen hijyen gereklilikleriyle çelişir. Bu duruma makul bir çözüm ararken gıda güvenliğinin asla tehlikeye atılmaması zorunluluğu vardır.

Varolan bir tasarımın hijyenik kriterleri karşılaması için yenilenmesi (yükseltilmesi) çok yüksek maliyetli ve başarısız olabilir, bu yüzden bu kriterler tasarımın ilk aşamalarında daha etkin bir biçimde bir bütün olarak ele alınmalıdır. Tasarımın bu şekilde yapılması uzun vadede sadece ürün güvenliğinin artmasına değil ekipmanların ömrünün uzamasına, bakımlarının azalmasına dolayısıyla da üretim maliyetlerinin düşmesine de katkı sağlar.

Ürünlerin mikrobiyel aktiviteye karşı hassasiyetleri teknik talepler ve hijyen talepleri arasındaki dengeyi belirler. Mesela nem oranı düşük ürünler mikroorganizmaların gelişmesine imkan tanımaz ve böylece ürünün hijyen gereklilikleri nem oranı yüksek ürünlere kıyasla daha esnektir. Bununla birlikte, tüketici grubu açısından risk taşıyan ürünlerin üretiminde kullanılan ekipmanların tasarımında hijyen kurallarına daha çok önem verilmelidir. Bu noktada doğru denge kurulması için tasarımcının uygun mercilere danışması gerekebilir.

1.2.1.1 Normatif Referanslar

Aşağıdaki dokümanlar EHEDG Talimatı'nın maddelerini içermektedir.

- EN 1672-2:1997 Gıda üretiminde kullanılan makineler – Temel kavramlar – 2. Kısım: Hijyen Gereklilikleri
- EN ISO 14159:2002 (E) Makinelerin güvenliği – Makinelerin tasarımındaki hijyen gereklilikleri

1.2.2. Tanımlamalar

Hijyenik Tasarım Terimler Sözlüğü 'ndeki tanımlamalar bu talimatnameyi tatbik edici niteliktedir.

Hijyenik ekipman tasarımıyla ilgili en uygun tanımlamalar:

- Ürün temas yüzeyi
Kontrollü ya da kazara (örneğin sıçramadan dolayı) ürünle temas eden yüzeyler veya ürün ya da suyun aktığı yüzeyler, veya ürün ya da yoğuşmanın sızabileceği, temas edebileceği yüzeyler (sterilize edilmemiş ambalajlar da dahil) dolaylı yollardan da olsa üründe ve ürünün temas ettiği yüzeylerde çapraz kontaminasyona sebep olabilir. Risk analizleri çapraz kontaminasyonun olabileceği bölgeleri tanımlamaya yardımcı olabilir.
- Ürünle temas etmeyen yüzeyler
Ürünle temas etmeyen diğer bütün yüzeyler
- Zehirsiz yapı malzemeleri
Kullanım koşulları altında zehirli madde yaymayan malzemelerdir.
- Soğurgan olmayan malzemeler
Kullanım koşulları altında temas ettikleri maddeleri bağlamayan veya soğurmayan malzemelerdir.
- Öngörülen kullanım şartları (ekipman için)
Temizleme şartlarını da içeren normal ya da beklenen işletme şartlarıdır. Bu şartlar zaman, sıcaklık ve konsantrasyon gibi değişkenlere karşı belli sınırlar koymalıdır.

1.2.3. Yapı Malzemeleri

Gıda üretiminde yar alan makinelerin yapımında kullanılan malzemeler belli koşulları yerine getirmelidir. Ürünle temas eden malzemeler hem ürüne hem de deterjan ve dezenfektanlara karşı kullanıma amacına uygun şartlar altında inert olmalıdır (etkisiz, reaksiyon vermeyen). Ayrıca çürümeye karşı dirençli, zehirsiz, mekanik olarak dayanıklı olmalıdır ve yüzeylerinin uç noktaları kullanım amaçlarına uygun koşullar altında kötü yönde etkilenmemelidir. Ürünle temas etmeyen

yüzeyler mekanik olarak dayanıklı, pürüzsüz ve kolayca temizlenebilir olmalıdır. Gıda sanayii için malzeme ve ürün açısından yeni gelişmelerin bilincinde olmak ve gerektiğinde bu malzemeleri temin eden kişilerle fikir alışverişinde bulunmak çok önemlidir.

1. Zehirsizlik
2. Paslanmaz çelik
3. Polimer malzemeler
4. Elastomerler (Sentetik kauçuk benzeri maddeler)
5. Yapıştırıcılar
6. Kaydırıcılar
7. Isı yalıtım malzemeleri
8. Sıvı taşıyıcı sıvılar

1.2.3.1. Zehirsizlik

Gıdalardaki toksik maddelerin varlığı kabul edilemez boyutlarda olduğunda, tasarımcı, ürünle direkt temas eden kısımların sadece zehirsiz (toksik olmayan) malzemelerinden yapılıp yapılmadığına dikkat etmek zorundadır. Bu konudaki yasal hükümler göz önünde bulundurulmak zorundadır – çoğu ülkenin bu konuda usul hukuku kanunları ve gıda maddeleriyle temas eden yüzeylerin yapıldığı malzemelerin niteliklerini içeren yönergeleri vardır. Bu çerçevede, yürürlükte ya da askıda olan kanunların belirttiği özelliklere sahip özel malzemelerin kullanılmasına izin verilmektedir

Paslanmaz çelik gıda sanayinde faaliyet gösteren fabrikalarda kullanılan yapı malzemeleri için en mantıklı tercihtir, fakat kullanım amacına bağlı olarak bazı polimerik malzemeler düşük maliyetli, daha hafif ve kimyasallara karşı daha dayanıklı olmaları bakımından paslanmaz çeliğe göre daha avantajlı olabilir. Bununla birlikte elastomerlerin, kaydırıcıların, yapıştırıcıların ve taşıyıcı sıvıların da zehirsiz olduğundan da emin olunmalıdır.

1.2.3.2. Paslanmaz Çelik

Genellikle paslanmaz çelikler korozyona (aşınma, paslanma, çürüme) karşı fevkalade dayanıklıdır, bu nedenle gıda sanayinde yaygın olarak kullanılırlar. Piyasada çok sayıda paslanmaz çelik türü mevcuttur ve en uygun olanını seçmek prosesin ve temizleyici ve antimikrobiyal kimyasalların koroziv özelliklerine bağlıdır (sadece içeriğindeki kimyasal iyonlara bağlı değil pH ve sıcaklığa da bağlıdır). Bununla birlikte uygun çeliğin seçiminde, çeliğin maruz kalacağı gerilmelerle birlikte çeliğin işlenebilirliği, şekillenebilirliği, kaynaklanabilirliği, sertliği ve fiyatı da etkilidir.

Diyelim ki kuracağımız bir sistem için atmosferik oksidasyona karşı direnci iyi olan bir çeliğe ihtiyacımız var. Fakat bu sistemi sadece pH'ı 6.5 ila 8 arası, klorür seviyesi düşük (50mg/l ye kadar [ppm]) ve sıcaklığı 25°C'ye kadar olan solüsyonlar için kullanmak istiyoruz, bu durumda en uygun seçim AISI-304 (ostenitli 18%Cr/10%Ni paslanmaz çelik) ya da onun daha düşük karbonlu çeşidi olan daha kolay kaynak edilebilir AISI-304L'dir (DIN 1.4307; EN X2CrNi18-9).

Eğer klorür ve sıcaklık seviyeleri belirtilen değerlerin yaklaşık olarak iki katını aşmışsa, kullanacağımız malzemenin yüksek klorür konsantrasyonundan kaynaklanabilecek çatlak ve oyuk gibi korozyonlara karşı daha dayanıklı olması gerekir. AISI-304 kalite paslanmaz çeliğe molibden ilave edilmesi (AISI-316 kalite paslanmaz çelik elde edilmesi) çeliğin korozyon direncini artırır ve elde edilen AISI-316 kalite paslanmaz çelik vanalar, pompa kovanları, pervaneler ve miller için tavsiye edilirken daha düşük karbonlu eşdeğeri olan AISI-316L kalite paslanmaz çelik (DIN 1.4435; EN X2CrNiMo18-14-3) daha iyi kaynak edilebilir olduğu için boru sistemleri ve basınç tankları için tavsiye edilir. Alternatif olarak titanyum da kullanılabilir.

Sıcaklık 150°C' ye ulaştığında, AISI-316 kalite paslanmaz çeliklerin bile yüksek klorür seviyelerine maruz kalan, aşırı gerilmenin olduğu kısımlarında gerilme korozyonuna bağlı çatlaklar oluşabilmektedir. Bu durumda daha pahalı olmalarına rağmen yüksek korozyon dirençlerinden dolayı AISI-410, AISI-409, AISI-329, hatta Incoloy 825 (nikel-demir-krom ile titanyum, bakır ve molibdenin alaşımıdır) kullanmak gerekebilir.

Gıda sanayinde yaygın olarak kullanılan paslanmaz çeliklerin AISI, DIN ve EN gibi işaretlemeleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Gıda Sanayinde Yaygın Olarak Kullanılan Paslanmaz Çeliklerin AISI, DIN ve EN İşaretlemeleri

AISI	DIN/EN	Tipik analizler					
		C%	Cr%	Ni%	Mo%	Ti%	N%
304L	örneğin: DIN 1.4307 (EN X2CrNi18-9)	< 0.03	18	9			
316L	örneğin: DIN 1.4435 (EN X2CrNiMo18-14-3)	< 0.03	18	14	3		
410	DIN 1.4006 (EN X12Cr13)	< 0.12	13	< 0.75			
409	DIN 1.4512 (EN X2CrTi12)	< 0.03	11.5			< 0.65	
329	DIN 1.4460 (EN X3CrNiMoN27-5-2)	< 0.05	27	5.5	1.7		< 0.20

Yapı malzemeleri hakkında ayrı bir EHEDG talimatı hazırlanmaktadır ve bu talimatta dökümlü ve dökümsüz paslanmaz çeliklerin bütün teknik özellikleri mevcuttur. (Bu teknik özellikler dökümsüz çelikler için AISI ve EN/DIN 'den ve dökümlü çelikler için ACI 'den alınmıştır)

1.2.3.3. Polimerik Materyaller

Polimer malzemelerin seçiminde aşağıda belirtilen kriterler göz önünde bulundurulmalıdır:

- Düzenleyici kanunların öngördüğü koşullara ve tavsiye kararlarına uygunluk
- Gıda maddeleri ve içeriğindeki malzemelerle olan uyumluluk (yağlara, koruyucu maddelere karşı direnç)
- Kimyasal direnç (temizleyici ve dezenfektanlar)
- Kullanım sıcaklığındaki direnç (en yüksek ve en düşük kullanım sıcaklığı)
- Buhar direnci (CIP / SIP)
- Gerilmenin yol açtığı çatlaklara karşı direnç
- Hidrofor özellik / yüzeyin reaktivitesi
- Temizlenebilirlik, yüzey yapısı ve pürüzsüzlüğün etkisi, kalıntı birikimi
- Absorpsiyon / desorpsiyon
- Ekstraksiyon
- Sertlik
- Esneklik
- Soğukta akma direnci
- Aşınma direnci
- Üretim teknolojisi (enjeksiyon kalıp sistemi, eritme-ekstrüzyon, kaynak, çeşitli kaplama teknolojileri)

Hijyenik ekipman tasarımında sıkça kullanılan polimerler:

- Asetal (Homo- ve Ko-Polimer) (POM)
- Floropolimerler (Teflon)
- Etilen-Tetrafloroetilen Kopolimer (ETFE)
- Perfloroalkoksi Reçine (PFA),
- Politetrafloroetilen (PTFE, modifiye PTFE)
- Poliviniliden Florür (PVDF)
- Florlu Etilen Propilen Kopolimerler (FEP)
- Polikarbonat (PC)

- Polietereeterketone (PEEK)
- Plieter Sülfon (PESU)
- Yüksek Yoğunluklu Polietilen (HDPE)
- Poliaril Sülfon (PPSU)
- Polipropilen (PP)
- Polisülfon (PSU)
- Polivinil Klorür, plastikleştiricisiz (PVC)

Politetrafloroetilenin (PTFE) kullanımını düşündüğümüzde, PTFE'nin geçirgen (sızdırgan) ve temizlemesinin zor olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Fakat belli kalitedeki modifiye PTFE ve PFA gibi tamamen florlu ko-polimerlerin EHEDG temizlenebilirlik gerekliliklerini karşıladığı kanıtlanmıştır.

Polimerik malzemeler – cam, çelik ve emaye gibi diğer yapı malzemelerinde olduğu gibi– kullanım koşullarına dayanarak seçilmelidir.

Bazı polimerler (bilhassa Floropolimerler) metalik yüzeylerin kimyasal direncini ve ilgili diğer yüzey özelliklerini artırmak amacıyla kaplama malzemesi olarak kullanılabilir (50 µm ile 1.2 mm arasında değişen kalınlıklarda). Kaplama için uygulanacak teknolojiler kaplanacak aksamların geometrisine bağlı olup hammadde tedarikçileri ve üreticileriyle opsiyonlar üzerinde tartışılması da tavsiye edilebilir. Çeşitli polimerlerin sıcaklık ve kimyasal dirençleri hakkında daha fazla bilgi ve detaylar yukarıda belirtilmiştir, lütfen ürüne özgü veri sayfalarına bakın ve parçanın satıcısıyla veya polimer üreticisiyle doğrudan temas kurun.

1.2.3.4. Elastomerler

Yukarıdaki kısımda polimerik malzemeler için sıralanan parametreler elastomerler için de geçerlidir. Bitiş kısmında da tanımlama ve izlenilebilirlik sözü edilmesi gereken önemli konulardır. FDA düzenlemeleriyle uyumluluğu 21 CFR 177.2600 mutabakat mevzuatı gibi FCN sertifikalarıyla da pekiştirilebilir.

Gıda sanayinde conta, kapak ve bağlantı kelepçeleri için kullanılabilen elastomer çeşitleri:

- Etilen Propilen Dien Monomer (EPDM) *
- Floroelastomer (FKM)**
- Yüksek Doyumlu Nitril Butil Kauçuk (HNBR)
- Kauçuk (NR)
- Nitril/Butil Kauçuk (NBR)
- Silikon Kauçuk (VMQ)**
- Perfloroelastomer (FFKM)***
- EPDM yağlara karşı dirençli değildir

** 180 °C'ye kadar olan ısı işlemlere karşı da dirençli değildir

*** 300 °C ve üzerindeki yüksek sıcaklıklardaki ısı işlemlere karşı da dirençsizdir .

Çeşitli elastomerlerin uygunluğu hakkında daha fazla bilgi ve detaylar yukarıda belirtilmiştir, lütfen ürüne özgü veri sayfalarına bakın ve parçanın satıcısıyla veya elastomer üreticisiyle doğrudan temas kurunuz.

1.2.3.5. Yapıştırıcılar

Kullanılan yapıştırıcılar FDA (Amerikan Gıda ve İlaç Kurumu) standartlarına ve contaların kullanılacağı malzemelerin temin edildiği kişilerin tavsiyelerine uygun olmalıdır. Bu, yapıştırıcının (tutkal, zambak vs.) ekipmanın paslanmaz çelikten oluşan kısımlarında korozyona yol açmaması ve planlanan kullanım koşulları altında toksik maddeleri ortama salmaması için gereklidir. Bağlantı noktalarının birbirinden ve bağlı oldukları destek noktalarından kopmaması için bütün bağlantılar sürekli (aralıksız) ve mekanik açıdan sağlam olmalıdır.

1.2.3.6. Kaydırıcılar

Ekipman, kaydırıcılar ürünle temas etmeyecek şekilde tasarlanmalıdır. Gıda ile karışma riskinin bulunduğu noktalarda kullanılan kaydırıcılar Gıda Dışı Ürünler Tescil Programı'na uygun olmalıdır (NSF, Non-Food Compounds Registration Program). Bu program, daha önceden gıda onayı veren ABD Tarım Bakanlığı (USDA)'nın FDA 21 CFR mevzuatını da içeren gereksinimlerini karşılar. Kaydırıcıların üretimi ve kullanımı hakkında daha detaylı bilgiler EHEDG 23. belgede mevcuttur.

Bu belgeler yağlama (kaydırıcı) amaçlı kullanılan gres ve yağların (paslanmayı önleyici koruyucu film olarak, tank kapaklarının contalarında gevşetici olarak ve yağlanması gereken kısımların gıda ve gıda bileşenlerine açık olduğu yerlerde makina parçaları için yağlayıcı olarak) hangi maddeleri içerebileceğini belirtmektedir.

1.2.3.7. Isı Yalıtım Malzemeleri

Ekipmanın ısı yalıtımı, yalıtım malzemesi dışardan gelen suyla ıslanmayacak şekilde yapılmalıdır (örneğin; hortumla yıkama, soğuk yüzeylerde yoğunlaşma). Yalıtım malzemesi klorür içermeyebilir. Su sızmaları paslanmaz çelik yüzeylerde klorür oluşmasına yol açabilir, bu da gerilme korozyonuna bağlı çatlaklara veya oyuk korozyonlarına neden olur. Su sızmaları ayrıca yalıtım performansının düşmesine de neden olabilir.

1.2.3.8. Sinyal Taşıyıcı Sıvılar

Sinyal transferi için kullanılan sıvılar aralarındaki bariyer arızalı olursa proses sıvılarıyla temas edebilir. Bu nedenle bu sıvılar gıda saflığında (gıdaya uygun) olmalıdır.

1.2.4. İşlevsel Gereksinimler

Hijyenik gıda üretiminde kullanılan ekipmanın bakımı beklendiği gibi mikrobiyolojik problemleri engelleyecek şekilde çalışmasını sağlamak için kolayca yapılabilir. Bu yüzden, ekipman kolayca temizlenebilir olmalıdır ve ürünleri kontaminasyona karşı korumalıdır. Aseptik ekipman için, ekipman pastörize edilebilir veya steril edilebilir olmalıdır (uygulamaya bağlı olarak) ve mikroorganizma girişini engellemelidir (bakteri geçirmez olmalıdır). Mikrobiyolojik güvenlik açısından tüm işlevlerin görüntülenmesi ve kontrol edilmesi mümkün olmalıdır.

1.2.4.1. Temizlenebilirlik ve Dezenfeksiyon

Temizlik, çok önemli bir konudur. Temizlemesi zor olan ekipman daha ağır işlemlere ihtiyaç duyacak, daha güçlü kimyasalların kullanılmasını, daha uzun temizleme ve dezenfeksiyon sürelerini gerektirecektir. Bunun sonuçları daha yüksek maliyet, üretim için daha az kullanılabilirlik, daha kısa ekipman ömrü ve daha fazla atık madde olacaktır.

1.2.4.2. Mikroorganizma Girişini Engelleme

Mikroorganizmaların ürünlere girişi engellenmelidir. Halk sağlığı taleplerini karşılamak ve gerekli raf ömrünü sağlamak için ürünlerdeki mikroorganizma sayısının mümkün olduğunca kısıtlanması arzu edilir.

Aseptik işlemler için kullanılması planlanan ekipman mikroorganizmalara karşı ekstra geçirimsiz olmalıdır.

1.2.4.3. Mikroorganizma Gelişimini Engelleme

Uygun koşullar altında mikroorganizmalar çok süratli gelişirler. Sonuç olarak mikroorganizmaların barınabileceği tüm noktalardan (ölü noktalar, boşluklar ve çatlaklar) kaçınılmalıdır.

1.2.4.5. Diğer Gereksinimlerle Uyumluluk

Hijyen açısından mükemmel olan ancak işlevsel görevlerini yerine getiremeyen bir tasarım işe yaramaz kabul edilir; bu yüzden tasarımcı aradaki dengeyi kurmak zorundadır. Bununla birlikte böyle bir çalışma daha yoğun temizleme ve arındırma işlemleriyle telafi edilmelidir ve bunlar, kullanıcıların kurulan dengenin (ekipmanın hijyen koşulları ve işlevsel fonksiyonları arasındaki denge) tabiatının farkında olmaları için belgelenmelidir. Ekipmanın temizlenebilirliği, uygun olan yerlerde, yerinde temizlemeyle birlikte ispatlanmalıdır.

1.2.4.6. Ekipmanın Hijyenik Tasarımının Onaylanması

Tasarım ve üretim esnasında uygulanan hijyenik tasarımındaki teknik bilgi ve deneyime bakılmaksızın, yapılan çalışmanın talepleri karşılayıp karşılamadığını kontrol etmek için, tasarımın denetiminin, test edilmesinin ve onaylanmasının çok önemli olduğunu yapılan testlerle ortaya konmuştur. Önemli durumlarda hijyen seviyesini bakım işlemlerinin bir parçası olarak kontrol etmek gerekli olabilir. Tasarımcının, ilgili bölgelerin denetim ve/veya onaylama için ulaşılabilir olduğundan emin olması gerekir.

1.2.5. Hijyenik Dizayn ve Yapı

Tasarım, üretim ve ekipmanın kurulumunda aşağıdaki temel kriterler göz önünde bulundurulmalıdır:

1. Yüzeyler ve geometri
2. Yüzey bitişi / yüzey pürüzlülüğü
3. Boşaltılabilirlik ve yerleştirme
4. Kurulum
5. Kaynak
6. Destekler
7. Yalıtım
8. Ekipmanın hijyenik özelliklerinin test edilmesi

1.2.5.1 Yüzeyler ve Geometri

Yüzeyler temizlenebilir olmalı ve gıdaya geçebilecek zehirli maddeleri ihtiva etmemelidir. Ürünle temas eden bütün yüzeyler ürüne, tüm temizleyici maddelere ve dezenfektanlara karşı tüm çalışma koşulları altında dayanıklı olmalıdır (istenilen kullanım koşulları). Ürün temas yüzeyleri soğurgan (emici) olmayan malzemelerden yapılmalıdır ve aşağıda bölüm 7.2'de belirtilen pürüzlülük taleplerini sağlamalıdır.

Ürün temas yüzeylerinde çatlak gibi kusurlar olmamalıdır. Bu yüzden;

- Kaynaktan başka, doğrudan metal-metal eklerinden kaçının (metal-metal teması kiri ve mikroorganizmaları tutabilir). Aseptik üretim için planlanan ekipmanda başka bir tehlike de metal-metal kapakların bakteri girişini engellememesidir.
- Ekipman ve boru bağlantılarında, yanlış hizalamadan kaynaklanan adımdan kaçının.
- Kapak veya conta kullanıldığı takdirde kir kalıntılarının kalabileceği ve bakterilerin birikip çoğalabileceği çatlaklar olmayacak şekilde dizayn edilmelidir.
- Ürün tarafında düz statik bir kapak elde edilememesi dışında ürünle temastaki O-yüzüklerinden hijyenik ekipman ve boru sistemlerinden kaçınılmalıdır. Uygun O-yüzük dizaynı için bkz. EHEDG belge No. 16.
- Ürünün vida yivleriyle temasını engelleyin.
- Köşeler tercihen 6 mm veya daha büyük yarıçapta olmalıdır; minimum yarıçap 3 mm'dir. Keskin köşelerden (90°) kaçınılmalıdır.

Köşeler, kapama yeri olarak kullanılacaksa, ürün/kapak ara yüzüne en yakın yerde sıkı bir kapak oluşturacak şekilde, mümkün olduğu kadar keskin olmalıdır. Bu durumda elastomerik contalara termal devir esnasında gelebilecek zararı engellemek için 0.2 mm'lik küçük bir kenar açıklığı gerekebilir.

Teknik veya işlevsel sebeplerden dolayı bu kriterlerin hiçbiri sağlanamazsa, etkinliği testle ispatlanmış bir yöntemle bir şekilde telafi edilmelidir. Ürünle temastaki tüm yüzeyler görsel denetim ve manuel temizleme için ya kolayca ulaşılabilir olmalıdır ya da her zamanki temizlemenin tüm kiri giderdiği ispat edilmelidir. Yerinde temizleme teknikleri kullanıldığı takdirde, sökülmeden (ekipmanı parçalarına ayırmadan) elde edilen sonuçların yeterli olduğu ispat edilmelidir (bkz. Bölüm 7.8 “ Ekipmanın hijyenik özelliklerinin test edilmesi ”).

1.2.5.2. Yüzey / Yüzey Pürüzlülüğü

Ürün temas yüzeyleri, kabul edilebilir bir Ra değerine sahip olmalı ve oyuk, kıvrım ve çatlak gibi kusurlar bulundurmamalıdır (Ra'nın tanımı için, bkz. ISO 4287:1997). Temizlenebilirlik büyük oranda uygulanan yüzey oluşturma teknolojisine bağlı olmasına rağmen, yüzey topoğrafyasını etkileyebileceği için, ürün temas yüzeyi geniş olan bölgeler 0.8 μm Ra'lık veya daha iyi yüzeye sahip olmalıdır.

Soğuk haddeli çeliğin pürüzlülüğü Ra = 0.2 ile 0.5 μm arasındadır ve bu yüzden son üretim halinde ürün temas yüzeylerinde oyuk, kat ve çatlak yoksa yüzey pürüzlülük taleplerini karşılamak için parlatılmasına genellikle ihtiyaç yoktur.

Diğer tasarım özellikleri veya temizleme gerecinin yüksek debisi gibi unsurlardan dolayı Ra >0.8 μm bir pürüzlülük, test sonuçları gerekli temizlenebilirliğin sağlandığını gösterirse, kabul edilebilir. Özellikle polimerik yüzeyler için yüzeyin hidrofobluğu, ıslanabilirliği ve reaktivitesi temizlenebilirliği artırılabilir

Paslanmaz çeliğin işlenmesi ve sonuçta elde edilen yüzeyin topoğrafyası arasındaki ilişki Tablo 2'de gösterilmiştir. Temizlenebilirliği kontrol eden topoğrafyadır. Oyuklar, katlar, çatlaklar, yüzey kırılmaları ve düzensizlikler giderildiğinde bile temizleme gereçlerinin ulaşamayacağı bölgeler kalabilir.

Tablo 2. Paslanmaz Çelik Yüzey İşlemi Örnekleri ve Sonuçta Oluşan Topoğrafya

Yüzey işlemi	Yaklaşık Ra değerleri (μm)	Tekniğin tipik özellikleri
Sıcak haddeme	> 4	Sürekli yüzey
Soğuk haddeme	0.2 - 0.5	Pürüzsüz sürekli yüzey
Cam boncuk taşlama	< 1.2	Yüzey kırılması
Seramik taşlama	< 1.2	Yüzey kırılması
Çok küçük yüzey dövmelemleri	< 1	Yüzey bozuklukları
Yüzeyde kabuk temizleme	0.6 – 1.3	İlk yüzeye bağlı çatlaklar
Paklama	0.5 – 1.0	Yüksek çıkıntılar, derin oyuklar
Elektroparlatma		Çıkıntıları Ra'yı gerekli olmadığı halde artırarak giderir
Aluminyum oksit veya silikon karpitle mekanik parlatma		Yüksek derecede kayış hızı ve basıncı gibi metod parametrelerine bağlı yüzey topoğrafyası
Aşındırıcı metanet sayısı		
500	0.1 – 0.25	
320	0.15 – 0.4	
240	0.2 – 0.5	
180	= 0.6	
120	= 1.1	
60	= 3.5	

Ürünle temas olmayan yüzeylerin, kolayca temizlenebilmesi için yeterince pürüzsüz olması gerekir.

1.2.5.3. Boşaltılabilirlik ve Yerleştirme

Tüm ekipman ve boru hattının içi ve dışı kendinden boşalmalı veya boşaltılabilir ve kolayca temizlenebilir olmalıdır. Yatay yüzeylerden kaçınılmalıdır; bunun yerine yüzeyler her zaman bir tarafa eğimli olmalıdır. Böylece dış yüzeylere gelen her türlü sıvı ana ürün sahasından tahliye olacaktır.

1.2.5.4. Kurulum

Ekipman, boru hattı ve binanın iç yüzeylerindeki yoğuşma (buğulanma) riski mümkün mertebe engellenmelidir. Eğer engellenemezse, tasarım yoğuşmayı üründen uzaklaştıracak şekilde yapılmalıdır.

Ekipman ve destek yapıları destek yüzeyine kadar (zemin, duvarlar, sütunlar, tavan) çukur veya boşluk olmayacak şekilde doldurulmalıdır. Ekipman ve tesis yapısı (zeminler, duvarlar ve tavan) arasındaki tüm açıklıklar temizleme ve kontrol için yeterli olmalıdır.

1.2.5.5. Kaynak

Ürünle temas eden metal-metal bağlantı noktaları, aralıksız ve kusursuz olarak kaynak yapılmalıdır. Kaynak esnasında, kaynağın hem ateş hem de zıt tarafının asal (aktif olmayan) bir gazla korunması gerekebilir. Kaynak düzgün bir şekilde yapılırsa, kaynak sonrası işlemlere (bileme, parlatma) ihtiyaç en aza inecektir. Borulama için tercih edilen metot sürekli olarak yüksek kalitede kaynaklar üretebilen otomatik orbital kaynaklamadır.

Ürünle temas etmeyen bağlantı kısımlarındaki kaynaklar devamlı olmalıdır; temizliğe elverişli olması için yeterince pürüzsüz olmalıdır.

Kaynakla ilgili hijyenik ihtiyaçları karşılayacak detaylı tavsiyeler EHEDG belge No.9 'da verilmiştir.

1.2.5.6. Destekler

Boru hattı veya ekipman destekleri, su veya kir yüzeylerde veya desteklerin içinde kalmayacak şekilde üretilip kurulmalıdır. Farklı malzemeler arasındaki istenmeyen muhtemel galvanik reaksiyonlar, dikkate alınmalıdır.

1.2.5.7. Yalıtım

Ekipman ve boru hattı yalıtımı için mevcut seçenekler:

Sızdırmaz kaplama

Yalıtım malzemeleri paslanmaz çelikte kaplanmalıdır, ancak kaynak hava veya nem girişi olmayacak şekilde yapılmalıdır. Çünkü yalıtım malzemeleri klorür saldıgı takdirde bu mikrobiyal üremeyi ve dolayısıyla kaplamanın mikrobiyal kirlenme veya paslanma riskini artırabilir.

Vakum

Boru hattı, iç içe iki boru arasındaki havanın boşaltılmasıyla yalıtılabilir. Bu yukarıda bahsi geçen problemleri engellemek için oldukça etkili bir yoldur.

1.2.5.8. Ekipmanın Hijyenik Özelliklerinin Test Edilmesi

Ekipmanın hijyenik özelliklerinin belirlenmesi için bir dizi EHEDG test yöntemi yayımlanmıştır.

- Gıda üretiminde kullanılan ekipmanın yerinde temizlenebilirliğini belirleme metodu, EHEDG Belge 2

- Gıda üretiminde kullanılan ekipmanının sıralı pastörizasyonunu belirleme metodu, EHEDG Belge 4
- Gıda üretiminde kullanılan ekipmanının sıralı steril edilebilirliğini belirleme metodu, EHEDG Belge 5
- Gıda üretiminde kullanılan ekipmanının bakteri sıklığını belirleme metodu, EHEDG Belge 7
- Orta büyüklükteki gıda üretiminde kullanılan ekipmanının yerinde temizlenebilirliğini belirleme metodu, EHEDG Belge 15

2. HAVANIN HAZIRLANMASI

Gıda endüstrisinde makine tasarımı, imalatı kadar bir diğer önemli konu da, kullanılan sıkıştırılmış havanın kalitesidir. Peki neden sıkıştırılmış havanın özenle hazırlanması gerekiyor?

- Sıkıştırılmış havanın, eğer gıda endüstrisinde kullanılacaksa, belirli standartlara uygun olması gerekmektedir. Bu da en son yayınlanan “Makine Direktifleri” nde EN ISO 13849’ da detaylandırılmıştır.
- Havanın kalitesi artık HACCP’ nin de bir parçasıdır.
- Havanın kalitesi aynı zamanda kullanılan pnömatik ekipmanların da ömrünü ve işlevlerini direk olarak etkilemektedir.

2.1. Hava Hazırlama (Şartlandırıcı) Üniteleri

Basit şartlandırıcı üniteleri iki temel bileşenden oluşur, bunlar da filtreleme ve yağlama üniteleridir. Günümüzde gelişen teknoloji ile birlikte çok nitelikli tedarikçi ürünlerini yağlamaya gerek kalmadan ömür boyu kullanılacak şekilde üretebilmektedir. Aynı zamanda bu gelişen teknoloji, şartlandırıcı ünitelerinin daha karmaşık görevleri yerine getirebilmelerine de olanak sağlamış bulunmaktadır. Bunlar, havanın filtrelenmesi, basıncın ayarlanması, dahili yön valfleri ile akışın kontrol edilmesi, basıncın sisteme gecikmeli olarak verilmesini sağlayan yumuşak başlatma sistemleri, sistemde basınç olup olmadığını anlamamıza yarayan sensörler, hassas filtreleme elemanları, kurutucular ve aktif karbon filtreleri gibi bir çok yeni ürün şartlandırıcı ünitelerinde yerlerini almaktadır.

Gıda endüstrisine özel olan ihtiyaçları karşılamak için bizim hangi ürünlere ihtiyacımız var peki?

- Standart filtre elemanı
- Ön filtre
- Mikro filtre
- Kurutucu
- Aktif karbon filtre

Basıncılı hava üreteçlerinden alınan havanın direkt olarak sisteme verilmesi çeşitli sıkıntılara neden olabilir. Bu üreteçler sıkıştıracağı havayı etraflarındaki atmosferden temin etmektedir ve bulunulan ortamın şartlarına göre kullandıkları havanın kalitesi de değişmektedir ama en ideal ortamda bile kullanılan hava mikro parçacıklar ve nem içerir. Sıkıştırma esnasında kompresör içinden geçen hava, kompresörün kendi içindeki mekanik yağlara da maruz kalır, ve bu kir ve neme, bir de makine yağı eklenmiş olur. Bu kirli sıkıştırılmış havayı sisteme vermeden önce çeşitli arındırma aşamalarından geçirmeniz gerekmektedir. Aksi halde pnömatik ekipmanlara kalıcı zararlar verebilirsiniz aynı zamanda gıda üretimi yapılan uygulamalarda da bu havada bulunan yağlar ve pislikler gıdalara temas ederek insan sağlığını tehlikeye atabilir.

Bir metre küp sıkıştırılmış hava yaklaşık; 180 milyon kir parçacığı, 80gr su, 0,03mg yağ ve bunların yanında da kurşun, kadmium ve cıva içerir. Bu havanın temizlenmeden kullanılması insan sağlığı açısından ciddi riskler barındırır.

Havanın kalite standartlarının belirlenmesi için temel göstergeler belirlenmiştir. Bunlar;

- Hava içerisindeki parçacıkların boyutu
- Hava içerisindeki su miktarı
- İzin verilen yağ miktarı

Sıkıştırılmış hava kalitesi ISO 8573-1:2001' de detaylandırılmıştır. Bu standartta farklı pnömatik uygulamaları için farklı hava kaliteleri aranmaktadır.

2.1.1. Katı Parçacık Sınıfları

Tablo 3. İçerdiği Parçacık Sayısı ve Konsantrasyonuna Göre Havanın Sınıflandırılması

Sınıf	Bir m ³ içinde izin verilen maksimum parçacık sayısı				Parçacık Boyutu µm	Konsantrasyon mg/m ³
	Parçacık boyutu, d (µm)					
	≤0,10	0,10 ≤ d ≤ 0,5	0,5 ≤ d ≤ 1,0	1,0 ≤ d ≤ 5,0		
0	Kullanıcı yada tedarikçi tarafından belirlenmiş özel bir sınıf, sınıf1' den daha temiz				Sorgulanmaz	Sorgulanmaz
1	Belirtilmemiş	100	1	0		
2	Belirtilmemiş	100.000	1.000	10		
3	Belirtilmemiş	Belirtilmemiş	10.000	500		
4	Belirtilmemiş	Belirtilmemiş	Belirtilmemiş	1.000		
5	Belirtilmemiş	Belirtilmemiş	Belirtilmemiş	20.000		
6	Sorgulanmaz				≤5	≤5
7	Sorgulanmaz				≤40	≤10

2.1.2. Çiğlenme Noktasına Göre Sınıflandırma

Havanın içinde bulunan su miktarına göre belli bir çiğlenme sıcaklığı vardır. Bu sıcaklıklar sınıflandırılmıştır. Aşağıdaki tabloda çiğlenme sıcaklıklarına göre sınıflandırma tablosunu bulabilirsiniz.

Tablo 4. Çiğlenme Sıcaklığına Göre Havanın Sınıflandırılması

Sınıf	Çiğlenme Noktası °C
0	Kullanıcı ya da tedarikçi tarafından belirlenmiş özel bir sınıf, sınıf1' den daha temiz
1	≤ - 70
2	≤ - 40
3	≤ - 20
4	≤ + 3
5	≤ + 7
6	≤ + 15

Tablo 5. Su Konsantrasyonuna Göre Havanın Sınıflandırılması

Sınıf	Su konsantrasyonu, C_w g/m^3
7	$C_w \leq 0,5$
8	$0,5 \leq C_w \leq 5$
9	$5 \leq C_w \leq 10$

2.1.3 Yağ İçeriğinin Sınıflandırılması

Sıkıştırılmış havanın içinde bulunan yağ miktarı da belli standartlar ile sınıflandırılmıştır. Aşağıdaki tabloda bu sınıflandırmanın detaylarını bulabilirsiniz.

Tablo 6. Yağ Konsantrasyonuna Göre Havanın Sınıflandırılması

Sınıf	Yağ Konsantrasyonu mg/m^3
0	Kullanıcı ya da tedarikçi tarafından belirlenmiş özel bir sınıf, sınıf1' den daha temiz
1	$\leq 0,01$
2	$\leq 0,1$
3	≤ 1
4	≤ 5

NFS (National Sanitary Foundation – Ulusal Sağlık Kurumu) 'in yayınladığı son bildiri, ISO standartlarına paralel olarak gıda uygulamalarında ISO 21469:2006(E) standardının aranacağını vurgulamaktadır. Buna göre gıda uygulamalarında NSF H1 tipi yağlar kullanılmalıdır. Bu tip yağlar gıda ile direk temas etmek üzere değil de kaza sonucu yağın gıdaya temas etme riski bulunan yerlerde kullanılması için tasarlanmıştır.

Yine gıda üretiminde ancak gıda ile temas etme riski olmayan yerlerde de yine bu sektör için özel olarak tasarlanmış NSF H2 tipi yağlar kullanılmalıdır. Ancak bugün birçok yetkin firma üretim hatlarının tamamında H1 tipi yağlar kullanmaktadır. Bunun altında yatan temel neden ise bir operatörün ya da çalışanın H1 tipi yağ kullanması gereken yerde yanlışlıkla ya da bilmeyerek H2 tip yağ kullanmasını engellemek içindir.

Daha detaylı bilgi için mutlaka gıda üretimi ile ilgili bir uzmanla görüşülmeli bu doğrultuda hareket edilmelidir.

2.2. Gıda ve İçecek Sektöründe İzin Verilen Hava Sınıfları

Gıda ve içecek sanayinde kullanılacak hava özellikle belirtilmemiş bile olsa ISO 8573-1:2001' deki hava kalitesi standartlarına göre hazırlanmak zorundadır.

Aşağıdaki tabloda bu sınıflandırmaya ait detay tabloyu bulabilirsiniz.

Tablo 7. Gıda ve İçecek Sektöründe İzin Verilen Hava Sınıfları

Gıda Üretimi	Parçacık	Su	Yağ	Steril mi?
	Sınıf	Sınıf	Sınıf	Hava
Pnömatik ekipmanlar için	2	4	1	Hayır
Hava tanları için	1	1	1	Evet
Boşaltma tankları için	1	3-4	1	Evet
Temizlemek için	1	4	1	Evet
Sterilizasyon filtreleri için	4	-	-	-
Konveyörler için	1	3-4	1	Evet
Ürün paketlemeleri için	1	4	1	Evet
İlave ürün eklemek için	1	4	1	Evet
İçecek Üretimi				
Pnömatik ekipmanlar için	2	4	1	Hayır
Hava tanları için	1	1	1	Evet
Boşaltma tankları için	1	4	1	Evet
Sterilizasyon filtreleri için	4	-	-	-
Ürün paketlemeleri için	1	4	1	Evet
İlave ürün eklemek için	1	4	1	Evet

2.2.1. Örnekler

Gıda ve içecek üretiminde kullanılacak havayı hazırlamak için diğer endüstrilerde kullanılan şartlandırıcılardan biraz daha nitelikli ürünler kullanılması gerekmektedir. Standart bir makinede sadece bir filtre bütün şartlandırıcı ünitesi görevini görebilirken, gıda endüstrisinde ilave filtreler ve kurutucular da kullanmak gerekmektedir.

2.2.1.1. Örnek 1

Örnek bir uygulama yapmak gerekirse, taze gıda veya içecek üretimi yapan bir tesiste sıkıştırılmış havanın, ürünleri taşımak, karıştırmak ya da direkt olarak üretmek için kullanıldığını varsayarsak eğer, kullanılacak sıkıştırılmış hava gıdaya direk temas edebileceği bir ortamda bulunacak. Bu da bizim kullandığımız havanın tamamen Gıda Alanı'nda kullanılacak bir hava olduğu anlamına gelmektedir.

Uyulması gereken sınıflandırma;

Parçacık : Sınıf 1
Su: Sınıf 4
Yağ: Sınıf 1



Bu sınıflandırmaya göre bir hava hazırlama ünitesi tasarlamak gerekirse eğer;

- Birinci elemanımız şartlandırıcı ünitesini açık kapamamıza yarayacak bir Aç-Kapa valfi olmalıdır. Bu elle kumanda edilebildiği gibi elektronik sinyaller ile de kontrol edilebilir. Açık olduğu konumda kompresörden gelen basınçlı havayı filtreleme doğru yönlendirecek, kapalı olduğu zaman ise sistem içinde kalan basınçlı havayı atmosfere tahliye edecek ve kompresörden gelen basınçlı havanın geçişine izin vermeyecektir.
- İkinci elemanımız standart bir filtre olan 5 μ m' lik bir filtredir. Bu filtre elemanları az yer kaplamaları ve daha ekonomik olmaları açısından üzerlerinde entegre bir regülatör ve bir adet de manometre ile üretilmektedir. Bu ürünlere kısaca FRM (Filtre, Regülatör, Manometre) denilmektedir. Hem sistem basıncını ayarlamamızı hem de ayarladığımız basıncı manometre üzerinden okumamıza yardımcı olur. Standart makinelerde sadece bir adet FRM bütün şartlandırıcı ünitesi görevini görebilir.
- Üçüncü elemanımız ise mikrofiltreye gönderilecek havanın ön filtrelemesini yapan bir ön-filtreleme elemanıdır. Bu filtrenin, filtreleme kapasitesi de 0,3 μ m' dir, yani 0,3 μ m' den büyük parçaların filtreden geçmesine izin vermez.
- Dördüncü elemanımız bir mikrofiltredir. Bu mikrofiltreler, 0,01 μ m' dan büyük parçaların kullanacağımız havadan ayrıştırılmasında kullanılırlar. Bu üç aşamalı filtre ile havanın içinde bulunan parçacıkların %99,9' u filtrelenmiş oluyor.
- Beşinci eleman olarak da bir aktif karbon filtresi kullanıyoruz. Bu aşamada mikrofiltreden çıkan sıkıştırılmış havanın içinde kalan yağ parçacıklarını havadan uzaklaştırıyoruz. Eğer bu aşamayı gerçekleştirmezseniz, havanın içinde gıdanın tadını etkileyebilecek ve insan sağlığı açısından sakıncalar doğurabilecek yağ zerrecikleri kalabilir.

Uygulamaya ya da gıdanın hassasiyetine göre, müşteri bunlara ek olarak bir sterilizasyon filtresi de kullanmak isteyebilir. Bu sterilizasyon filtreleri gıda içindeki bakteri miktarını azaltmaya ve ürünün raf ömrünü uzatmaya yardımcı olur.

2.2.1.1. Örnek 2

Bu sefer de kurutulmuş gıda üretimi yapan bir makinenin hava ihtiyaçlarını değerlendirelim. Kurutulmuş gıda üretimi ve paketlenmesi taze gıda üretim ve paketlenmesine göre daha ileri bir seviyede hava kalitesine ihtiyaç duyar. DIN ISO 8573-1' e göre kurutulmuş gıda üretimi yapan bir makinene uyulması gereken sınıflandırma aşağıdaki gibidir;

Parçacık :	Sınıf 1
Su:	Sınıf 2
Yağ:	Sınıf 1

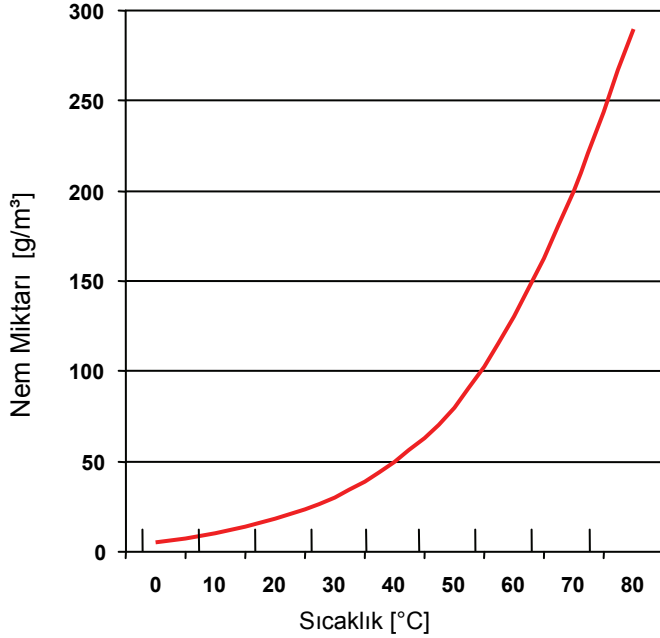


Bu sınıflandırma uyarınca bu uygulama için kullanılması gereken şartlandırıcı ünitesi bir önceki örnekte hazırladığımız şartlandırıcı ünitesinin elemanlarını aynen barındıracak ve bunlara ilave olarak da havadaki nemi almak için bir adet de kurutucu elemanı eklenecektir. Sıralama aşağıdaki gibi olacaktır.

- Birinci eleman, bir Aç-Kapa valfi
- İkinci eleman, standart filtre 5 μ m
- Üçüncü eleman, ön-filtre – 0,3 μ m
- Dördüncü eleman, mikro filtre – 0,01 μ m
- Beşinci eleman, bir önceki örnekteki elemanlara ilave olarak kullanılan, diyafram tipi bir kurutucu olacaktır. Diyafram tipi kurutucuların en önemli özelliği, havadaki nem oranını azaltmaları ve herhangi bir bakıma ihtiyaç duymadan ömürlerinin sonuna kadar kullanılabilmesidir. Bu nem alıcılar sayesinde çiğlenme noktası yaklaşık olarak -30°C' ye kadar düşürülebilir.
- Altıncı eleman ise bir aktif karbon filtre olmalıdır.

2.3. Havadaki Nem Miktarı

Havanın sıcaklığı arttıkça nem tutma kabiliyeti de artar, çiğlenme sıcaklığı ne kadar düşük ise hava o kadar kaliteli ve az nemli demektir.



Örnek:

Sıcaklık:	Max nem miktarı
-40°C	0.1192 g/m ³
-20°C	0.8835 g/m ³
+3°C	5.952 g/m ³
+10°C	9.405 g/m ³
+35°C	39.65 g/m ³
+ 50°C	83.08 g/m ³

2.4. Şartlandırıcı Ünitesinin Boyutlandırılması

Uygulamada kullanılacak hava miktarına göre de şartlandırıcı ünitesinin büyüklüğü seçilmelidir. Tüketilecek havanın doğru hesaplanması şartlandırıcı ünitesinin büyüklüğünü doğrudan etkileyeceğinden hassasiyet ile yapılmalıdır. Geçirgenlik ihtiyaçlarını karşılayamayacak boyutta bir şartlandırıcı ünitesi seçilirse, makine ön görülen çevrim sürelerini yerine getiremeyebilir, ya da tam tersi, gereğinden büyük bir şartlandırıcı ünitesi seçilirse eğer bu sefer de gereksiz bir maliyet açığa çıkmış olur.

İhtiyaç duyulan havanın hesaplanması için, belli basit formüller vardır. Bu formüllerde, kullanılacak silindir adedi, hortumların toplam uzunluğu, hava tüketecek diğer elamanların tüketim bilgileri gibi belli başlı girdiler ile yaklaşık hava tüketimini hesaplamak mümkündür.

Hava tüketiminin hesaplanmasında kullanılacak yöntem oldukça basittir. Kullanacağımız silindirin çapı ve stroğu üzerinden bir hacim hesaplaması yapılır. Kullanacağımız silindir dakikada kaç çevrim yaparsa, bu hacim o çevrim sayısı ile çarpılarak bir silindir için dakikada kaç litre havaya ihtiyaç olduğu hesaplanır. Bu hesaplama, sistemdeki bütün silindirler için yapılır ve çıkan sonuç, hortumlardaki hava ve kayıpları da kapsayacak bir güvenlik katsayısı ile çarpılarak sistemin dakikadaki hava tüketimi hesaplanmış olur.

$$Q = D^2 \times \frac{\Pi}{4} \times (P + 1) \times S \times N \times 10^{-6}$$

- Q = Debi (lt/dk)
- D = Piston çapı(mm)
- P = Sistem basıncı(bar)
- S = Silindirin bir stroğu (mm)
- N= Dakikadaki çevrim sayısı

Silindirlerin yapıları itibari ile gidiş hacimleri ve dönüş hacimleri birbirinden farklıdır.

Gidiş hacminde;

$D =$ piston çapı

olarak dikkate alınırken, dönüş hacminin hesaplanması için piston çapından mil çapını çıkarmanız gerekmektedir. ($D =$ piston çapı – mil çapı).

Bu farktan dolayı ortaya çıkacak farklar ve kayıplar da göz önüne alındığında, sistemin toplam tüketimini hesaplamak için bütün silindirin hava tüketimi toplamını 1.5 kat sayısı ile çarpmanız gerekmektedir. Bu katsayı tecrübeler ile elde edilmiş yaklaşımsal bir değerdir.

Diğer pnömatik elemanların da hava tüketimlerinin hesaba katılması gerekmektedir. Bunlar; vakum üreteçleri, döner aktivatörler ya da milsiz silindirler gibi ürünler olabilir. Ancak bu ürünlerin standart silindirler kadar genel hava tüketimi formülleri bulunmamaktadır. Her bir ürünün tüketim değerleri kendi tasarım prensibine göre markadan markaya değişmektedir, bu yüzden tedarikçiden temin edilecek teknik dokümanlardaki hava tüketim değerleri dikkate alınmalı ve makinenin toplam hava tüketimi hesabına eklenmelidir.

Makinenin toplam hava tüketimi hesaplandıktan sonra ise bu geçirgenliklere uygun şartlandırıcı ünitesi boyutu seçilir.

Ancak günümüzde bu hesapları yapmaya yarayan arayüzler firmaların internet sitelerinde mevcuttur.

Standart şartlandırıcı ünitesi* olan Filtre/Regülatör+Manometre ünitesinin geçirgenlik değerlerini aşağıdaki tabloda bulabilirsiniz.

Tablo 8. Dış Ölçüsüne Göre Filtre/Regülatör+Manometre Elemanlarının Boyutlandırılması

Dış Ölçüsü	Geçirgenlik
G1/4"	2.000 lt/dk
G3/8"	2.600 lt/dk
G1/2"	5.200 lt/dk
G1"	13.000 lt/dk

Ölçülendirme standart bir Filtre/Regülatör+Manometre ünitesi için geçerlidir. Geçirgenlik değerleri firmadan firmaya değişmektedir.

Şartlandırıcı ünitesindeki elemanların sayısı arttıkça bu oranda geçirgenlik kabiliyetinde düşüşler yaşanır. Bu geçirgenlik değerleri üreticiden üreticiye değişmektedir. Birkaç fazla elemandan oluşan şartlandırıcı ünitelerinin geçirgenlik değerlerini tedarikçilerin hazırladıkları kataloglardan veya teknik dokümanlardan saptayabilirsiniz.



* Şartlandırıcı ünitelerinin geçirgenlikleri markadan markaya değişiklik göstermektedir. Buradaki değerler sadece örnek teşkil edilmesi açısından verilmiştir.

3. GIDA MAKİNALARINDE KULLANILACAK AKTİVATÖRLERİN SEÇİLMESİ

Gıda ve içecek makinelerinde kullanılacak aktivatörlerin seçilmesinde de en önemli kriter, aktivatörün hangi gıda bölgesinde görev yapacağıdır. Görev yapacağı gıda alanına göre silindir seçilmelidir. Bu kriterlerde daha önce bahsettiğimiz hijyenik tasarım kriterlerine göre üretilmiş olmalıdır. Bunlardan kısaca tekrardan bahsetmek gerekirse, temel olarak bir silindirin gıda alanında kullanılabilmesi için aşağıdaki özellikleri barındırması gerekmektedir.

- Kolay yıkanabilir
- Korozyona dayanımlı
- Yüzey kalitesi yüksek
- Girinti- çıkıntı barındırmayan tasarımı
- Temizlikte kullanılan kimyasallara dayanıklı
- Kendinden drenajlı
- Ölü alan barındırmayan

Bu özelliklere göre silindirler seçildikten sonra, makinenin kuvvet ihtiyaçlarına göre silindirin boyutlarının belirlenmesi gerekmektedir.

Silindirlerin ürettikleri kuvvetleri hesaplamak için birkaç basit formül vardır. Silindirin ürettiği kuvvet, basınçlı hava ve silindir pistonunun çapı ile doğru orantılıdır.

Kuvvet = Basınç x Yüzey alanı

$$F = P \cdot A$$

$$F = \text{kg}$$

$$P = \text{bar} = \text{kg/cm}^2$$

$$A = \text{cm}^2$$

$$A = \frac{\pi \times D^2}{4} = 0.785 \times D^2$$

Bir örnek yapmak gerekirse;

6 bar basınçta çalışan Ø80 çapındaki bir silindirin ürettiği kuvvet;

$$F = P \times A$$

$$F = 6 \times 0,785 \times 8^2 = 301,44 \text{ kg} = 30144,4 \text{ N' dur.}$$

Bu yaptığımız hesaplama ile silindirin gidiş yönünde ürettiği kuvveti hesaplamış olduk. Ancak daha önce de bahsettiğimiz gibi silindirlerin gidiş ve dönüş yönlerinde ürettikleri kuvvetler birbirinden farklıdır. Bunun tek sebebi de dönüş yönünde havanın etki ettiği yüzeyde silindirin milinin bulunması ve havanın etki ettiği yüzey alanını kısıtlamasıdır.

Silindirin dönüş yönünde ürettiği gücü hesaplamak için ise; alan hesaplanırken piston çapından, milin çapını çıkarmamız gerekmektedir.

$$A = \frac{\Pi \times (D^2 - d^2)}{4} = 0,785 \times (D^2 - d^2)$$

Yukarıda yaptığımız hesaplamayı bu sefer de dönüş yönü için tekrar yapalım.

Ø80' lik standart bir silindirin mil çapı: 25mm' dir.

$$F = P \times A$$

$$F = 6 \times 0,785 \times (8^2 - 2,5^2) = 272,00 \text{ kg} = 2720,00 \text{ N' dur.}$$

Ancak her seferinde bu hesaplamaları yapmaya gerek yoktur. Daha önceden hesaplanmış ve hazırlanmış standart silindir tablolarından da yararlanılabilir.

Aşağıda Bosch Rexroth markasının ISO 15552 standartlarında ürettiği PRA serisi ve ISO 6432 standartlarında ürettiği küçük seri olan OCT silindirlerin 6,3bar basınçta ürettikleri güçleri gösteren diyagramı bulabilirsiniz.

Tablo 9. Piston Çapına Göre Silindirlerin Ürettikleri Kuvvetler

Piston Çapı (mm)	Ø10	Ø12	Ø16	Ø20	Ø25	Ø32	Ø40	Ø50	Ø63	Ø80	Ø100	Ø125
Gidiş Kuvveti (N)	56	81	148	227	309	505	790	1235	1960	3165	4945	7725
Dönüş Kuvveti (N)	48	64	130	195	259	435	660	1035	1765	2855	4635	7220

Standart tip silindirlerin dışında pistonları yuvarlak olmayan standart dışı silindirlerin ya da diğer aktivatörlerin ürettikleri güçleri de yine tedarikçiden temin edeceğimiz katalog ya da teknik dokümanlardan sağlayabilirsiniz.

4. GIDA MAKİNALEARINDA KONTROL ÜNİTESİNİN SEÇİMİ

Aktivatörlerin seçilmesinden sonra seçtiğimiz bu aktivatörleri kontrol edecek kontrol elemanlarının seçilmesine sıra gelir.

Kontrol grubu elemanları seçilirken, ürünlerin gıda üretimi yapan makinelerde kullanılacak olması yüzünden dikkat edilmesi gereken temel kriter aşağıda sıralanmıştır.

- Çalışacağı bölgeye göre IP sınıfı
- Hijyenik tasarım özellikleri barındırması

- Geçirgenlik
- Tepki süresi

Kontrol gruplarının en büyük sıkıntısı, çok sayıda elektronik parça barındırmasıdır. Elektronik aksamın gıda makinesinin temizliği esnasında zarar görmemesi için; ya etrafına su geçirmez bir koruyucu plaka yapılarak saklanmalıdır ya da bu ortamlar için özel olarak üretilmiş valf adaları kullanılmalıdır. Elektronik olarak dışarıdan gelecek etkilere olan dayanımı, uluslar arası bir standart olan IP sınıflandırma sistemi belirler.

IP sınıflandırma sistemi elektrikli ekipmanların dış gövdeleri tarafından sağlanan koruma derecesini tanımlamaktadır. Avrupa Elektroteknik Standardizasyon Komitesi (CENELEC) tarafından geliştirilen IP Standardı, elektrikle çalışan bir ürünün dış gövdesinin sağladığı koruma seviyesini rakamsal olarak sınıflar.

Verilen değişik rakamsal kodlar ile ürünün koruma seviyesi kolaylıkla ve çabuk olarak belirlenebilir. Örnek olarak IP 54 koruma seviyesinde bir ürün için 5 rakamı; katı cisimlere karşı koruma seviyesini, 4 rakamı ise sıvılara karşı koruma seviyesini ifade etmektedir. Mahfazalarla Sağlanan Koruma Dereceleri (IP Kodu) (Elektrik Donanımlarında) (TS 3033 EN 60529)

Tablo 10. Uluslararası IP Sınıflandırması

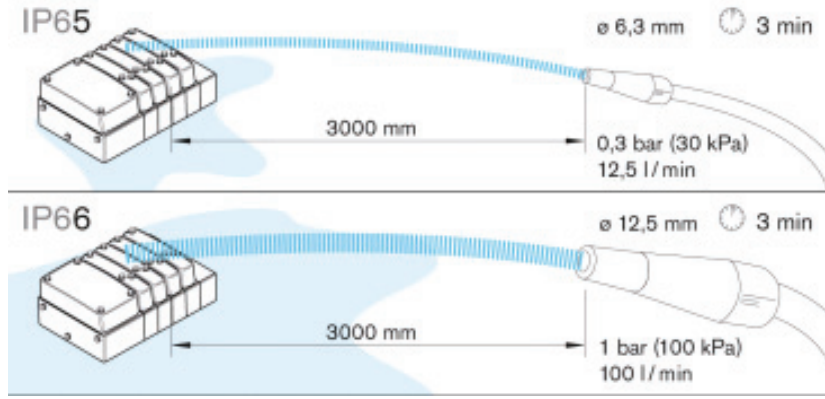
IP	1. RAKAM	2. RAKAM	İLAVE HARF
1. RAKAM			
YABANCI KATI CİSİMLERE KARŞI KORUMA		TEHLİKELİ BÖLÜMLERE ERİŞMEYE KARŞI	
RAKAM	AÇIKLAMA	RAKAM	AÇIKLAMA
0 (X)	Korumasız.	0 (X)	Korumasız.
1	Çapı \geq 50 mm. olan katı cisimlere karşı koruma.	1	Tehlikeli bölümlere elin dışıyla erişmeye karşı korumalı (Küre çapı 50 mm. olan erişme sondası tehlikeli bölümlerden yeterli aralıkla ayrılmış olmalıdır.)
2	Çapı \geq 12,5 mm. olan katı cisimlere karşı koruma.	2	Tehlikeli bölümlere bir parmak ile erişmeye karşı korumalı (Çapı 12 mm. uzunluğu 80 mm. olan eklemli bir deney parmağı tehlikeli bölümlerden yeterli aralıkla ayrılmış olmalıdır.)
3	Çapı \geq 2,5 mm. olan katı cisimlere karşı koruma.	3	Tehlikeli bölümlere bir parmak ile erişmeye karşı korumalı. (Çapı 2,5 mm olan bir deney sondası girmemelidir.)
4	Çapı \geq 1 mm. olan katı cisimlere karşı koruma.	4	Tehlikeli bölümlere bir tel ile erişmeye karşı korumalı. (Çapı 1,0 mm olan bir deney sondası girmemelidir.)
5	Toza karşı korumalı. (Cihazın uygun şekilde çalışmasına engel olacak veya güvenliğini bozacak miktarda toz girmemelidir.)	5	Tehlikeli bölümlere bir tel ile erişmeye karşı korumalı. (Çapı 1,0 mm olan bir deney sondası girmemelidir.)
6	Toz geçirmez.	6	Tehlikeli bölümlere bir tel ile erişmeye karşı korumalı. (Çapı 1,0 mm olan bir deney sondası girmemelidir.)

2. RAKAM	
MAHFAZANIN SUYA KARŞI KORUMA DERECEŚİ	
RAKAM	AÇIKLAMA
0 (X)	Korumasız.
1	Düşey olarak düşen su damlalarına karşı korumalı.
2	Mahfaza 15° ye kadar eğik iken düşen olarak akan su damlalarına karşı korumalı.
3	Su püskürtmesine karşı korumalı. (Düşey doğrultunun her iki tarafında 60° 'lik açı içindeki su püskürtmelerinin hiçbir Zararlı etkisi olmamalıdır.)
4	Su sıçramasına karşı korumalı. (Mahfazaya karşı herhangi bir doğrultudan sıçrayan suyun zararlı etkisi olmamalıdır.)
5	Su fişkırtmasına karşı korumalı. (Mahfazaya karşı herhangi bir doğrultudan fişkıran suyun zararlı etkisi olmamalıdır.)
6	Güçlü su fişkırtmasına karşı korumalı. (Mahfazaya karşı herhangi bir doğrultudan fişkıran suyun zararlı etkisi olmamalıdır.)
7	Suya geçici daldırma etkilerine karşı korumalı.
8	Suya sürekli daldırma etkilerine karşı korumalı.

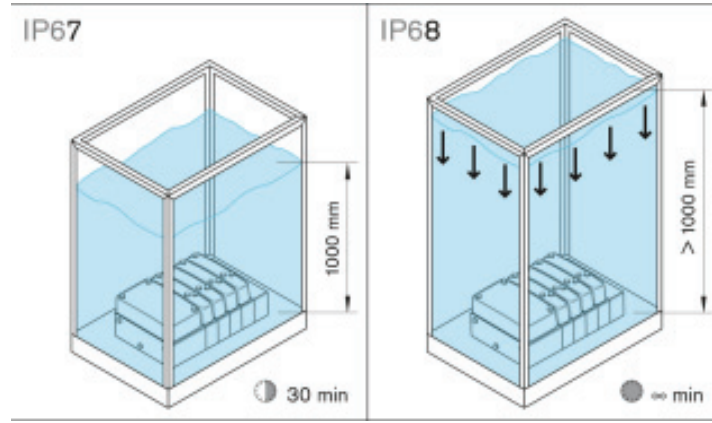
İLAVE HARF	
TEHLİKELİ BÖLÜMLERE ERİŞMEYE KARŞI KORUMA DERECEŚİ	
İLAVE HARF	AÇIKLAMA
A	Tehlikeli bölümlere elin dışıyla erişmeye karşı korumalı (Küre çapı 50 mm. olan erişme sondası tehlikeli bölümlerden yeterli aralıkla ayrılmış olmalıdır.)
B	Tehlikeli bölümlere bir parmak ile erişmeye karşı korumalı (Çapı 12 mm. uzunluğu 80 mm. olan eklemli bir deney parmağı tehlikeli bölümlerden yeterli aralıkla ayrılmış olmalıdır.)
C	Tehlikeli bölümlere bir alet ile erişmeye karşı korumalı. (Çapı 2,5 mm uzunluğu 100 mm. olan bir deney sondası, tehlikeli bölümlerden yeterli aralıkla ayrılmış olmalıdır.)
D	Tehlikeli bölümlere bir tel ile erişmeye karşı korumalı. (Çapı 1,0 mm uzunluğu 100 mm. olan bir deney sondası, tehlikeli bölümlerden yeterli aralıkla ayrılmış olmalıdır.)

ÖRNEK: Üzerinde "IP23C" gösterilişi bulunan bir mahfaza;

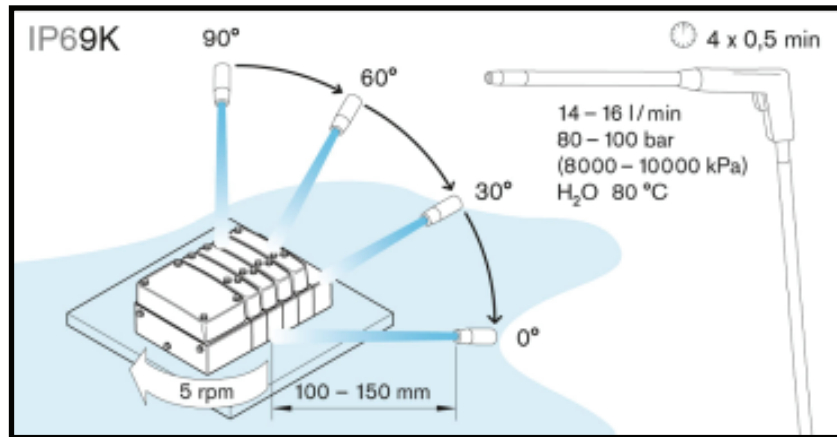
- (2) ile, kişilerin parmaklarını tehlikeli bölümlere erişmeye karşı korur. Aynı zamanda, çapı 2.5 mm. ve daha büyük olan yabancı katı cisimlerin girişine karşı mahfaza içindeki donanımı korur.
- (3) ile, mahfazaya karşı püskürtülen sudan kaynaklanan zararlı etkilere karşı mahfaza içindeki donanımı korur.
- (C) ile, çapı 2.5 mm. ve daha büyük olan ve uzunluğu 100 mm.yi aşmayan aletleri kullanan kişileri tehlikeli bölümlere erişmeye karşı korur.



Bu sınıflara ek olarak Alman DIN ' un belirlediği bir sınıf olan IP69K yüksek dayanım sınıfı mevcuttur. DIN 40050-9, IEC 60529 sınıflandırma sisteminde bulunan bu sınıf özellikle, sıkça basınçlı su ile yıkanmak zorunda olan yol araçları için oluşturulmuştur. Ancak Yol araçlarından sonra en çok kullanıldığı sektör gıda sektörüdür.



IP69K koruma sınıfındaki bir ürün, dakikada 5 devir dönen bir döner-tabla üzerinde, 5-10cm uzaktan tutulan bir nozul ile 80°C' de dakikada 14-16lt/dk akan ve basıncı 80-100 bar arasında değişen su jeti akışına maruz bırakılır. Bu esnada su jetinin nozulu her biri 30' ar saniye olmak üzere 0°, 30°, 60°, 90° lik açılarla cisme tutulur. İşte bu testi geçebilen ürünlerin IP69K koruma sınıfında olduğundan bahsedebiliriz.



IP69K koruma sınıfı için belirlenmiş kriterler aslında tam da gıda makinelerinde gıdaya temas eden bölgelerde kullanılacak koruma sınıfını işaret etmektedir. Bu sınıfa ait bir kontrol ünitesi kullanılıyorsa eğer, ortamda hijyen sağlamak için kullanılacak basınçlı su ve kimyasallar kontrol grubumuzu oluşturan valf adasına zarar veremeyecektir.

Koruma sınıfının dışında diğer bütün ekipmanları seçerken dikkat ettiğimiz hijyenik tasarım konusu kontrol grubu için de oldukça önemlidir. Valf adasının kullanılacağı bölgeye göre bu kıstas önem kazanmaktadır. Eğer hassas bir kontrol gerekliliğinden dolayı valf adası aktivatörlerin yakınına yani gıda temas bölgesine kondu ise bu bölgede kullanılacak valf adasının bahsettiğimiz kıstaslara uygun seçilmiş olması gerekir. Ancak genellikle valf adaları gıda temas bölgelerinin dışına taşınarak daha ekonomik çözümler tercih edilir. Gıda temas bölgesinin dışında bir bölgede çalışacak valf adaları da yine ortamdaki nemden ve potansiyel su sıçrama ihtimalinden kaçınmak için paslanmaz çelik saclardan yapılmış muhafazaların içinde saklanır ve direk olarak dış ortam ile temasları önlenir.

Kontrol grubunun seçilmesinde dikkat edilmesi gereken bir diğer husus da valf adasının boyutlarının yani geçirgenliğinin belirlenmesidir. Şartlandırıcı seçimi yaparken kullanmış olduğumuz yöntemleri aynı şekilde kontrol grubu için de uygulayabiliriz. Valf in kumanda edeceği aktivatörün dakikadaki hava tüketimine göre en uygun valf boyu seçilir.

Hassas işlerin yapıldığı uygulamalarda valflerin tepki süreleri de oldukça önemlidir. Valflerin tepki süreleri milisaniyeler ile ölçülse bile valf ile aktivatör arasında olan mesafe ve kullandığımız akışkan havanın sıkıştırılabilir olmasından kaynaklı tepki gecikmeleri meydana gelecektir. Çevrim sürelerinin çok kısa ve hassas olduğu uygulamalarda tepki süresi hızlı valfler ve mümkün olan en küçük çapta hortumlar seçilmelidir. Valfin aktivatöre olan uzaklığı aktivatörün vereceği tepkide başrolü oynar. Eğer çok hızlı bir tepkime süresine ihtiyaç varsa silindir üzerine takılabilen küçük valfler seçilmelidir. Valf silindire ne kadar yakın olursa kumanda paneli üzerinden verdiğiniz emirlerin gerçek zamanlı olarak işe dönüştüğünü gözlemleyebilirsiniz aksi halde kumanda sinyali ile iş arasında gecikmeler meydana gelecektir. Özellikle kapalı çevrim çalışan makinelerde bu gecikmeler sorunlara yol açabilmektedir.

5. AKSESUARLARIN SEÇİLMESİ

Pnömatik sistemin oluşturulmasının son aşaması da kullanılacak ekipmanlar için aksesuarların seçilmesidir.

Bu aksesuarlar

- Hortumlar
- Bağlantı Rakorları
- Silindir Bağlantı Elemanları
- Elektronik Bağlantı Elemanları

Olarak sayılabilir.

Bunların tamamı için seçim kriterinin birincil koşulu diğer bütün seçimlerimizde de başrolü oynayan gıda üretimine uyumluluk kriteridir.

Bu kriteri yerine getirecek özel malzemelerden yapılmış aksesuarlar seçilmelidir.

Hortumlar için	: Polyester poliüretan
Rakorlar için	: Paslanmaz çelik
Silindir Bağlantı Elemanları için	: Paslanmaz çelik
Elektronik Bağlantı Elemanları için	: IP sınıfı uygun olan bağlantı elemanları

Seçilmesine özen gösterilmelidir.

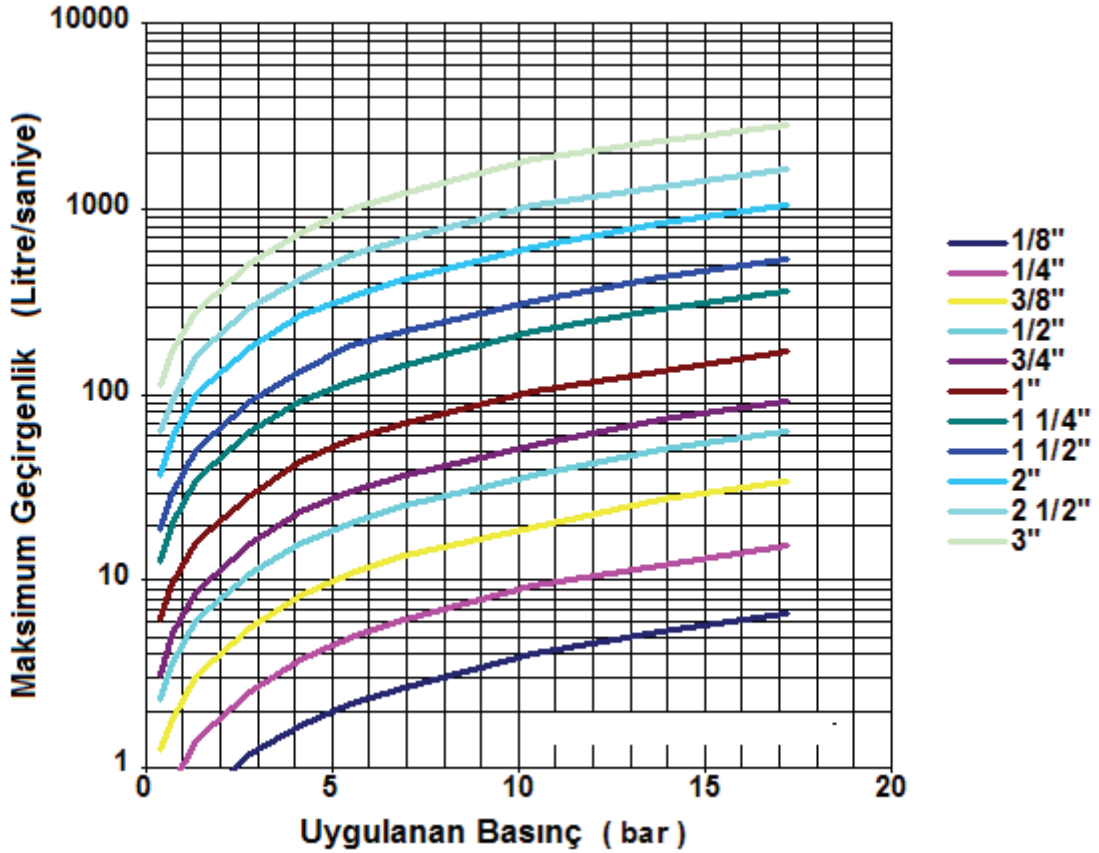
5.1. Hortumların Seçilmesi

Hortumların seçiminde gıdaya uygun malzemeler seçildikten sonra dikkat edilmesi gereken ikinci en önemli konu, hortum çapının seçilmesidir. Hortum çapının boyutu direk olarak sistemin dinamikliğini ve enerji tüketimini etkilemektedir. Sistemdeki hortum çapı ve uzunluğu mümkün olan en küçük ölçülerde seçilmeli ve havayı aktardığımız yol boyunca mümkün olan en az miktarda rakor ve bağlantı elemanı kullanılmalıdır.

Sistemde kullanılan bağlantı elemanları ve rakorlar basınç düşüşlerine dolayısıyla enerji kaybına neden olmaktadır. Bu yüzden hatlar oluşturulurken mümkün olan en az miktarda bağlantı elemanı kullanılmasına dikkat edilmelidir.

Bunun yanında kullanılacak hortumun çapı da aynı derecede önemlidir. Hortum çapı, geçirgenliği doğrudan etkilemektedir. Ancak hortum içindeki hava da sistemimizin en büyük ölü alanlarıdır. Kontrol elemanından verilen bir komutun aktivatör tarafından yerine getirilmesinden önce havanın, bütün hortumdaki boşlukları doldurması ardından da aktivatörün iş yapmasını sağlamalıdır. Hortum çapı ve uzunluğu ne kadar büyük olursa, havanın bu boşlukları doldurması o kadar daha çok zaman alacak ve kontrol elemanının gönderdiği sinyalleri iş olarak görmemiz o kadar gecikecektir. Yaşanacak gecikmelerin yanında hortumların içini basınçlı hava ile doldurmak için de ürettiğimiz basınçlı havaya bedel ödemekteyiz, dolayısıyla enerji verimli bir sistemin, mümkün olan en optimum boyutlarda pnömatik hortuma ihtiyaç vardır.

Pnömatik hortumların seçilmesi için öncelikle sistemimizin dakikada ne kadar hava tüketeceğini bilmemiz gerekmektedir. Bu hesaplamaları daha önce yapmıştık. Bu hesaplamalardan elde ettiğimiz değer ile aşağıdaki tablolardan bizim için uygun olan hortum boyutunu belirleyebiliriz.



SONUÇ

Gıda endüstrisinde kullanılmak üzere bir pnömatik sistemin tasarımı incelenmiştir.

Tasarımın her aşamasında öne çıkan unsur hijyenik tasarım ve dezenfekte edilebilme kabiliyetidir. Tasarımın bu iki temel üzerine inşa edilmesi neticesinde insan sağlığını tehlikeye atmayan sağlıklı makineler imal edilebilir.

KAYNAKLAR

- [1] Bosch Rexroth; Food & Beverage Manual
- [2] Bosch Rexroth; Expertise in the Food & Beverage Industry – Pneumatics from Rexroth
- [3] Bosch Rexroth; Air Management in Food Processing and Packaging
- [4] Bosch Rexroth; Basic Pneumatics, RE 00 296 / 12.91
- [5] Engineering Tool Box; Air Tubing Calculation Chart, http://www.engineeringtoolbox.com/air-flow-compressed-air-pipe-line-d_1280.html
- [6] TMMOB; Basınçlı Hava Tesisatı ve Kompresörler, Yayın No: MMO/2003/343
- [7] İsmail Karacan, Pnömatik Kontrol, Ankara - 1987
- [8] haccpiso22000; Hijyenik Ekipman Tasarım Kriterleri, <http://www.haccpiso22000.com/icerik2.asp?id=741>

ÖZGEÇMİŞ

Emre SEMİZ

1983 yılı Ankara doğumludur. 2007 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Fakültesi, Makine Mühendisliği bölümünü bitirmiştir. 2008 senesinden beri Bosch Rexroth Otomasyon A.Ş.' de Proje ve Satış mühendisi olarak çalışmakta ve aynı zamanda Gıda, Paketleme ve Baskı Makineleri sektör sorumluluğunu yerine getirmektedir.