bu bir MMO yayınıdır

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

# Temiz Odalar Düzenlenmesi Koşulları

**Osman Sırrı MARO**

OTOMASYON SİSTEMLERİ
Müh. San. Ve Tic. Ltd. Şti.

MAKİNA MÜHENDİSLERİ ODASI

BİLDİRİ

# TEMİZ ODALAR DÜZENLENMESİ KOŞULLARI

**Osman Sırrı MARO**


## ÖZET

Mekanik, elektronik, uzay programları gibi daha bir çok alanda teknolojinin gelişmesiyle birlikte kirlillik kontrolu sorunları ortaya çıkmış, buna karşı başlatılan sistematik çalışmalar neticesinde, sistemin hayati bit parçası olarak Temiz Oda Kavramı doğmuştur. Bugün temiz oda projelendirilmesi ile ilgili bir çok kaynak ve teknik yayın bulunmasına karşın, bunları işletecek eğitilmiş teknik eleman ihtiyacına paralel, eğitimlerinde kullanılacak kapsamlı yayınlar bulmak pek kolay olmamaktadır.

Bu bildiride Temiz Oda işletimi ve özellikleri konusunda ilgili endüstri kollarına potansiyel değeri olan teknolojik bilgi aktarılmaya çalışılmıştır.


## GİRİŞ

Gıda, İlaç, Sağlık, Elektronik, Manyetik Medya, Uzay Programlarıve bir çok alanda Teknolojinin gelişmesi ve komponent güvenirliliğinin geliştirilmesine verilen önem neticesinde bu teknolojiyi kullanan birimler ve bunların iş yaptığı firmalarda kirliliğin kontrolu için birçok tesis oluşturulmuştur. Temiz Oda, kirlilik kontrol sisteminde bir çok elemandan sadece birisidir, ama sisteminde hayati bir parçasıdır.

Bugün temiz oda projelendirilmesi ile ilgili birçok kaynak ve teknik yayın bulunmasına rağmen, kirlilik kontrol tekniklerinin gelişmesi neticesi her yıl giderek artan eğitilmiş teknik eleman ihtiyacına paralel onların eğitiminde kullanılacak kapsamlı bir derleme pek kolay bulunmamaktadır. Bu çalışmanın gayesi;Temiz Oda işletimi ve özellikleri konusunda bilgi edinilmesini sağlamak, başta saydığım ve diğer birçok endüstriye potansiyel değeri olan teknolojik bilgi aktarmaktır.

Mekanik bilimdeki gelişmeler, bugünün temiz odalarının yaratılması ihtiyacını doğurdu. Çok hassas toleranslar kullanan daha karmaşık cihazlar geliştirildikçe kirliliği önleme ihtiyacıda o derecede arttı. Bir mamulün temiz kalmasını sağlamak son derece karmaşık temiz odaların yaratılmasının yanı sıra, yepyeni ve başlıbaşına bir teknolojininde oluşmasına neden oldu. Temiz Oda teknolojisinin bir özelliğide teknik ihtiyaçların zamana ayak uydurarak artması ve bir zamanlar basit olan bu kavramın artık son derece uzmanlaşmış personel gerektirmiş olmasıdır. Bu personelin bir temiz oda için gerekli cihaz ve ekipmanları kullanabilmesi için gerekmektedir. Burada verilmeye çalışılan bilgiler temiz oda teknolojisi hakkında bilinenlerin hepsini kapsamamakla beraber, süratle büyüyen bu teknolojiye bir bakış sağlamaktadır.

## TEMİZ ODA TEKNOLOJİSİNİN TARİHÇESİ

Temiz odaların kullanımında ilk yazılı standardları koyan ABD Hava Kuvvetlerinin 00-25-203 No. lu ve "Temiz İş İstasyonları ve Temiz Odaların Dizayn ve kullanımı için standard Fonksiyonel prensipler"adlı teknik talimatnamesi 1961 yılında yayınlanmıştır. Uzun çalışmalar ve araştırmalardan sonra, bu prensipler, Temmuz 1963'de yeniden tanımlanıp yayınlanmıştır. Nisan 1963'de, Atom Enerjisi Komisyonu New Mexico / Sandia'da temiz odalarda çalışanlarca uygulanan standardları gözden

geçirmek üzere bir konferans düzenlemiş ve bu programa 200'den fazla temiz oda görevlisi katılmıştır. Sonuç olarak, temiz odalar için standard yazacak bir grup oluşturulmuştur. 1963 yılı sonlarında Federal Standard 209 yayınlanmıştır, ki bu da şimdi tüm temiz oda çalışmaları için temel teşkil etmektedir. Bu standardla üç sınıf temiz oda saptamıştır:Class 100, Class10. 000 ve Class 100. 000 ABD Hava Kuvvetlerinin önceki "standard" temiz odalarına tekabül etmektedir. Federal Standard 209 aynı zamanda, tesislerin değerlendirilmesinde kullanılmak üzere her bir sınıf ( Class ) için zerrecik ölçülerindeki dağılım nisbetlerini de saptamıştır.

## TEMİZ ODA İHTİYACI

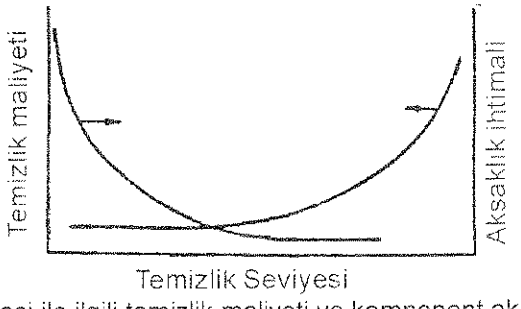
Uzay programında edinilen tecrübeler göstermiştir ki, kirlilik yüzünden komple bir program başarısızlığa uğrayabilmektedir. Örneğin, çok küçük bir kirlilik zerreciği, bir meyil kontrol cihaz- ının itici sistemindeki 10-mikron aralıklı bir valfin fonksiyonunu bozabilir. Eğer kir zerrecikleri valfin sıkışmasına ve kısmen açık kalmasına neden olursa, sürekli itici (yakıt) kaybı yaratacağından, meyil kontrol aygıtının itici maddesi ziyan olacak ve aracın kontrolü imkansızlaşacaktır. Dolayısıylada tüm olay başarısızlıkla sonuçlanacaktır. Böyle bir kirlilik, gözle dahi görülemeyen toz zerreciklerinin birikiminden tutun da imalat sırasında kalan lehim ve yağa kadar herhangi bir pislik birikintisi yüzünden meydana gelebilir.

II. Dünya Savaşı sırasında, ilk temiz odalar Norden tabaka basıncı ölçücüsü (bombsight) ve ilk seyrüsefer jiroskoplarının geliştirilmesinde kullanılmıştır. Bu cihazların toleransları, 20-50 mikron zerreciklerin girmesi halinde fonksiyonları bozulabilecek kadar dardı. ABD Deniz Kuvvetleri 1956 yılında iki yüzer jiroskop ihtiva eden bir atıl kılavuz sistemi (ASN-28) meydana getirdi. Yüzme işlemi, gerçekten sürtünmesiz (firiksiyonsuz) bir yüzme sağlayan oldukca viskoz bir sıvı içinde oluyordu. Sistemin işlerliği ve güvenilirliği, sıvının ve jiroskop komponentlerinin temizliğine bağlıydı. Öyle ki, sigara dumanındaki zerreciklerin üçte biri kadar bir kir bile sistemi tehlikeye sokabiliyordu. Fotoğraf filminin imalatı ve işlenmesi, film üzerine toz birikmesini önlemek için, tozsuz bir ortam gerektirmektedir.

Büyütme tekniklerinde yapılan gelişmeler de bu problemin önemini arttırmıştır. 10-mikron ölçüsünde toz zerrecikleri, büyütme işlemi sırasında, çap olarak kat kat büyük lekelere neden olmaktadır. Günümüzün son derece karmaşık olan elektronik, hidrolik, elektro-mekanik ve elektro-optik sistemleri öyle büyük bir hassasiyet gerektirmektedir ki, mikroskopik zerreciklere bile müsamaha edilemez. Birçok şey için bir temiz oda ihtiyacı sözkonusudur.

Fotoğraf çekimi veya işlem sırasında orjinaller üzerinde toz zerrecikleri bulunursa, transistörlü cihazların (solid-state devices) ince film komponentlerinde delikler meydana gelir. Oynak parçalar arasında çok yakın bir aralık olması gerektiğinde, zerrecikle bu aralıklara girebilir. Rulman içerisinde sert ve sivri zerrecikler aşınmaya neden olur.

Temiz oda kullanmanın amacı gelişmiş bir güvenilirlik veya hassasiyet olduğu için, elde edilecek avantajların ya dolaylı kanıtları vardır yada hiç kanıtı yoktur. İstenen sonuçları elde etmek için gerekli temizlik derecesini belirten pek az bilgi mevcuttur. Belli seviyelerde zerrecik toplanmasının verdiği zarar veya zerrecik ölçüsünün önemiyle ilgili pek az şey biliniyor. "Parça nekadar temiz olmalıdır?"sorusuna cevap vermek zor. Genellikle, Gerekli temizleme işleminin maliyeti ve komponentin arıza ihtimali arasında bir uzlaşmaya varılır. Şekil 1. bunu şematik olarak göstermektedir.




**Şekil 1.** Gerekli temizlik seviyesi ile ilgili temizlik maliyeti ve komponent aksaklığı ihtimali

## KİRLİLİĞİN KAYNAĞI VE YAPISI

Pis bir dünyada yaşıyoruz. Tam bir temizlik, eğer sağlanabilirse, pek nadir sağlanabilmektedir. Elimizin değdiği herşeyde bir miktar kirlilik mutlaka var, ama zararlı olmayabilir. Yani, kirlilik seviyesi veya derecesini kontrol etme isteğini, ürünün fonksiyonunu bozmayacağı veya bir tehlike teşkil etmeyeceği noktaya kadar kabul etmek yerinde olur. Kirlilik dört genel katagoride sınıflandırılabilir:

1. Zerrecikler :toz, kırpıntı, lif, vs.
2. Kimyasal :gaz, sıvı, yağlı film, vs.
3. Biyolojik :bakteri, virüs, mantar, sporlar, vs.
4. Enerji veya durum değişiklikleri :ışık filmi kirletir, manyetik alanlar demir veya nikeli kirletir, radyasyon canlı hücreleri ve plastiği etkiler, ısı bozar, vs.

Bu kirletecilerin bir kısmı bir maddenin üretimi veya işlenmesinden ve bir kısmıda dış kaynaklardan gelir. Şimdilik dış kaynaklardan gelen kirliliği ele alacağız. Sanayi kirliliğinin en yaygın kaynakları Tablo 1. de verilmektedir. Bu tablo sadece zerrecik ölçüsüyle ilgilidir, bir mikron (0. 000039 inç) öte yandan, zerreciklerin yoğunluğu, yerine ve mevsime göre büyük farklılık ve değişiklikler gösterir. Mesela, kırsal kesimlerde normal atmosferik şartlarda bir ft3 (0. 02832 m3)içerisinde 40. 000 zerreciğin bulunması olağandır. Bununla beraber, şehirlerde bir ft3 içerisinde 1. 5 milyon zerreciğin (0. 5 mikrondan büyük) bulunması normaldir. Genel endüstriyel atmosferdeki yoğunlaşma ise 1. 0 mikronun üzerinde 1 milyon zerreciğe kadar çıkabildiği gibi, normal dağılım aralığıda 600 mikrona kadar çıkabilir. Böyle bir dağılımda sık sık daha büyük zerreciklerin olması beklenebilir.

İç kirlilik kaynaklarıda dış kaynaklar kadar önemlidir, özellikle bu kaynaklar sözkonusu mamülün kendi çevresinde oluştuğu için önemi büyüktür. İç kirlilik, makinayla işletme, şekillendirme işlemleri, proses ve bakım, ambalajlama, sevkiyat ve depolama gibi işlemlerden meydana gelir. İç kirliliğin asıl sorunu, zerreciklerin fabrikanın havası ve havalandırma sistemi yoluyla taşınmasından kaynaklanmaktadır. Personel, personel faliyetleri, üretim işlemleri ve ekipmanlarıda buna katkıda bulunur. Kirletici maddelerin yapısı ve etkilerini daha iyi anlamak için, davranış ve kaynaklarıyla ilgili ilave bilgiler gerekir. Normal çalışma faliyetlerini yürüten personel zerrecik meydana getirir. Genel olarak, bunlar, çevre havasında mevcut olan zerreciklerden daha fazla özgül ağırlığa sahip ve daha büyük boyuttadırlar. Ayrıca, bu zerreciklerin meydana geliş hızı, personelin vücut ve giysilerinden doğan zerreciklerinkinden daha yüksektir. Normal faliyetlerden doğan zerreciklerin tipik kaynakları Tablo II. de verilmektedir. Temiz odalardaki personelin yaptığı çoğu faliyet ve işlemler, ortamda bulunan zerrecik seviyesini yükseltir. Tablo III. de tipik personel fonksiyonları gösterilmektedir.

**Tablo 1.** Endüstriyel kirlilik Kaynakları

| KAYNAK | ZERRECİK ÖLÇÜSÜ (mikron) |
|---|---|
| **Yanma ürünleri:** | |
| Güç üretim santralları | 0.5 - 50 |
| Rafineriler | 0.5 - 50 |
| Ticari nakliyat(özel otolar dahil) | 0.1 - 10 |
| Isıtma tesisleri | 0.1 - 1200 |
| Kimyasal proses tesisi artıkları | 2 - 10 |
| **Konstrüksiyon ( inşaat ):** | |
| Yeni bina inşaatları | 1 - 50 |
| Bina yıkımları | 1 - 100 |
| Yol ve cadde inşaat ve tamiri | 1 - 100 |
| **Genel** | |
| Maden ve taş ocakları | 1 - 500 |
| Çimento fabrikası, dökümhane, çelik fabrikası | 0. 5 - 1000 |
| Kömür dumanı | 0. 01 - 5 |

**Tablo 2.** Tipik Zerrecik Kaynakları

| AKTİVİTELER | ZERRECİK ÖLÇÜSÜ (mikron) |
|---|---|
| Normal boyalı bir yüzeyi sürtmek | 90 |
| Kayar metal yüzey (yağsız) | 75 |
| Kağıt buruşturmak veya katlamak | 65 |
| Epoksi boyalı bir yüzeyi sürtmek | 40 |
| Vida yerleştirmek | 30 |
| Kayış tahriki | 30 |
| Alalade kağıda tükenmez kalemle yazı yazmak | 20 |
| Bağlama malzemeleri gibi işlenmiş metaller kullanmak | 10 |
| Anahtarın vinil donanımları yalaması (aşındırması) | 8 |
| Derinin sürtülmesi | 4 |

**Tablo 3.** Kirlilik Seviyelerinin Personel tarafından Arttırılması

| AKTİVİTE | ORTAM SEVİYESİ ÜZERİNDEN ARTIŞ ( 0. 2 - 50 mikron zerre ) |
|---|---|
| **Personel hareketleri :** | |
| Aynı yerde 5-5 kişinin toplanması | 1.5 - 3 |
| Normal yürüme | 1.2 - 2 |
| Sakince oturma | 1 - 1.2 |
| Aktif tek - düze iş istasyonu | 1.01 |
| Tek - düze iş istasyonu, aktivite yok | hiç |
| **Personelin koruyucu giysileri ( sentetik elyaf ) :** | |
| Önlük kollarının sürtünmesi | 1.5 - 3 |
| Koruyucusu olmayan ayakkabıyla basmak | 10 - 50 |
| Koruyucusu olan ayakkabıyla basmak | 1.5 - 3 |
| Cepten mendil çıkarmak | 3 - 10 |
| **Personelin kendisi :** | |
| Normal nefes alıp verme | Hiç |
| Sigara içtikten 20 dakika sonraki nefes | 2 - 5 |
| Aksırma | 5 - 20 |
| El ve yüzü kaşımak | 1 - 2 |

Kirleticilerin ölçü ve dağılımının öneminin yanı sıra, izafi enerji seviyeside önemli bir faktördür. Bir zerrecik ve yerleşme noktası arasındaki relatif enerji seviyesi, zerreciğin toplanma ve tutulma oranını kontrol eder. Zerrecik yerleşimindeki önemli enerji tipleri elektriksel, kinetik ve termaldir. Elektriksel eğilimler hemen her ebatta toplanmayı etkileyebilen elektrostatik birikmeye neden olur. Zerrecikler bir kez şarj edildilermi, topraklı veya zıt şarjlı yüzeylere kuvvetle çekilirler. Birikimden sonra, ilk elektriklenmenin etkileri çekici güçleri değiştirebilir, ancak bununla ilgili kantitatif bilgiler derlemek zordur. Normal aeresoller, kimyasal bileşime dayanan bir şarj dağıtımına sahip zerreciklerden oluşur. zerrecikler, iyonlama radyasyonu ve diğer şarjlı zerreciklere temas etmek suretiyle şarj olurlar. Bir komponentin yüzeyini çevreleyen elektirik alanındaki değişmeler malzemenin iletkenliğine son derece bağımlıdır.

Kinetik enerji eğilimi, kirletici zerrecikler ile komponent yüzeyi arasındaki sürat farklılığından dolayı, zerrecik birikimine neden olur. Bu güçlere genellikle atalet kuveti denir. Buna doğrudan doğruya yer çekimi veya darbe etkileride dahildir. Darbe etkileri, zerreciklerin hareketinden ( rüzgarın taşıması gibi ) veya komponentlerin hareketinden ( vantilatör kanadı gibi ) doğsa bile ayrı mütala edilmezler. Cihazın,

zerrecik boyutunun ve hava akımının kontrol parametreleri, zerreciklerin yüzeye mi yapışacağını yoksa yüzey etrafındaki hava akımını mı takip edeceklerini saptar.

Termal enerji eğilimi, zemin, çevredeki havadan daha düşük bir ısıya sahipse, zerrecik birikimine neden olur. Bu olay meydana geldiği zaman, submikron (mikron - altı) zerrecikler birikecektir. Bunlar güçlük çıkarabilecek boyutlara kadar birleşip toplanabilirler.

## TEMİZ ODALAR

### Temiz Odada Kirliliğin Kontrol Edilmesi

Temiz odada kirliliğin kontrolu belli başlı 6 yolla yapılır:

1. Tesisin dizaynı
2. Odada kullanılan ekipman
3. Kullanılan prosedürler
4. Personelin faliyetleri
5. Çevre kontrolu
6. Bakım.

Genelikle bir temiz odanın dizaynı, ekipmanı ve çevre kontrolu, teknisyenin değiştiremeyeceği faktörleri oluşturur. Onun bu alandaki çalışmaları tesiste elde edilecek temizlik seviyesini kuvvetle etkileyecektir.

### Hava Temizliği Sınıfları ve Standartları

Genel olarak hassas mekanik cihazlar ( bir inç'in 100 milyon ile 1000 milyonda biri toleranslı olanları ), 2. 5 ile 25 mikron arası ebattaki zerreciklerden etkilenirler. Bu cihazların hem imalat hemde genel revizyon sırasında kirlilik açısından sıkı kontrolü gerekir. İnç'in 100 milyonda birinden az toleranslar, daha iyi özellikleri olan temiz odaların kullanılmasını gerektirir. ( muhtemelen Class 100 gurubundan bir temiz oda gibi )

Temiz iş alanlarının çeşitli seviyelerde olması ihtiyacı da belirlendiği için, federal standart 209 ile hava temizliği için üç kategori oluşturulmuştur. Bu sınıfların seviyeleri, orta boyuttaki zerreciklerin istatistik dağılımına bağlıdır. Havanın birim hacmi içersinde 0. 5 veya daha büyük yahut 5. 0 mikron veya daha büyük boyutta maksimum zerrecik miktarına sahip zerrecik konsantrasyonuna bağlıdır. İstatistik derleme amacıyla zerreciklerin sayımı, normal çalışma faaliyetleri sırasında ve havanın çalışma sahasına girdiği yerlerde yapılır.

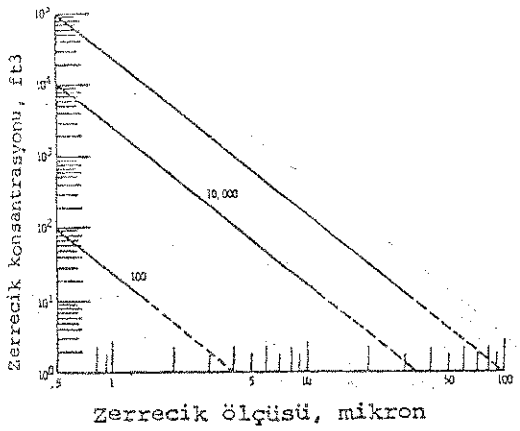
Federal standart 209'da belirlenen temiz oda sınıflandırması şöyledir:

Class 100- Zerrecik sayısı, 1 ft3 havada, 0. 5 mikron veya daha büyük boyuttaki zerreciklerden 100 taneyi geçmemelidir, ve bunların içinde 4. 0 mikron veya daha büyük zerrecik bulunmayacaktır.

Class 10. 000- 1 ft3 hava içersindeki zerrecik sayısı 10. 000 taneyi geçmeyecek, zerreciklerin boyutu 0. 5 mikron veya daha büyük olabilecek, fakat 5. 0 mikronluk zerrecik sayısı 65, 35 mikron veya daha büyük zerrecik sayısı ise 1 den fazla olmayacaktır.

Class 100. 000- 1 ft3 hava içerisindeki zerrecik sayısı 100. 000 taneyi aşmayacak, zerrecikler 0. 5 mikron veya daha büyük boyutta olabilecek, 5. 0 mikron boyutta 700 zerrecik, 100 mikron veya daha büyük boyutta zerrecikten bir taneden fazla olmayacaktır.

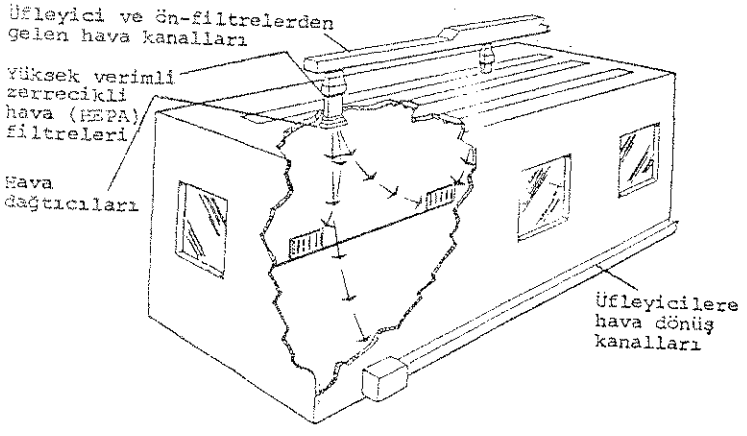
Şekil 2, her üç sınıf temiz oda için zerrecik boyuttunun bir fonksiyonu olarak zerreciklerin konsantrasyonunu göstermektedir. Her ft3 içinde 10 taneden az zerrecik bulunduğu vakit, bu kesik çizgilerle belirtilmiştir, çünkü çok fazla miktarda numune alınmadığı takdirde bunlara pek güvenilemez.




**Şekil 2.** Temiz Odalarda İstatiksel Zerrecik Ölçüsü Dağılımı

Class 100. 000 şartları muhtemelen Antartika ve Grönland hariç, hiçbiryerdeki doğal havayla sağlanamaz. Class 100. 000 sınıfına giren yeni en kötü temizlik seviyesine haiz temiz odalar, daha önce "A. Hava Kuvvetleri Standart Temiz Odaları" olarak tanımlananlara eşit tutulmaktadır. Gerek bu ifade gerekse Class 1, Class 2, vs gibi sınıflamalar artık mevcut değildir. ve bunların yerini Class 100, vs gibi sınıflamalar almıştır.

Temiz odalar için iki temiz oda kavramı halen en çok kullanılan dizaynları teşkil etmektedir. Eskisi, konvensiyonel akışlı temiz oda olarak bilinen tip olup, bu odada standard fakat filtre edilmiş hava, hava yolu ve dağıtım sistemleri kullanılır. Hava normal olarak tavandan girer ve tabana yakın bir çıkışa doğru rasgele bir akış düzeni oluşturur. Tipik bir klasik akış sistemi Şekil 3'de verilmiştir. Bugün kullanılmakta olan temiz odaların çoğu bu tiptir. Konvensiyonel ( klasik ) hava-akışlı temiz odaların avantaj ve dezavantajları bir sonraki bölümde ele alınmaktadır.

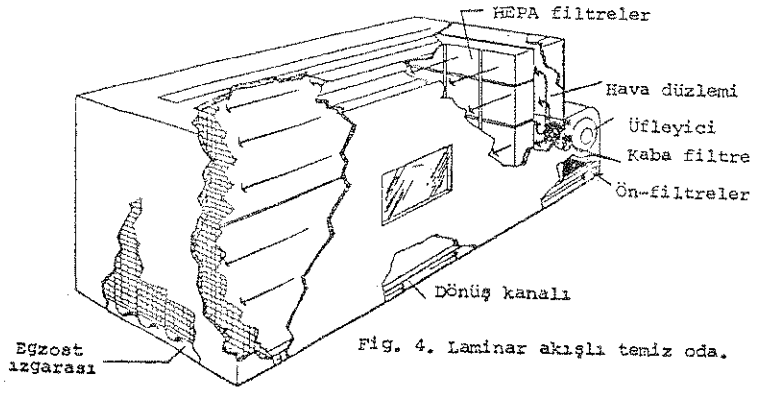



**Şekil 3.** Konvensiyonel Akışlı Temiz Oda

## TEK DÜZE ( LAMİNAR ) AKIŞLI TEMİZ ODALAR

Daha yeni dizaynlarda, laminar (tek-düze) akış denen prensip uygulamaya başlanmıştır. Laminar akış, hava akımı tek bir yönde ve akışın paralel elemanları aynı düzlemde paralel demektir. Bu tip bir tesiste, duvarın bir tanesi yüksek randımanlı hava filtrelerinden ( HEPA ) diğeri ise ( tam karşı duvar ) egzost (boşaltma) ızgaralarından meydana getirilir. Laminar akışlı tipik bir odanın dizaynı Şekil 4. de gösterilmektedir. Teorik olarak. hava, HEPA filtrelerden geçirildikten sonra odanın bir yanından diğer yanına düz bir hat halinde doğrudan doğruya akacaktır. Hava akımı, yeniden devirdaim olmak için filtrelere dönmeden önce, temiz odadan sadece bir kez geçer. Bu da birikme ve hafif zerreciklerin yeniden havalanması sorununu azaltır.

Laminar akışlı odalar, hava akımının yatay olması için duvardan duvara veya akımın dikey olması için tavandan tabana olabilir. Ancak, laminar akış, odanın boş olması halinde akış biçimini korur. Eşya, ekipman, personel veya odadaki herhangi bir hareket laminar akışı bozar hava akımları bu nesnelerin çevresinden dolaşmak zorunda kalacağından, meydana gelen anaforlar laminar akışı bozacaktır. Bir laminar akışlı odanın başlıca avantajı, büyük bir hareketli hava kütlesinin içeri girip kirlilik yaratan ve havaya karışan zerrecikleri aşağıya doğru süpürmesidir. Eğer yüksek düzeyde bir temizlik gerekli ise, bu şarttır. Laminar akışlı temiz oda, Class 100 tipi bir odanın elde edilebilmesi için kullanılabilecek yegane tiptir.




**Şekil 4.** Laminar Akışlı Temiz Oda

## TEMİZ ODA TİPLERİNİN KIYASLANMASI

Klasik akışlı temiz odaların avantaj ve dezavantajları şunlardır:

Avantajları :

1. Üretim hattı çalışma-akış düzeni kritik değildir ve yerleştirilmesi ( kurulması ) basittir.
2. Dizayn esnektir. Aynı hava sistemlerinden birkaç alan birden çalıştırılabilir.
3. Filtre ve hava sistemi daha basit ve bakımı daha kolaydır.
4. Ebatlar daha esnektir ve genişletilmesi daha kolaydır.
5. Konstrüksiyon ve çalıştırması en ucuz olanıdır.

Dezavantajları :

1. Kirlilik durumundan kurtulma yavaştır.
2. Personel kapasitesi sınırlıdır.
3. Hava değişmesi azdır ( saatte 20-25 kez ).
4. Sık sık bakım istemez.

Laminar çapraz-akışlı temiz odaların avantaj ve dezavantajları :

Avantajları :

1. Zerreciklerin birikim ve yeniden havaya karışma ihtimali asgari derecededir.
2. Tesis temizlik yapılmaksızın birkaç gün durabilir ( tesis, çalışma vardiyası işe başlamadan en az bir saat önce faliyete geçirilmelidir. )
3. Saat başına hava değişimi sayısı fazladır.
4. Kirlilik durumundan kurtulma çabuk sağlanır.

Dezavantajları :

1. Tek bir filtre modülünün bozulması sistemin kapatılıp tamir edilmesini gerektirir.
2. Odada personel, eşya, ekipman ve hareket olduğu sürece düzgün bir hız elde etmek zordur.
3. Elverişli bir çalışma-akışı düzeni kurmak zordur. Aşağı doğru yönelik çalışma daima yukarı doğru bir aktiviteye maruz kalır.
4. Boyutlar açısından esnekliği azdır ve genişleme imkanı sınırlıdır.
5. Her ft2 (0. 0929 m2)için maliyet fiyatı, klasik akışlı tipten oldukça daha pahalıdır.

Bir odadan yatay olarak hareket etmekte olan bir tek hava geçişinin avantajları düşünüldüğü zaman, sınırlayıcı bir faktör ortaya çıkmaktadır. 10 mikrondan daha büyük zerreciklerin ortadan kaldırılması garanti edilemez. Bu büyük zerrecikler odada dağılma eğilimi gösterirler. Ayrıca, bir işlem sırasında ortaya çıkan zerreciklerin ilk başlangıç hızı hava akımı tarafından etkilenmez. Bu hava akımı yaklaşık saatte 1 mil hızla hareket eder. Civata sıkıştırmak gibi mekanik işlemlerden doğan zerrecikler saatte 25 mil hızla hareket ederler. Genellikle bu işlemler ana hava akımı yolu üzerinde olmayacaktır, çünkü, tezgahların odanın ortasından uzağa, duvar kenarlarına yerleştirilmesi daha elverişlidir. Zerrecikler düşüp bir yüzeye yapıştıktan sonra, bu laminar hava akımı onları yerinden kaldıramaz.

Laminar akış prensibinin yatay yönden ziyade dikey yönde kullanılmasının ilave avantajları vardır. Dikey akış sistemlerinde, tüm tavan filtreli hava girişine ve tavan ızgaralı çıkışa tahsis edilmiştir. Bu dizayn, zerrecikleri sürüklemek için, hem yer çekiminden hemde hareket halindeki hava akımından yararlanır. Sonuç olarak, büyük parçacıklar bertaraf edilir ve daha büyük bir randıman sağlanır. Böyle bir tesis daha çok kimsenin çalışmasını mümkün kıldığı için, daha elverişli bir çalışma -akış düzeni dizaynlanabilir. Dikey akış sisteminin başlıca dezavantajı, konstrüksiyondaki zorluklardır. Tavan genişlemeyi sınırladığı için, esneklik ortadan kalkar. Izgara zemin, çalışma açısından zorluklar yaratır, ufak tefek parçaların yere düşünce ızgaralardan kaçıp gitmesi işten bile değildir.

Genel olarak, konstrüksiyon ve işletme maliyetinin çok yüksek olması nedeniyle, dikey laminar akışlı temiz oda ancak olağanüstü derecede temizlik gerektiren durumlarda kullanılması pratik bir oda olacaktır.

## LAMİNAR AKIŞLI ÇALIŞMA İSTASYONLARI

Laminar akışlı çalışma istasyonları, o standardta komple bir temiz oda yaratmanın daha ekonomik olmadığı durumlarda, özellikle temiz bir ortamı olan ufak bir çalışma sahası elde etmek amacıyla kullanılır. Çalışma istasyonları genellikle temiz bir odada veya beyaz bir saha içinde bulunur. Mesala, laminar akışlı bir çalışma istasyonu Class 10. 000 tipi bir temiz odada Class 100 seviyesinde bir montaj sahası sağlar. Çalışma istasyonları da temiz odalarla aynı kategorilere ayrılır ve Federal Standard 209 kapsamı içine girer.

Bir laminar akışlı çalışma istasyonu (merkezi) modüler bir ünite olup genellikle bir veya iki kişinin çalışmasına müsaittir. Bu çalışma istasyonu, içinde bulunduğu temiz odadakinden daha temiz bir ortam sağlar. Bu çalışma istasyonlarının temizliği, istasyonun arka kısmını oluşturan kendinden kapsamlı HEPA filtreler tarafından sağlanır. HEPA filtreler, bükümlü fiberglas levhalar kullanır. Bazı çeşitlerinde bükümlerin arasında oluklu kraft kağıt seperatörler vardır. Bazılarında ise plastik veya oluklu aliminyum folyo vardır. Çerçeveleri metal veya tahtadan yapılır. En ekonomik tiplerinde kontrplak çerçeve ve kağıt seperatörler kullanılır. HEPA filtreler, 0. 3 mikrondan büyük zerreciklerin filtre edilmesinde volüm (hacim) başına %99. 97 randıman sağlamaktadır. Çalışma istasyonuna giren bütün havanın filtreden geçmesi gerekir, çünkü aralıklardan hava kaçağı olursa, çalışma alanının havası kirlenir. Yüksek bir temizlik seviyesini muhafaza etmek için, basınç düşmesi ve filtrelerden geçen hava hızını sık sık kontrol etmek gerekmektedir.

Bir laminar akışlı çalışma istasyonundan geçen havanın hızı dakikada 90+-20 m/s olmalıdır. Bu hız, eşya yüzeyleri ve uç kenarlardan 1 inç uzakta tutulur. Hız, filtre elemanlarının geçirgenlik farklılıklarından dolayı bir yandan diğer yana değişiklikler olabileceği için, arkadan öne doğru ölçülür. Toz zerreciklerinin yana olan hareketi, akış oranındaki değişikliklerden etkilenmez. Filtre elemanları

kirlilik maddelerini topladıkca hız azalacak fakat genel olarak kullanıldıkca filtrenin randımanı artacaktır. Eğer akış oranı dakikada 50 ft'in (1ft=0. 3048m) altına düşerse, toz zerreciklerin yerleşmesi etkilenecektir. Filtrelerin peryodik bakımın ne kadar sık yapılacağı ise tecrübeyle saptanacak bir husustur. Hız ölçümleri muntazam aralıklarla yapılmalıdır ve doğru bir kağıt çizelgesi tutmak ta önemlidir. Bu kayıtlarda genellikle bir zerrecik sayımıda bulunur. Bu muntazam yapılıp tutulan kayıtların, filtre elemanlarının ne kadar sık aralıklarla değiştirilmesi gerektiği konusunda karar vermekte ne kadar önemli olduğunu belirtmeye gerek yok. Laminar akışlı temiz odalarla ilgili olarak yukarda verilen bilgiler aynen çalışma istasyonlarınada uygulanır. Laminar akış, hava akışına bir nesne girinceye kadar devam eder. Hareket halinde-ki bir hava akımına bir madde girince, yukarı akışta, aşağı akışta olandan daha büyük bir basınç oluşur. Bir nesne etrafındaki bu basınç eğilimi bir girdap oluşturur. Bir çalışma merkezinde (istasyonunda), çalışma alanının ön tarafındaki eşyalar, dış kenara yakın bir yerde girdap meydana getirir. Böylece, bu girdaplı hava odadan çalışma alanına kirli hava çeker ve çalışma merkezindeki hava kirliliği seviyesi etkilenir. Bu durum, bütün çalışmayı istasyonun iyice gerisinde yürütmek suretiyle, daha kolaylaştırılabilir. Tabiki, operatörün kolları, işin yapıldığı yer, her neresiolursa olsun, hava akımında bir karışıklık yaratacaktır. Bu dezavantaja karşı, bir imalatcı, çalışma merkezinin dış kenarı yakınına bir emme tesis etmiştir. Tesiste çalışma merkezinin dış kenarında hareket halindeki hava ceryanından daha düşük bir basınçta hava çıkışı sağlayan bir dizi vakum yarıkları vardır. Bu, bir nesnenin üzerinden geçtikten sonra hava akışını düzeltmeye yarar. Eşyanın arkasında hava girdabı ve çalkantısı yine devam ederse de, daha etkisiz ve az derecede olur. Hareket halindeki hava ceryanı ve hava çıkışının yarattığı bariyer, operatörün taşıdığı kirlilik hariç, kirliliğin girmesini önler. Bu imalatçı filtre ömrünün de %50 arttığını ileri sürmektedir.

## 5- TEMİZ ODANIN ÇALIŞMASI

### Temiz Odanın Çalışmasını Etkileyen Faktörler:

Temiz odaların kendilerine özgü ve yaptıkları işleri büyük ölçüde etkileyen özel faktörleri vardır. Bununla beraber, temiz odalar genel olarak dizayn, ekipman, prosedür, personel ve bakımlarından etkilenir. Çeşitli temiz odaların dizaynları bir dereceye kadar metnimizde ele alınmıştır. Fakat, bunların yanısıra, başka bir bakış açısından, temiz oda dizaynının dahada detaylı ele alınması gerekmektedir. Belirli bir temiz oda için dizayn seçimi yaparken üç husus gözönünde bulundurulmalıdır. Bunlardan birincisi, odanın fonksiyonudur, yani kullanılma amacıdır. Belli bir temiz odanın ortamına ve diğer özel kontrollerine önem verilmelidir. Mesela, bazı temiz odalar sadece komponentlerin temizlenmesinde kullanılır. Diğerleri ise montaj alanı olarak iş görür. Bir kısmıda her iki faliyetinde sürdürüldüğü yerlerdir. İkinci gözönüne alınması gereken husus, odanın çalışmasıdır, ki bunun içine çalışma akış düzeni ve istenen mamül kontrolünü yapabilmek için gerekli prosedürler girer. Üçüncü husus ise bakımdır. Bir temiz oda için mevcut ekipman ve malzemenin dikkatle incelenmesi, bu alanın ekonomik ve etkin biçimde bakımına yardımcı olur. Bu husus genellikle dizayn kavramı içersinde pek üzerinde durulmayan bir konudur. Aslında bakım faktörünün dizayn üzerinde büyük etkisi olması gerek.

### Tesis Dizaynının Prensipleri

Ayrıntılı dizayn prosedürleri bu metnimizin kapsamı dışında kalmaktadır. Bununla beraber, temiz oda operatörlerinin temel dizayn unsurlarını bilmelerinde yarar vardır. Mesela, hava işlem sisteminde, filtrasyon üç kademede yapılır. İlk etapta, hava, ucuz bir keçe kumaş, cam elyafı veya benzeri bir madde ile kaplı kaba bir filtreden geçer. Bu kademede genellikle 10 mikrondan büyük kirleticiler filtre edilir. İkinci kademede ise genellikle fiberglas veya elektrostatik bir filtre vardır ve bunun randıman nisbeti 0. 3 mikrondan büyük zerrecikler için %35 - %85 arasındadır. Bu randıman yüzdeleri, DOP ( dioctyl phthalate, kimyasal bir duman ) deneyi kullanılarak bulunmuştur. Bu deney Army Chemical Warfare Service (Ordu Kimyevi Harp Dairesi )tarafından geliştirilmiştir. Son etap olan HEPA filtreler en yüksek randımanı sağlar (0. 3 mikrondan büyük zerreciklerin %99. 97 si ) ve normal olarak temiz odaya açılan dağıtım veya hava girişinin hemen önünde yer alırlar. Bazen, hidrokarbon kirliliğini yoketmek için dördüncü bir filtre kademesinin kullanıldığı da olur. Bu filtreler aktif kömür olup kendi ağırlıklarının %50 nisbetinde kirlilik taşıyan zerrecikleri emebilirler. Bir ft3 kömürde 2 milyon ft2 lik emici yüzey vardır.

Temiz odada, pozitif basınçlar, hem üfleme hemde geri dönüş kanallarında bulunan bir seri yavaşlatıcı ve durduruculardan sağlanır. Geri dönen havanın mümkün olduğu kadar büyük kısmı yeniden kullanılır çünkü bu oldukça temiz bir havadır ve istenen ısı ve nemliliğe oldukça yakındır. Genellikle sadece %25 kadar ilave hava gerekmektedir.

Aşağıda verilen hususlar, bir temiz odanın dizaynında gözönüne alınması gereken tipik hususlardır :

1. Pompa, körük, motor vs gibi makineler temiz odanın dışına yerleştirilmelidir.
2. Servis imkanları ve servis ekipmanları tesisin yakınlarında bulundurulmalıdır.
3. Soğutma havası ve pnömatik cihazlardan çıkan hava, odanın dışına boşaltılmalıdır.
4. Hava sevk ve işleme sisteminde, aşınmaz, paslanmaz ve soyulmaz cinsten malzeme kullanılmalıdır.
5. Odanın dört duvarı, zemini ve tavanı için de aşınmaz ve dökülmez malzeme kullanılmalıdır. Bu malzeme kolay temizlenir cinsten olmalı ve odanın köşeleri yuvarlak yapılmalıdır.
6. Kolayca temizlenebilen ve bakımı yapılabilen bir aydınlatma sistemi kullanılmalıdır.
7. Fazla basınca karşı ağır hizmet görecekleri için, kapı menşeleri ve diğer madeni şeylere dikkat edilmelidir.
8. Hava-kilitleri veya geçmeli pencereler üzerine mekanik veya elektirikli kilitler yerleştirilmelidir.
9. Aletler mümkün olduğu kadar odanın dışına yerleştirilmelidir.
10. Enerji ve servis tesislerinin bakımı, temiz alana girmeden onlara ulaşılabilecek şekilde yapılmalıdır.
11. Personelin girip çıkmasını asgariye indirmek için haberleşme cihazlarından yararlanılmalıdır.

**Temiz Oda Ekipmanlarının Seçimi**

Temiz oda için seçilecek eşya ve ekipmanlar, bakım ve temizlik ihtiyacını asgariye indirecek şekilde düşünülerek alınmalıdır. Bugün piyasada temiz oda için çok çeşitli eşyalar vardır. Genel olarak, keskin kenar ve köşeler en az miktarda olmalıdır. Eşya yüzeyi kaba, soyulmayan ve aşınmayan cinsten olmalıdır. Çalışma yerlerinin yüzeyleri, ısı, nem ve aşınmaya dirençli lamine plastik kaplı olmalıdır. Paslanmaz çelik te kullanılabilir fakat yansıtma ve göz kamaştıran parlaklığı önleyici bir işleme tabi tutulmalıdır. Çalışacak kimselerin rahatı gözönüne alınmalıdır. Mesela, odadaki iskemleler çeşitli yüksekliklere ayarlanabilir ve rahat bir dizaynda olmalı. Üzeri kumaş kaplı iskemle ve yastıklardan kaçınılmalıdır. Özet olarak, eşyanın dizaynı basit olmalı ve kirletici maddeleri tutmaya müsait yüzeyi minimum olmalıdır. Temiz oda için seçilen aletler, kullanım sırasında zerrecik yaratma ihtimali en az olan cinsten seçilmelidir. Bunlar iyi kalite krom kaplı aletler olmalı ve mengene gibi sert yüzeyli olanlar epoksi veya üretan boya ile boyanmalıdır. Aşınma yüzünden kirlilik yaratmalarını önlemek için sık sık aletler kontrol edilmelidir. Sabit pnömatik veya vakum bağlantıları paslanmaz çelikten yapılmalıdır. Bütün egzost havası temiz odanın dışına boşaltılmalıdır. Bütün hortumlar polivinil veya teflon olmalı. Oynak parçalar vinil bir muhafaza veya başka bir düzenek içine alınmalıdır. Dolap, konsol ve kabin gibi şeyler kapalı yapılmalı ve girintili-çıkıntılı motif veya dekorasyondan kaçınılmalıdır.

Makina tahrikli olanların dışıdaki sürtünme noktaları, teflon, naylon veya diğer kendinden yağlamalı rulmanlarla donatılmalıdır. Kapılar ve diğer açılıp-kapanan kısımlarda paslanmaz çelik yataklı bilyeli rulmanlar kullanılmalıdır. Portatif ekipmanlarda gerektiğinde kullanılan tekerlek veya makaralar vinil veya kauçuk koruyucular içine alınmalıdır. Kaldırma araçları kullanılırsa, bunlarda paslanmaz çelik veya naylon kaplı tel kullanılmalıdır. Bütün kenar ve köşeler yuvarlatılmalıdır. Yerde duran ekipmanların zeminle temaseden yüzeyleri yerde iz bırakmayacak kadar büyük olmalıdır. Temiz odanın dizaynı, servis ve personelin kullanımı için bazı husuları içermelidir. Antreler, hava duşları, ayakkabı temizleyicileri ve yapışkan paspaslar norma olarak gerekli şeylerdir. Ayrıca, büyük temiz odalarda, bir soyunma yeri, bir yemekhane, bir dinlenme odası, vs de gereklidir. Bu ihtiyaçlar genellikle mevcut imkanlarla karşılanabilir, fakat kontrollu ve yararlı kullanılabilmeleri için bir plan yapılması gerekir. Mevcut bir tesis içersindeki temiz oda tesislerinin yeri dikkatle planlandığı takdirde, personele gerekli alanların sağlanmasıda mümkün olur. Bunun mümkün olmadığı hallerde, temiz oda bu ilave özellikleri ve kontrol imkanlarını gerektir-ecektir.

Yararlı olduğu bilinen diğer bazı temiz oda özellikleri içinde, intercom sistemi, telefonlar, ziyaretcilerin temiz odanın içini görmesini sağlayan pencereler, ışık yansımasını önleyen pastel renkli boyalar, merkezi bir elektirikli temizleme sistemi ve odaya malzeme ve ekipmanın girmesini sağlayan ara geçitler yer alır.

Önemli faktörlerden biriside temiz odanın çeşitli bölümlerindeki aydınlatma seviyesidir. Laboratuvarlar için, tezgahlardaki yakın çalışmalarda en az 100 mumluk bir ışık gereklidir. Bu gibi yerleri 500 mumluk

ışıkla aydınlatma yoluna gidildiği olur. Bir tesiste 400-500 mumluk bir aydınlatma muhakkak ki asgari spesifikasyonu karşılar fakat yansımalardan dolayı göz yorgunluğundan da kaçınılamaz. Personel, aslında pek sebebini dahi bilmeden, bir odada çalışmaya itiraz edebilir. Böyle bir durum ortaya çıkınca, ilk önce aydınlatma gözönüne alınmalıdır. Çok fazla ışıklandırma olan yerlerde meydana gelen ısı, soğutma sorunlarına neden olabilir. Lakin son zamanlarda kullanılmaya başlanan floresan lambalar bu problemi oldukca azaltmıştır.

**Temiz Oda Personelinin Giysileri**

Temiz bölgelerde kirliliğin en büyük tek kaynağı genellikle temiz oda operatörleridir. Üzerlerinde içeri taşıdıkları kir zerreciklerinin yanı sıra, kendi normal çalışmaları sırasında da kirlilik üretmeye devam ederler. Bu alanlara girenler, kirlilik yayılmasını asgariye indirmek açısından, özel olarak giyinmelidirler. Temiz odada giyilen elbiseler, çalışılan parçalarla en çok temas eden ve temiz odadaki yüzeylere en çok dokunan malzemelerdir. Dolayısıyla, temiz odada giyilecek elbiseler en az kirlilik taşıyacak ve en az kirlilik kaynağı olabilecek cinsten olmalıdır. Temiz oda giysileri çok geliştirilmiştir. Kullanılan kumaşların çoğu sentetik ve üzeri tüysüz cinstendir. En çok dakron ve naylon kumaş kullanılmaktadır. Dakron daha gözde bir kumaştır çünkü statik elektriğe ve zamanla sararmaya karşı daha dayanıklıdır.

Temiz oda giysilerinin en önemli özelliklerinden birisi dokumasıdır. Bugün en fazla kullanılanlar balıksırtı ve taftadır, ve her birinin kullanımını etkileyen belli özellikleri vardır. Balıksırtı dokuma, ağırlığının ve yoğunluğunun fazla olmasından dolayı daha- dayanıklıdır. Giyen kimsenin vücudundan çıkan kirler kumaştan kolayca çıkıp taşınamaz. Tabi bu özellik bir yandan da giysinin temizlenmesini zorlaştırır. Öte yandan, tafta dokuma yıkanarak kir zerrecikleri azaltılabilir fakat hafif kumaş olması nedeniyle dayanıklı değildir. Bu çeşit giysiler, sık sık giysi değiştirmeyi gerektiren çok hassas işler için kullanılır.

Temiz oda üniforması genellikle cepleri olamayan bir iş elbisesi, kafaya sıkıca oturan bir kap, üzerinde tüy veya hav olmayan ve hissetme hassasiyeti olan eldivenler ve ayakkabılar üzerine giyilen çizmelerden meydana gelir. Dokunmaya hassas kauçuk veya vinil eldivenlerde vardır. Bu çeşit sentetik eldivenleri cerrahlar kullanmaktadır. Lakin bunlar kullanılmadan önce özel hazırlık gerektirir. Bu eldivenler kolay giyilebilmesi için imalatçı tarafından pudralanır. Bu tür eldivenler temiz odaya alınmadan önce temizlenerek pudrasının giderilmesi gerekir. Çizmeler de temiz oda giyiminde büyük sorun yaratır. Bunlar toz yuvasıdır ve hemen hemen herzaman gevşek ve ayağa tam oturmayan cinsten oldukları için, cadde ayakkabılarındaki tozu yayarlar. Vinil tabanlı ve dakron yüzlü yıkanabilir ayakkabılar daha iyidir ve o zaman çizmeye gerek kalmaz.

Temiz oda giysileri son derece temiz koşullarda yıkanmalı ve kirlilikten korumak için çift kat ambalaj içine konmalıdır. Class 10. 000 odada kullanılan giyecekler, Class 100 oda koşullarında yıkanıp paketlenmelidir. Bu tip yıkama tesislerine, bilhassa ABD' nin doğu kesimlerinde, pek nadiren rastlanır. Bazı temizleme şirketleri uzak bölgelere her hafta uçakla express servis yaparlar. Her temizlemeden sonra, her bir giyecek, aşınıp aşınmadığını kontrol etmek için sıkı bir tetkikten geçirilmelidir. Zerrecik için, giyecek kumaşından alınan bir numune parça üzerinde kontrol yapılmalıdır. Bu kontrolün nasıl yapılacağı Hava Kuvvetlerinim 00-25-203 sayılı emrinde belirtilmiştir.

Temiz odanın giyim eşyalarıyla ilgili olarak, bu odada kullanılan temizlik bezleride söz konusudur. Pamukludan yapılmış normal temizlik bezleri, kumaşın kendisi tüylü olduğu için, temiz odada kullanıma uygun değildir. Dakron ve naylon gibi kumaşların tüyü yoktur ama emme özelliği zayıftır. Lamine temizlik bezlerinin yapılmasıyla bu sorun bir dereceye kadar halledildi. Emme özelliği yüksek bir parça temizleme bezinin kenarları dikilerek dakron ile kaplanmıştır. Bu bezi düz halde tutabilmek için bir de çapraz dikiş yapılmıştır. Bu çeşit bir temizleme bezi hem oldukça yeterli bir emme özelliği taşır hemde yüksek tüy muhtevası yüzünden doğabilecek sorunu önlemiş olur.

**Temiz Odanın Bakımı**

Bir temiz oda tesisinin bakımı iki özel tip işlemi gerektirir. Bunlardan biri "koruyucu bakım" diğeri ise "odacılar tarafından yapılan bakımdır. Birincisi temiz oda personeli tarafından yapılırsa da, ikincisi yine aynı kimseler tarafından veya başkaları tarafından yapılan bakımdır. Arada farklılık yaratan özellik, koruyucu bakımın sürekli bir çaba olmasıdır. Bu bakım, personelin odada olduğu süre içersinde devam eder durur. Odacılar tarafından yapılan bakim ise periyodik bir işlem olup, birkaç saatlik vakit alan, daha geniş kapsamlı bir iştir. Bu bakım genellikle haftada bir veya iki kez tekrarlanır.

İyi bir koruyu[illegible]ekim programı beklenmeyen durmaları, inkitaları ortadan kaldırır ve tesisin devamlı çalışması ve bü[illegible]lüğüne büyük ölçüde katkıda bulunur. Önleyici bakım programı tesis etmede aşağıdak[illegible]neriler faydal[illegible]rlar :vakum sistemi, pabuç temizleyicileri (shoe cleaners)vs, gibi özel teçhizatın yenilenme[illegible]i ve [illegible]mir edilmesi için elde yeterli yedek parçanın bulunmasına dikkat edin.

Temiz odada kullanılan bütün aletler için bir dosya tutulmas gerekir. Bu dosyada yedek parçaların satıcılarının adresleri bulunmalı, parçaların listeleri ve kullanma talimatları bulunmalıdır. Yedek parçaların devamlı olarak mevcut olmasını sağlamak bakımından periyodik bir kontrolun yapılması lazımdır. Tamir parçalarının temiz oda yenileme aksamlarının veya aletlerinin kayıtlarının tutulması gerekir. Bunlar bir işlemin maliyetini göstermede olduğu kadar, muhtemel masraf tasarruflarını da göstermede kullanılabilir. Temiz oda operasyonlarının durmasına neden olabilecek beklenmedik bozulmaları ve diğer aksaklıkları önlemek için program dahilinde periyodik çalışmalar yapılmaktadır. Ana kalemlerin hemen hemen çoğu, bilhassa proseste kullanılan teçhizat için basit bir kontrol listesi yeterli olacaktır. Bu raporların doğru olması ve referans olarak makul bir süre için korunması gerekir.

Temiz odalarda, evlerde uygulanan temizlik kaideleri gibi iyi bir temizlik yöntemi kullanılması büyük önem taşır. Kir meydana gelir gelmez bunu yoketmek için her bir gayret gösterilmelidir. İş tezgahında göze çarpan herhangi bir kirlilik hemen bir temizleme bezi veya elektirikli temizleme sistemiyle temizlenmelidir. Sürekli temizlik çalışmalarından başka, temiz oda alanı her çalışma günü sonunda temizlenmelidir. Bu temizlik genellikle temiz odanın temizleyicileri tarafından yapılır. Bu işlemde yerler elektirikli süpürge ile temizlenir ve odadaki bütün büyük ekipman da bu yöntemle gözden geçirilir. Bütün iş tezgahlarının üzeri ve düz alanlar nemli bir süngerle silinmelidir. Bazen temiz odadaki iş hacmi o hale gelirki, koruyucu bakımın bir kısmı bir kenara bırakılır. Bu durumun adet haline gelmesine meydan verilmemelidir, çünkü aksi halde odacıların yapacağı bakım hizmeti daha da çok artar. Temiz oda tam yükle çalışmasa bile günlük yapılan bakım işi ihmal edilmemelidir.

Odacıların yapacağı bakım hafta sonunda iş günü bitiminde yapılmalıdır. Böylelikle hafta sonunda temiz bir çevre ve atmosferin yeniden tesisi mümkün olacaktır. Odacılar, özel bir ihtimam gösterilmesi fikrini iyice benimseyinceye kadar bu temizlik temiz oda personelinin nezareti altında olmalıdır. Temizlikçiler de normal çalışma esnasında temiz oda personelinin giydiklerine benzer giysiler kullanmalıdır. Ayrıca, temiz oda temizliği için özel olarak seçilmiş ekipman kullanmalıdırlar. Bu temizlik aletleri de temiz odanın dışında fakat yine de oda mahallinin çevresinde depolanmalıdır. Bir temiz odadan ötekine taşınması doğru değildir. Bakımda kullanılan ekipman, zerrecik üretimini asgariye indirecek ve temizlik imkanını en üstün şekilde verecek malzemelerden seçilmelidir. Metal saplı naylon saçaklı yer silecekleri tavsiye olunur. Islak temizlik bezlerinden ziyade süngerler kullanılmalıdır, süngerler fotoğrafik tipte olmalıdır çünkü bunlar aşınmaya başlar başlamaz, büyük parçalar dökmeye başlarlar, bu aşınma hali farkedilince hemen yenilenmelidirler. Soyulmayan cinsten iyi kalite plastik kovalar kullanılmalıdır. Normal olarak 10-12 litrelik (10 guartz) kovalar en çok kullanılanlardandır. Paslanmaz çelik kovalar da kullanılabilir fakat bunlar daha pahallıdır. Temiz oda da kullanılan merdivenler metalden ve ayaklarının kaymasını önlemek için kauçuk kaplı dayanıklı olmalıdır. Temizlik ameliyesinde kullanılan su iyonsuz, distile edilmiş su olmalıdır. Kullanılan deterjan tortusu az cinsten olmalıdır. Aslında sıvı deterjan en iyisidir fakat bileşimi temiz odanın dışında hazırlanırsa, toz deterjan da kullanılabilir.

Odacıların yapacağı temizlik genellikle ıslak süngerle iş tezgahlarının duy, fiş, vs'nin duvarların ekipman muhafazalarının çalışma merkezinin temizlenmesini içerecektir. Pencere ve kapılar bir sıvı temizlik maddesiyle silinir ve tüysüz bezle parlatılır. Odada temizleme bezleri silkelenmez ve kullanılmadıkları vakit plastik torbalara konur. Elektrik prizler, hava giriş ve çıkış geçitleri süngerle silinir. Yer, deterjanlı suyla silinip, natürel suyla üzerinden bir kez daha geçilmelidir. Dolap üstleri gibi düz satıhlar süngerle silinir ve kurulanır. Antre ve oradaki dolaplarla bu alanın yeri süngerle silinir, kurulanır ve elektrikli süpürgeyle süpürülür. Yapışkan paspaslarla özel temizlenmesi ise, imalatçının talimatına göre yapılmalıdır. Ayakkabı temizleyicileri elektrikle temizlendikten sonra yıkanmalıdır. Bütün musluklar boşaltılmalı sabit olmayan paspasların altı elektrikle süpürülmeli, yıkandıktan sonra bir kere daha elektrikle alınmalıdır.

Bir kontrol olarak, belirli aralıklarla temizlik işleminin yeterliliğini ölçmesi için otomatik bir zerrecik sayımı yapılmalıdır. Bu sayım temizlikten önce, temizlik sırasında belirli aralıklarla ve iş bittikten sonra da en az iki kez terarlanmalıdır. Bir okuma, temizlik işi bittikten bir saat sonra yapılmalı; ikincisi ise bundan 3 saat sonra yapılarak odanın yeniden çalışma durumuna geldiği yeniden tesbit edilmelidir. Zerrecik sayımı için numune Pazartesi sabahı odaya ilk giren şahıs tarafından alınmalıdır. Bu da odanın bütün hafta için temizlik derecesinin temelini saptamaya yarayacaktır. Temizlik kontrol listeleri

tutulmalıdır. Bu raporların periyodik olarak gözden geçirilmesi odacıların yaptığı temizlik ameliyesinde gerekebilecek değişiklikleri belirleyecektir.

**Temiz Oda Tasdiknamesi :**

Kontrol altındaki çevrelere duyulan ihtiyacın artması, temiz oda spesifikasyonlarının standardize edilmesi gerektiğini de hissettirdi ve bu da temiz odalar için tasdiknamelere yol açtı. NASA'nın içinde bulunan Uzay Uçuşları Dairesi temiz oda tasdiknamesi prosedürünü ilk yaratan merci oldu.

Bu durumda tasdiknameden kastedilen mana, kontrollu çevreye sahip tesis, belirlenen koşullara cevap verebilecek niteliktedir ve bunları tatminkar bir şekilde kanıtlayabilmiştir. Bu tastikname temizlik dereceleri veya çevresel nemlilik yahut ısı derecesi gibi hususları belirlemez. Kontrolün derecesi ve seviyesi, mamül spesifikasyonlarının gerektirdikleri bir fonksiyondur. Fakat bu prosedür, gerekli temizlik ve çevre koşullarının sağladığı ve yürütüldüğünü ortaya koyan usul ve şartları ihtiva eder. Tastikname, tesisin bu prosedürü uygulamaya müsait olduğunu ortaya koyduğunu belirten resmi bir beyanatla kanıtlanır. Bu kanıtın devam etmesi ile bu tasdikname de geçerliliğini sürdürebilir. NASA'nın tasdikname için gerekli saydığı hususlar "Apollo Programı Kirlilik Kontrolü Elkitabı"nda verilmektedir. Bu kitapta tesisin belgelerle kontrolü, performansının belgelerle kanıtlanması ve numuneler, deneyler vs. belgelerin elde edilmesi ve bu işlemlerin sürekli yapılması önemle belirtilen ve üzerinde durular hususlardır.

Tasdikname veren en azından bir tane ticari kuruluş mevcuttur. Belirli bir ücret karşılığında kur tesisteki basınç, ısı ve zerrecik dağılımının harita halinde hazırlanması da dahil olmak üzere, t odanın komple bir tahlil ve tetkikini yapar. Temiz oda içerisindeki temiz çalışma merkezleri için ise bir araştırma ve çalışma yapılır. Çalışma merkezinde hava akımı hızı ve zerrecik kirliliği dağı ölçülür. Ancak kayıtlar muhafaza edilir ve her 6 ay'da bir spot kontroller yapılırsa, tasdikname devamı da sağlanmış olur.

## 6-TEMİZ ODA PERSONELİ

**Temiz Oda Personelinin Seçimi:**

Herhangi bir önemli ve hassas görev için personel seçimi yaparken, ilk gözönüne alınması gereken husus, o şahsın o işi yapabilecek kapasite ve kabiliyette olup olmadığıdır. Temiz oda çalışması söz konusu olunca, işi yapabilme kabiliyetinin başlı başına yeterli olmadığı da anlaşılmaktadır. İşçi işini öyle yapmalıdır ki, gerekli olan temizlik herhangi bir şekilde bozulmasın veya tehlikeye girmesin. Temizliğin tehlikeye düşmesi ise hemen göze görülmeyebilir. Bir şahıs bilmeden veya kasıtlı olmadan, çalışmanın yeniden yapılmasını gerektirecek pahalı bir hata yapabilir, veya bakım işlerini ihmal edebilir. Dolayısıyla, temiz oda ile temas edecek herkesin, yüksek düzeyde temizliği koruyacak davranış ve düşüncede olması şarttır. Kirliliği kontrol prensiplerini bilmesi ve her hareketin sonucunun ne olacağını anlaması gerekir.

Temiz oda personelinin seçiminde pekçok fiziki ve insani karekteristiklerin gözönüne alınması gerekir. Seçme problemini idareciler, mikrobiyolojistler ve uygulamalı psikologlardan oluşan bir ekibin yapması önerilmiştir. El becerisi, görüş keskinliği, sabır, ayrıntıya gösterilen dikkat, tekrarlanan işlemlere karşı tutumlar, şahsın cilt durumu ve kontrollu bir alana bağlı kalmanın zorunlu kıldığı sert disipline karşı tepkiler hep önem verilmesi gereken hususlardır. Bundan dolayı temiz oda personelinin tutumu önem taşır. Bu alana girmeden önce bu tür odanın çalışma şartlarını kabullenmeye hazırlıklı olmaları gerekir. Bu kimselere, hemen yakın çevrelerinden ötesini de dikkate almaları gerektiği öğretilmeli, kirliliğin çeşitleri de kendilerine tanıtılmalıdır. Ekseriyetle temiz oda çalışmaları için böyle son derece disiplinli personeli bulmak zordur. Bir temiz odaya adapte olabilmenin problemleri esasen psikolojiktir. Uzay laboratuarları; temiz oda koşullarına uymayı kolaylaştıran üç hususu belirtmişlerdir. Bunlardan biri rekabettir;yani temiz odada yapılan çalışma daha yüksek ücreti gerektirecek kadar kritik bir iştir. Daha yüksek tazminat almak için böyle bir rekabet durumunun olması şikayetleri azaltmaktadır. İçtimai durum da önemlidir. Eğer temiz odada çalış- anlar yetenekleri yüzünden seçilirlerse, bir imaj yaratılmış olur. Dikkati pek çekmeyen bir takım başka özellikler de şahsın içtimai görünümünü tamamlar. Temiz odada çalışanlara, başka yerlerde çalışanlardan daha fazla temizleme süresi tanınmalıdır. Bu odada

çalışan insana tanınan dinlenme süreside daha sık ve uzun olmalıdır ki içinde bulunduğu kısıtlayıcı ortam biraz karşılanmış olsun. Temiz odada çalışanlar için özel hizmetlerin sağlanması, onların işlerine olan tutum ve davranışlarını etkiler. Burada çalışan kimse kapalı durumda olduğu için, kendi alanı dışındaki ekipman, iş aletleri vs. gibi şeyleri edinmek için başkalarının yardımına muhtaç olacaktır. İşinin icabı başka işçilere gerekmeyen özel malzemenin satınalınmasını dahi isteyebilir.

Psikologlar temiz oda çalışmasına en uygun olan kimselerin kişilik özelliklerini bulmaya çalışmışlardır. Thurstone mizaç denemesi, temiz odada çalışacakları seçmede yararlı olmuştur. Başarılı olanlarda şu özellikler kendini göstermiştir:

1. Hissi bakımdan muvazeneli olma özellikleri yüksek
2. Aktif, hareketli ve konuşkanlık özelliklerinde orta ( vasat )
3. Düşüncesizce davranma, mütehakkim olma ve yansıtıcı özellikleri düşük düzeyde.

Bununla beraber, bu bulgular dikkatle tefsir edilmelidir çünkü belirli görevlere göre bunlar değişebilir.

**Personel Kontrol Usulleri**

Personel kontrolü, işçiler temiz odaya girmeden önce başlamalıdır. Yağmurluk, palto, şason, vs. gibi giyecekler temiz odadan uzak bir yerde bırakılır. Bunları çıkardıktan sonra personel temiz oda alanına girer ve kendi giyeceklerini hazırlamaya başlar. Ayakkabılarını özel ayakkabı temizleyicisinde temizler. Bu ayakkabı temizleme ekipmanının bir cinsi tabanları bir türüde ayakkabınının üst ve yanını temizler. Bu önemli bir işlemdir çünkü gevşek zerreciklerin temizlenmesi gerekir. İşçi temiz odanın antresine girer. Burada elbisesinin ceketini ve sigara, kalem, not defteri gibi şahsi eşyalarını çıkartır.

Eğer tesiste bir hava duşu varsa, işçi 20 saniye kadar burada durarak bu hava duşundan geçer. Bu duştan geçerken kollarını havaya kaldırır, vücudunu 360 döndürür. Sonra da temiz oda giysilerini giyer.

Giyinme işi genellikle ayakta yapılır. Giyecekleri kirletici zerreciklerden korumak için azami dikkat göstermelidir. Acemi biri giyecekleri giyerken kolunu veya eteğini yere sürmeden pek bu işi beceremez. Fakat bu da zamanla mükemmel hale getirilemeyecek bir iş değildir. En son çizmeler giyilir ve operatör derhal jel paspasa doğru ilerler. Operatör temiz odaya her giriş çıkışında aynı işlemleri yapar. Odadan her çıkışında, içeri girmek için üzerindeki giysiyi değiştirip temizini giymesi gerekir. Zaten tüm üniforma her gün değiştirilmelidir. Eldivenler daha sık değiş- tirilir, kirlendikleri an değiştirilmesi gerekir.

Bir temiz odanın üzerinde en çok durulan yanı, kurallarınıntesbitidir. Her tesisin kuralları temel olarak birbirine benzersede yine kendine özgü bir takım ayrıcalıkları vardır. En önemlisiher bir operatörün bu kuralların nedenini anlaması ve bunları uygulayıp, onlara riayet etmesidir. Aşağıda belirtilen temiz odaya girme, odadan çıkma ve temiz oda içersinde çalışma kuralları normal uygulanan usülün tipik bir örneğini teşkil eder.

**Temiz Odaya Girmek**

1. Ayakkabı temizleyiciyi kullanın ve elektirikli paspas ile ayakkabılarınızı temizleyin. Hava süzgecine ( air-lock ) girmeden önce ayakkabı temizliğini tamamlayın ve hava süzgeci içerisinde şason giymeyin.
2. Hava süzgecine girince, yapışan paspas ve çıplak yerde yürüyün. Ayakkabılarınızın üzerine koruyucu çizmeleri giymeden önce jel paspasa basmayın. Jel paspas ( gel mat ) üzerinde ayakkabı ile gezmeyin.
3. Cebinizde olan herşeyi çıkartın. Kol saati ve diğer mücevherat gibi şeyleri çıkartın.
4. Üstünüzdeki ceketle birlikte bu çıkardıklarınızı size ayrılan dolaba koyun.
5. Depo dolabından temiz bir giyecek alın.
6. Ambalajını yırtmayın, makasla kesin. Çıkan ambalaj kağıdını oradaki özel kutuya atın.
7. Önce önlük giyilmelidir. Giysinin yere sürünmemesine çok dikkat edin.
8. Önlükler, enseden, el ve ayak bileklerinden bağlanır.
9. Ayakkabılar üzerine çizmeleri giyin. Bileklerden bağlayın. Bu çizmelerle çıplak yere basmayın, hemen jel paspas üzerine basın.
10. Saçlar tamamiyle başlığın altında kalmalıdır.

11. Temiz odaya girer girmez hemen istediğiniz veya yapacağınız işe uygun eldivenleri takın.

**Temiz Odadan Çıkmak**

1. Üzerinizdeki giysileri ancak hava süzgecine girdikten sonra çıkartın.
2. Ayakkabılarınızla jel paspasa basmayın. Hava süzgeci dışında çizme giymeyin.
3. Kullanılmış temiz oda giysilerinizi temiz oda dışındaki kirli dolabına koyun. Bez eldivenler giyeceklerden ayrı tutulmalıdır.
4. Temiz odaya her girişte yeni bir temiz giyecek giyilmelidir. Bunu aksi davranışlar için temiz oda operatörüne danışın.

**Temiz Oda Prosedürü**

1. Cilt veya solunum sistemi rahatsızlığı olan kimseler temiz oda alanına sokulmaz.
2. Soğuk algınlığı veya aşırı derece güneş yanığı olan kimselerin temiz odada çalışmalarına izin verilmez.
3. Temiz odaya yetkisi olmayan hiç kimse girmeyecektir.
4. Odaya sadece işin görülmesi için gerekli deney donanımları, alet-ler, hidrolik elek ve montaj aletlerinin girmesine izin verilir.
5. Eğe, demir peroksit bez gibi aşındırıcı şeyler sokulmaz.
6. Soyulan, parçalanan veya lastik kaplama bantlar kullanılmaz.
7. İş tezgahları üzerinde parça veya komponent bırakılmaz.
8. Sadece kontrolden geçmiş temiz oda giysileri kullanılabilir.
9. Temiz odada sigara içmek veya yemek yemek yasaktır.
10. Traş pudrası, dudak boyası veya ciltte ilaç kullanan hiç kimse temiz odaya giremez.
11. Temiz odaya kurşun kalem giremez. Orada tükenmez kalem ve üzerinde lif bulunmayan kağıt bulundurulabilir.
12. Odada yapılacak hareketler yavaş ve ritmik olmalıdır.
13. Ayakların yere sürtülmemesi gerekir.
14. Kollar sağa, sola sallanmamalıdır.
15. Temiz odada kol saati veya mücevherat takılmaz.
16. Başınızı, kaşlarınızı veya açıkta olan cildinizi kaşımayınız.
17. Önlükler temiz odada bağlı oldukları yerden çözülmez.
18. Eldivenli el ile önlüğün kolu arasında çıplak cilt görünmeyecektir.
19. Temiz odaya alınan bütün ekipman göze görünür kirden uzak olmalıdır.
20. Temiz odada belirli bir süre içerisinde 4 kişiden fazla personel bulundurulmaz. ( normal olarak 500 ft2 lik bir temiz odada 4 kişilik yer vardır. )
21. Laminar akışlı çalışma merkezlerinde belirli bir süre içerisinde iki kişiden fazlası çalışamaz.
22. El aletleri kullanılmadığı zaman, dolaplarda veya üstleri kapalı şekilde muhafaza edilmelidir.
23. Bu kurallara istisna teşkil edecek durumlar, teknik danışmadan sonra gözönüne alınabilir ve ancak tesisin ekip şefi tarafından onaylanabilir.

**Operatörlerin Eğitimi ve Tasdiknameleri**

Şahıslar temiz oda operatörleri olarak seçildikten sonra görev için eğitilmelidir. Şu önemli hususların gözönüne alınması gerekir:

1. İşin esaslarını öğrenmek, temiz oda kuralları, kaideleri ve usullerini iyice tanıyıp bilmekle başlar.
2. Bu katı kuralların nedenleri izah edilmelidir. Bu çok önemli bir husustur ve ekseriyetle malesef ihmal edilir. Eğer kirliliğin sebeplerini tam olarak anlarlarsa, işçiler bu kurallara uyma sorumluluğunu daha iyi hissedeceklerdir.
3. Gerek şahıs gerekse ekip olarak yapılacak eğitimin, temiz odanın taklidi olarak hazırlanmış bir yerde olması tavsiye edilir. Böylelikle gerçek temiz odaya geçmek hem daha kolay hem de daha az hatalı olarak gerçekleştirilebilir. Başka bir tavsiye edilen husus ta, bu eğitim ve öğretim seviyesini operatörlerin hemen bir üssü olan amirlerden daha yüksek seviyelere kadar götürmektir böylelikle temiz oda çalışması ile ilgili özel sorunlar belirlenebilir ve bu sorunlarla başa çıkmanın zorlukları da daha iyi takdir edilmiş olur.

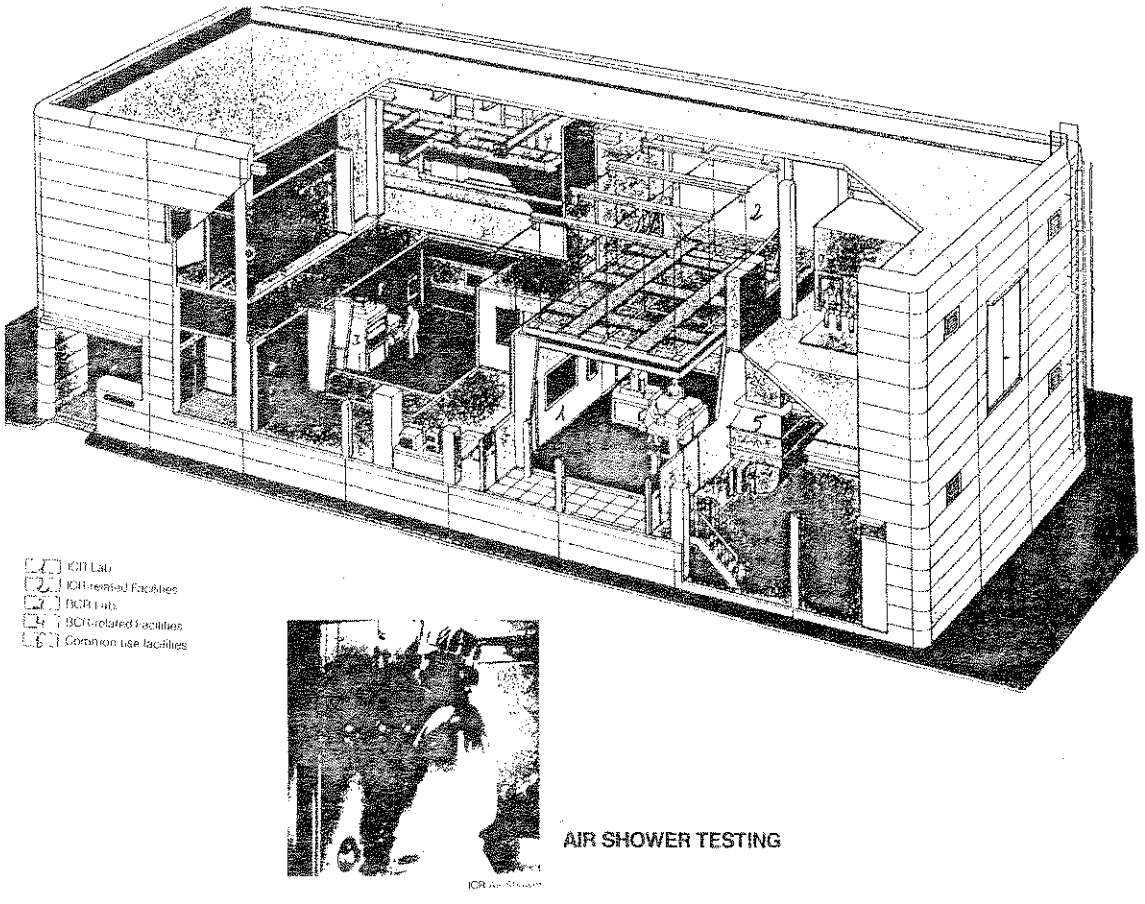
NASA, çalışma alanları içerisinde kirliliğe karşı hassas maddelerle teması bulunan tüm personel için asgari derecede bir eğitim kursu önermektedir. Spesifikasyonlar, şu aşağıda belirtilen alanların bu asgari eğitim kursuna dahil edilmesini gerekli göstermektedir:

1. Kirlilik kontrolu ile ilgili terimlerin tanımlanması
2. Kirlilik kontrolu ihtiyacının anlatılması ve kirliliğin doğuracağı sonuçların açıklanması
3. Kirliliğin kaynağı, türleri ve bu arada imlat veya işleme faaliyetlerinden doğan kirlilik kaynaklarının anlatımı. Çevredeki dış kirlilik kaynakları ve şahısların yarattığı kirlilik taşıyıcı zerreciklerin açıklanması.
4. Temizliği meydana getirmek ve kontrol etmekte kullanılan cihazlar ve teknikler, bunların uygulanması ve sınırlılıklarının anlatılması.
5. Kurcalanamayan kilitler üzerinde tartışma
6. Kirlilik seviyelerini ölçme ve tetkik etme usullerinin gösterilmesi
7. Elde edilmesi mümkün olan çok yüksek derecede temizliğin tanıtılması ve insan bulunan uzay programları açısından bunu gerekliliğinin anlatılması

Temiz odada görev yapmak için seçilmiş olan personel aşağıda belirtilen husularda ayrıca eğitilmelidir:

1. Temiz odalar ve çalışma merkezleri için dizayn prensipleri.
2. Personel kontrolü ve kontrollü bölgelerde çalışma.
3. Eşya, donanım ve temiz odalarda kullanılan aletlerin seçimi sırasında gözönüne alınması gereken hususlar.
4. Giysiler ve önlüklerin dizaynındaki prensipler.
5. Temiz odaların bakımı ve odacılık bakımından düşünülecek hususlar.

Her kursun bitiminde, kursiyer her bir eğitim alanı üzerine kurulan sorularla sınanmalıdır. Kirliliğe hassas bir faaliyette çalışabilmek için yeterlilik, konunun anlaşılma ve yeteri kadar kısmının yerleşmiş olduğunu kanıtlayacak bir sınav notu alınmasına bağlı olmalıdır. Bu kursu tamamladıklarına dair bir tasdikname verilmesi düşünülmelidir. Böyle bir sertifika başarılı olan her kursiyer için kalite kontrol teşkilatı tarafından hazırlanmalıdır.




Şekil 5.

Halen kullanılmakta olan usulleri ve üzerinde yapılacak değişiklikleri gözden geçirmek amacıyla, temiz oda personeline yıllık bir yenileme eğitimi yaptırılmalıdır. Temiz odalara yeni personel geldikçe, özel eğitim kursları da yapılmalıdır.

## TEMİZLEME TEKNİKLERİ

Temiz odaların çoğundaki temel fonksiyon, hassas komponentlerin temizlenmesidir. Lakin, temizlenecek olan komponent ve üzerindeki kirliliğin nevi çeşit çeşit olduğundan, temizleme teknikleri üzerinde bir genelleme yapmak zordur. Hatta, hassas temizleme etkenleri ihtiyacını karşılamak için başlı başına bir solvent ve deterjan sanayii doğmuştur. Temizleme ameliyesi, bir eriyike batırmak suretiyle kirlilik maddelerinden arındırmak demektir. Temizleme olayında farklılık, kirlilik yaratan maddeleri eriyike koyma teknikleri ve bu işlemde muhtelif solventler kullanmaktan meydana gelmektedir.

Bir yüzeydeki kirletici maddeleri ayırmak için çeşitli usüller çıkarılmıştır. Bu metodlar, alelade fırçalamadan, kirleri çıkarmak için ultrasonik enerji kullanımına kadar pek çok tür ve çeşittedir. Kirli maddeleri " suspensiyon " veya bir eriyik (solution) içine koymak zordur ve bu oldukça büyük kimyasal araştırmalara konu olmuştur. Su en çok kullanılan solventtir. Suyun ıslanma kaabiliyetini arttırmak veya suyun yüzey gerilimini azaltmak için suya deterjan da ilave edilir. Kirletici maddeler daha kompleks hale geldikçe, gerekli temizlik seviyesi de arttığı için, daha karmaşık kimyasal solventlere ihtiyaç doğar. Bunlar, Hassas Temizleme Metodları Kısmında ele alınacaktır.

### Saf Su

Evvelce de belirtildiği gibi, en çok kullanılan temizlik sıvısı su'dur. Komponent temizleme ameliyesinde daha karmaşık solventler kullanıldığı halde, temiz odanın kendi içinde bir çok kısımları temizleme su kullanılması hala önem taşır. İçindeki organik ve mineral muhtevası yüzünden, alelade musluk suyu pek nadiren temiz odalarda kullanılır. Sonuç olarak, birçok temiz odaların (kalsiyum bileşikleri gibi) mineralleri, iyonları vs'leri arıtacak ve tesiste kullanılan suyu damıtacak bir sistemi bulunur. Tipik bir su sistemi teneke kaplı bir depo, damıtma aparatı, mineral giderici ve sistem kontrol panosundan oluşur.

Nazari olarak, saf su eriyik halde olan hiç bir katı madde ihtiva etmez ve pH'ı 7. 0 dir. Fakat eğer saf su birkaç dakika bile havayla temas edecek olsa, pH değerini 5. 8'e indirecek kadar karbon dioksit eritecektir. Suyun kalitesi sadece milyonda 0. 1 değişir. Lakin, teşekkül eden karbonik asit ($H_2CO_3$) yoğunluğu litre başına 1. 5*10 moles (molekül) yükselir.

Demek ki asitlik derecesi ve saflık eşitlememektedir. Su deyince, birden fazla saflık özelliğinin gerekli olduğu aşikardır. Normal olarak saf suyun nitelikleri : iyon konsantrasyonu, iletkenliği, organik muhtevası, total katı maddeler, mikro organizmalar ve özellikle arzu edilmeyen diğer kirlilik maddeleri hesabıyla ölçülür. Bunların herbiri ileriki paragraflarda ayrı ayrı anlatılmaktadır.

Saflık değerlendirmesinde en basit ve de ekseriyetle en önemli ölçü olan iletkenlik, kalıntısal, iyonlaşabilir kirlilik maddelerinin bir fonksiyonudur. Suyun iletkenliğini ölçmek için ucuz, iyi, güvenilir, göstergeli ve kaydedici aletler mevcuttur. Su-değerlendirici elektronik cihazlar, iletkenliği 15 ten 0. 6 mikron'a kadar ölçer. Bazı cihazlar, iletkenliği sodyum klorür muhtevasına eşit olarak PPM ( parts per million ) çevirir. 0.8 part/million yoğunluğu olan su, saf su olarak kabul edilir. Organik kirlilik genellikle yüzey sularında mevcuttur. Daha ziyade bataklıklardan çıkan nehirlerin bulunduğu Güney bölgelerde organik muhteva ekseriyetle daha yüksek seviyededir. Organik madde muhtevası laboratuarlarda, organik maddenin bozulması (decomposition) sırasında standart koşullar altında sodyum permanganat miktarını saptamak suretiyle değerlendirilir. Bu kirlilik maddeleri ya kötü iyonlaşır veya bozulmadan dolayı hiç iyonlaşmaz ve genellikle iyonlaşmayı gideme ameliyesiyle de yokedilemezler. Bunun için pıhtılaşma, dibe çökme veya filtreden geçirme yollarına başvurmak gerekebilir. Toplam katı madde testleri sadece laboratuvarlarda yapılabilir. Bu deneyde su numunesinin kontrollü bir şekilde buharlaşması ve kalan tortumun tetkiki sözkonusudur.

İyi bir yıkama suyunda 0. 5 part/million'dan az total katı madde vardır. Toplam katı madde miktarını tesbitetme tekniği, saflaştırma ameliyesinin zaman, zaman kontrolü için düşünülebilir. Kalıntıların tam ölçülmesi için yeteri kadar suyun 24 saatte buharlaşması gerekir ki bu zaman içerisinde etüd edilmekte olan su kullanılıp gitmiştir bile

Mikroorganik kirletici maddeler bütün naturel ( tabii ) sularda bulunur fakat yoğunluk dereceleri düşük olduğu için genellikle zararlı değillerdir. Fakat mevcut olan miktarların yeteri kadar artmasına fırsat verilirse, iyondan arıtıcı reçineleri (deionising) reçineleri kirletecek ve bunların faaliyetlerini ya sınırlandıracak veya tamamen durduracaktır. Boru ve depolarda tortu meydana getirecek olan mikro organizmalar büyük parçalar halinde kopuşarak iyi temizleme ameliyesinde kötü sonuçlar elde edilmesine yol açacaktır. Bunların mevcudiyeti laboratuarda muntazaman kültür üretimi standart teknikleri kullanarak ölçülüp değerlendirilmelidir.

Saf su üretildiğinde, depolanması sırasında dikkatle korunmalıdır, çünkü suyun depo edildiği yerlerin çoğu kendi iyonunu organik madde ve zerreciklerini suya ilave edecektir. Temiz odalarda kullanılacak depolar genellikle yüksek saflıktaki teneke ile kaplanır. Ancak, zamanla teneke astarı da, yüzeyinde kalay oksidi oluşturur. Bu da dökülerek jelatin halini alır. Sisteme 0.3 mikronluk membran filtre sokularak bu parçacıklar temizlenebilir. Öte yandan cam kaplamalarda suya silikat salarak, yüzey gerilim ölçüsünü 1 part/million oranında bozarlar. Plastik kaplama astarlar da uygun değildir çünkü bunlar da organik kirliliğe hidrokarbon katarlar. Reçine tipi kaplamalar (ki bunlara meslekte "cam" denir) suyu organik maddelerle kirletmeye neden olacak ion üretirler ve suya salarlar. Dolayısıyla, saf su depolamak için bir tank seçerken, suyun eninde sonunda neye kullanılacağını hesaba katarak bir uzlaşma yolu bulmak gerekir. Yüzey kimyasal etüdlerde olduğu gibi, son derece saf suyun gerekli olduğu hallerde saf suyu yaratmanın en uygun yolu, üçlü distile kalemi kullanmak ve sonra da uzun müddet depolamaksızın suyu hemen kullanmaktır.

## HASSAS TEMİZLİK METODLARI

Komponetlerin hassas temizlenmesi, ilk zannedildiğinden çok daha karmaşık bir konudur. Gerek kirlilik yaratan zerreciklerin boyut ve cinsi, gerekse temizlenecek olan yüzey, çok farklı farklı olabilir. Kirli zerrecikler de oksit pullarından (oxide scale) çok ince toz taneciklerine kadar çeşitli olabilir. Organik kirler de ağır yağlardan parmak uçlarıyla biriktirilmiş yağlara kadar farklılık gösterir. Birçok temizleme işlemlerinde uçmaz kalıntı veya havada uçuşan buharların film birikintileri (deposits) özel sorunlar yaratır. Bunlar ekseriyetle temiz odaya HEPA filtrelerinden verilen havadan temizlenmezler. Bunun için çok teferruatlı bir aktif kömür filtre sistemi gerekli olur. Temizleme, kirlilik taşıyan zerreciklerin yüksek yoğunluk seviyesinden, bir solvent veya sıvı içerisinde daha düşük bir yoğunluğa aktarılmasıdır. Bu da demektir ki, temizliyici eriyiğin hiç değilse temizlenecek parçadan daha temiz olması gerekir. Aynı zamanda, en son durulama eriyiği, hazırlanmakta olan yüzey kadar temiz olmalıdır.

Temiz odada yapılacak temizlikten önce, başka bir yerde kaba temizlik yapılmalıdır. Kaba temizlikle genellikle pul, metal talaşları, atölye kirleri ve diğer tip arzu edilmeyen istenmeyen nesneler temizlenir. Bu kaba temizlik genellikle tel fırça ile fırçalamak, kuru ve yaş püskürtme, buhar püskürtme veya taşlama ile yapılır. Bu mekanik temizleme tekniklerinin ardından kaba kimyasal temizleme gelir. Bu da asitle cilalamak, alkole batırmak, solventle durulamak vs gibi işlemleri içerir. Bir parça temiz odaya alınmadan önce kaba temizlik gözle görülür derecede iyi bir durumda olmalıdır.

Ancak, hassas temizleme, temiz odada özel solventlerle yapılan türde bir işlemdir. Solvent, banyolarda, buharda, spreylerde veya çalkalama yıkamada kullanılabilir. Kullanılacak solventin tipi ve kaç çeşidinin kullanılacağı, kirliliğin ne tür olacağına ve temizlenecek yüzeye bağlıdır. Mesela, Atlas Chemical İndustries Corp. 100'den fazla solvent ihtiva eden bir liste yayınlamıştır. Bunların her birinin amacı belirli bir temizlik sorununu çözümlemektir. Belirli bir malzemeyi temizleme teknikleri, hemen hemen temizliği yapacak insanların sayısı kadar çok ve çeşitlidir. Mesela, cam satıhları temizlemenin en az üç tane kabul edilmiş tekniği vardır. Kullanılan bir çok tekniklere örnek olarak bu teknikler detaylı olarak ele alınmaktadır.

Elektronik sanayinde, vakumlu tüpler ( borular )için kullanılan camın son derece yüksek seviyede temizlenmesi gerekir. Aşağıda verilen teknikler General Electric Company tarafından oluşturulmuştur :
1- % 0. 05 Igepal ıslatma (wetting agent) maddesi ihtiva eden sıcak musluk suyunda fırçalama.
2-Sıcak musluk suyunda durulama ve sonra akar iyonsuz suda durulama.
3-İçinde % 5 hidrojen peroksit bulunan iyonsuz suda 15 dakika kaynama.
4-Akan iyonsuz suda durulama ve 110 C ısıdaki fırında kurutma.

Öte yandan, Bell telefon şirketi, içinde deterjan olan musluk suyunda 5 dakika ultrasonik yıkama yapmakta ve sonra da % 3 hidrojen peroksit ihtiva eden iyonsuz su eriyiğinde 3 dakika kaynatmaktadır. Bu işlemden sonra saf su ile durulayıp 110 C ısıda kurutmaktadır.

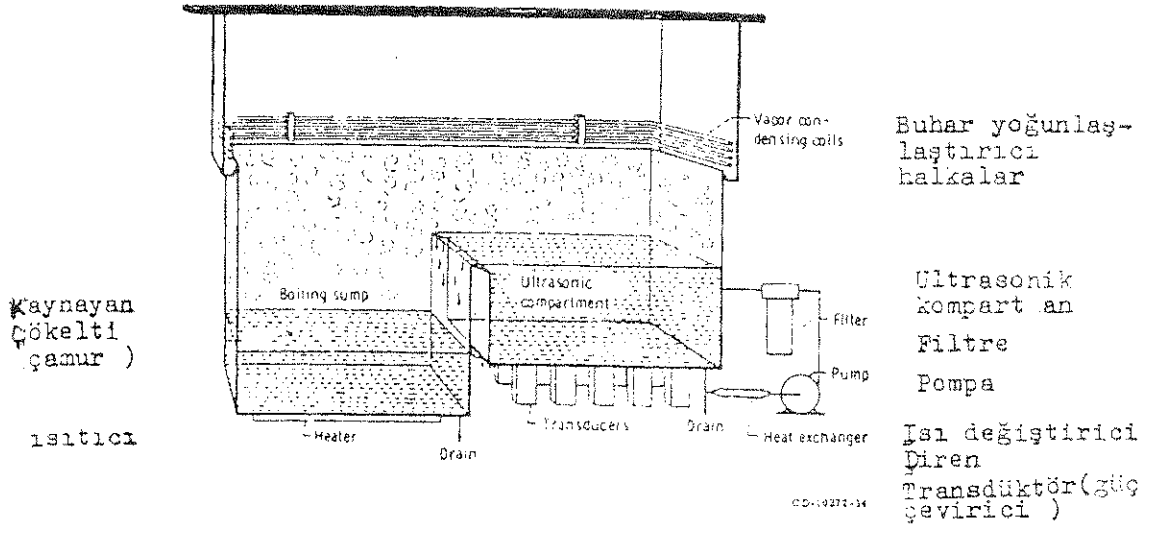
NASA, borosilikat camı temizlemek için şu işlemi uygulamaktadır:
1-Distile su-deterjan eriyiğinde ellen yıkama.
2-Benzinle durulama.
3-Asetonla durulama.
4-Distile suyla durulama.
5-Kromik asitli temizleme eriyiği ile, takriben 80 C'de 1 dakika temizleme.
6-Distile suyla durulayıp filtreden geçirilmiş hava ile kurulama.

Hassas temizlemede çok yaygın olarak kullanılan bir işlemde, temizlemeye mekanik hareket kazandırmak için ultrasonik enerji kullanılmasıdır.

Bu tesis, temizleyici, durulama tankı ve bir de filtreden geçen havalı kurutma tankından oluşmaktadır.

Ultrasonik enerji, erimeyen cinsten, sıkı sıkıya yapışmış zerrecikleri yerlerinden sökmede son derece etkilidir. Aksiyon, eriyik içerisinde (ekseriyitle göze görünür) minik kabarcıklar yaratmak ve bu kabarcıkların da zerrelere çarparak mekanik fırçalama etkisi yaratmasından oluşur. Tabii ki, temizleme ameliyesi sırasında eriyik kirlenir. Son zamanlarda geliştirilen bir sistem ile banyoya devamlı eriyik ikmali yapacak bir distilasyon ve filtre cihazı ilave edilmiştir.

Daha ileri bir geliştirme sonucunda, hassas temizlemede buhar ile yağ giderme sistemi uygulanmaktadır. Şekil 18, içinde ultrasonik temizleyici de bulunan tipte bir yağ giderme sisteminin sistematik bir çizimini vermektedir. Bu sistemde, solvent ultrasonik bölümü doldurur. Ultrasonik bölüm, enerjisini bir güç çeviriciden (transducer) alan bir tank'tır. Temizlenecek olan parçalar bu tank'ın içine batırılır.



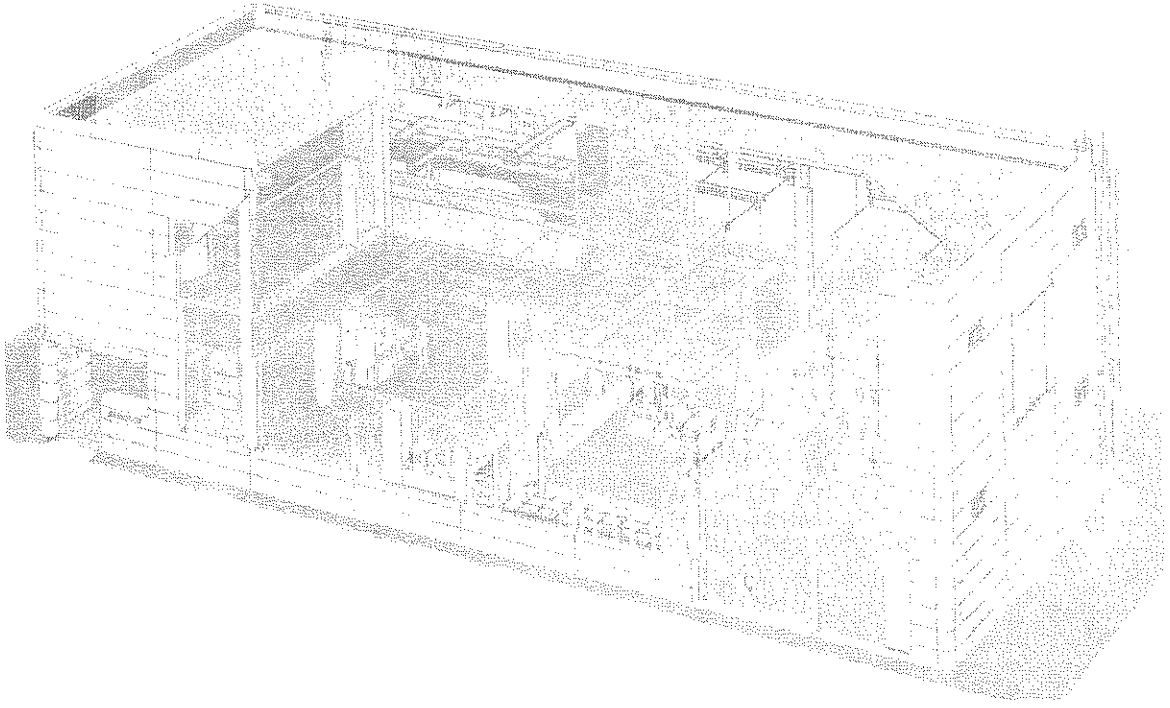

**Şekil 6.** Buharlı yağ gidericisinin ve ultrasonik temizleyicinin şematik çizimi

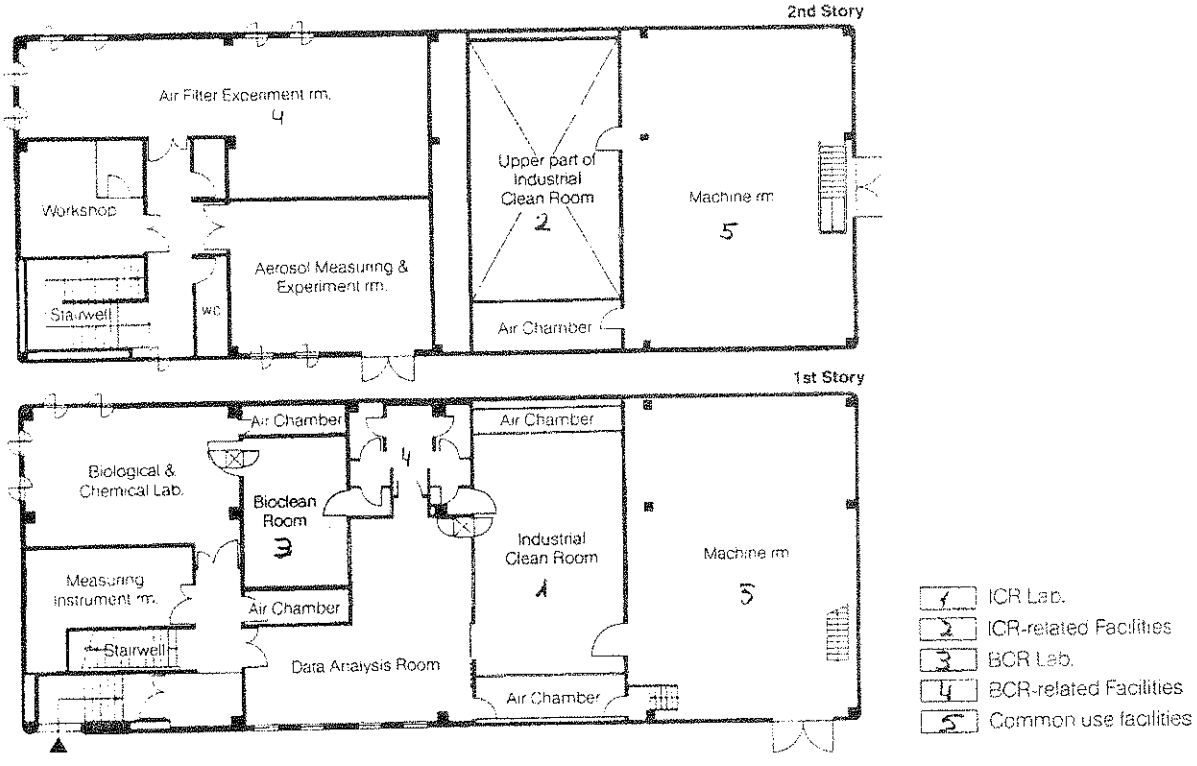
Parçaların üzerindeki kir zerrecikler solvent içindeki eriyik ve ultrasonik faaliyet neticesinde temizlenir. Kaynamakta olan çamur (çökelti) içindeki solvent ısı ile buharlaşır ve buhar da tankın üst tarafındaki alanı doldurur. Böylelikle hem kaynayan hem de ultrasonik bölüm üzerinde bir buhar perdesi oluşur. Parçalar ultrasonik bölümde temizlendikten sonra, buhar perdesinden geçirilerek çekilir. Buhardaki solvent, parçalar üzerinde yoğunlaşır ve son durulamayı oluşturur. Tankın üzerine yerleştirilmiş olan soğutma halkaları solvent kaybını azaltır. Yoğunlaşan solvent ultrasonik bölüme döner ve kaynama bölümüne de taşar. Burda yeniden buharlaşır ve saykıl (devir) tekrarlanır. Bu işlem de en çok kullanılan solvent likit halde freon gazlarıdır. Freon TF özellikle uygunudur çünkü çabucak buharlaşır ve buharı muhafaza etmek için sadece orta derece serinlikte bir tutucu devre (trap) gereklidir.

Temizlik için ultrasonik enerji kullanımında iki büyük sınırlayıcı unsur mevcuttur. Birincisi, yumuşak plastik, kauçuk veya lifli cinsten elastikli malzemeleri temizlememesidir. Bunlar enerjiyi emdikleri için ultrasonik faaliyeti etkisiz hale getirirler. İkincisi, ultrasoniklerin hassas komponentleri tahrip etmesidir. Mesela, yarı iletkenler (transistörler, diodlar) vs ekseriyetle ultrasonik temizlemede tahrip olurlar. Enerji geçirme (transmission) bakımından ultrasonik kullanım için en uygun eriyik su'dur. Diğer solventlerin çoğu yaratılan enerjiyi sudan çok daha fazla indirgerler. Bununla beraber, temizleme etkeni olarak suyu seçerken birçok kirlilik maddelerinin suda erimediği hususu da gözönüne alınmalıdır.

Temiz oda operatörlerinin bazen çok şaşırdıkları bir durum var ki bunun belirtilmesi gereklidir. Temizleme işi başlamadan önce operatörün ne gibi malzemelerle uğraşılacağını bilmesi önemlidir. Birçok operatör, temizleme ve kurulama işlemini tamamladıktan sonra parça üzerinde paslanma durumunun oluştuğunu görerek hayrete düşmüştür. Bazı metaller, bilhassa demir, parçanın sathı tamamen temizlendiği zaman normal temiz oda atmosferi içerisinde son derece süratle oksitlenir. Operatör bunu bilmeli ve ona göre plan yapmalıdır. Demir komponentleri, oksidasyondan korunmak için kuru, atıl (inert), helyum veya nitrojen gibi bir atmosferde temizlik işleminden sonra derhal ambalajlanmalıdır.

Özet olarak, iyi temizlik tekniği için önceden belirlenmiş bir kural yoktur, ekseriyetle bu kurallar tecrübeyle geliştirilip yerleşirler. Temiz solventlerin veya reaktiflerin (reagents) kullanılması önemli olduğu gibi, solventi temizlemek veya temizleme ameliyesi sırasında yeniden doldurmak için bir metod kullanılması da ayrıca önem taşır.

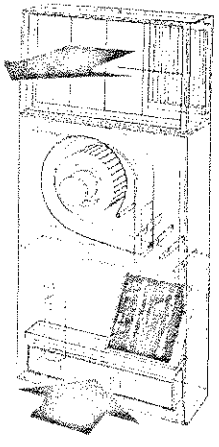



2nd Story
Air Filter Experiment rm.
4
Workshop
Stairwell
wc
Aerosol Measuring & Experiment rm.
Upper part of Industrial Clean Room
2
Machine rm
5
Air Chamber
1st Story
Air Chamber
Biological & Chemical Lab.
Bioclean Room
3
Measuring instrument rm.
Stairwell
Air Chamber
Data Analysis Room
Air Chamber
Industrial Clean Room
1
Air Chamber
Machine rm
5
1 ICR Lab.
2 ICR-related Facilities
3 BCR Lab.
4 BCR-related Facilities
5 Common use facilities

**Şekil 7.**

Designed for high cost-performance. Designed to meet the most exacting standarts. CleanCompo

**Şekil 8.**



Unique modular type air control unit-patent for aplied

**Şekil 9.**

**Tablo 4.**

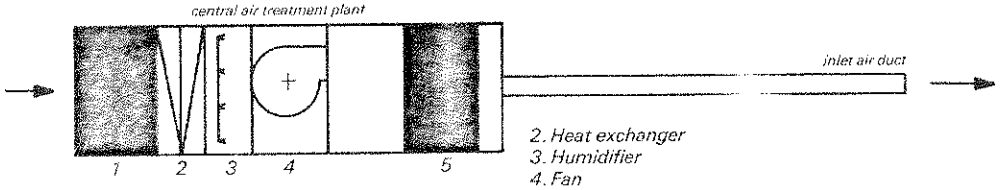
**Profile of the CleanCompo Modular Clean Room.**

| | |
|---|---|
| Installation site | Building interiors |
| Clean room area | Width: 4—10 m<br>Length: 3 m plus, can be lengthened as needed in 1-meter increments. |
| Room height | 2.5 m; 2.7 m; 3.0 m |
| Degree of cleanliness | From class 1,000—100,000 (depending on number of air control unit) |
| Interior | Floor: long PVC sheets<br>Walls: decorative steel plates<br>Ceiling: vinyl cloth-covered glass-wool panels |
| Air control unit | Fan unit and package unit equipped with pre- and HEPA filters. |
| Illumination; Electrical outlets | V-type 40-Watt 2-lamp units; 100 V outlets |
| Other | • Vestibule type fully conforming to clean room standards<br>• Available on request: Air showers, Passbox; Recessed illumination; Communication panel; Humidifiers<br>• Clean room power supply available as separate project<br>• Can be linked to central heating |

Specifications subject to change without notice.

*Arrangement of filters in air conditioning systems*

1. Coarse or fine dust filters, e.g. Luwa fine dust filter FS
This preliminary filter stage is for protecting the air conditioning units especially the heat exchanger, from the effects of dirt.



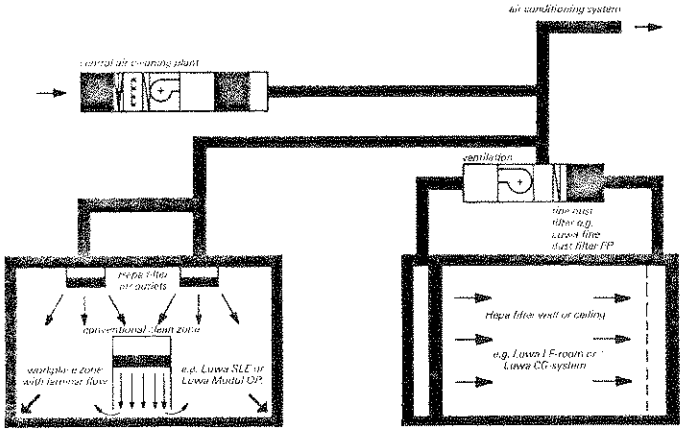

2. Heat exchanger
3. Humidifier
4. Fan
5. Final filter stage, fine dust filters with efficiency rates of 80% to 95% ASHRAE, e.g. Luwa fine dust filter FS or FP. This stage is usually installed after the air handling section and in front of the air inlet duct.

**Şekil 10.**

*Arrangement of filters in laminar flow clean rooms*

Clean rooms of US Federal Standard 209b, Class 100 or better require the application of systems incorporating low-turbulence displacement flow (directed flow of clean air, i. e. laminar flow).

Such areas requiring the very highest degree of air cleanliness often represent only a small part of the overall clean room, so that subsystems can be formed:



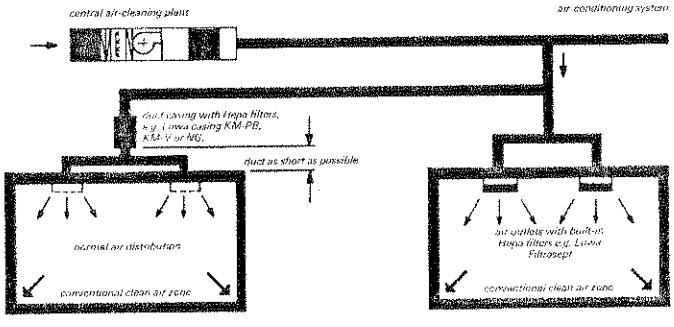

- The central air cleaning plant feeds the systems described above and ensures fresh air supply to the clean zone. For various filter stages see under "Arrangement of filters in air conditioning systems"
- The third stage is in the form of a filter wall or ceiling. Apart from filtering, this stage provides the low turbulence displacement flow (laminar flow).
- To ensure the stability of the laminar flow its speed must be 0.25 to 0.5 m/sec. The resulting high volume air flows usually require a separate ventilating system with filtering and cooling. The filtration standard in the ventilator should at least equal the second filter stage of the central air treatment plant which means an efficiency-rate of at least 80%, ASHRAE.

**Şekil 11.**

*Arrangement of filters in conventional clean rooms*

Zones of clean air classes 10000 to 100000 US Federal Standard 209b are usually regarded as conventional clean rooms for lay-out purposes. In most cases, this involves an air-conditioning system with 3 stages of filtration, the third stage being fitted with mechanical filters as near as possible to the air outlet in the room concerned. The very clean inlet air is optimally mixed with the room air so that the desired degree of purity is achieved (rarefection effect).

To meet these requirements we have the following systems available:




*Mechanical filters arranged in ducts*

Mechanical filters fitted as near as possible to the air outlet enable the air to be distributed using conventional units such as diffusors, flaps and perforated panels. The technical equipment is outside the clean room. Filter changing is carried out outside the clean room. Since the velocity for PB-filters (page 6) can be 4m/s the duct in the filter area must not be enlarged when a Luwa duct casing type KM-PB is used.

*Hepa filters fitted directly to air outlet*

This method of fitting filters gives several advantages:
The air filtration takes place directly at the point of room entry: the filters also fulfil the function of distributing the air. This arrangement is of particular benefit for up-dating existing systems.
Luwa Filtrasept Hepa filter air outlets allow simple and quick filter changing. Checking the filter seal is easy as the outlets are always accessible from the clean air side.

**Şekil 12.**

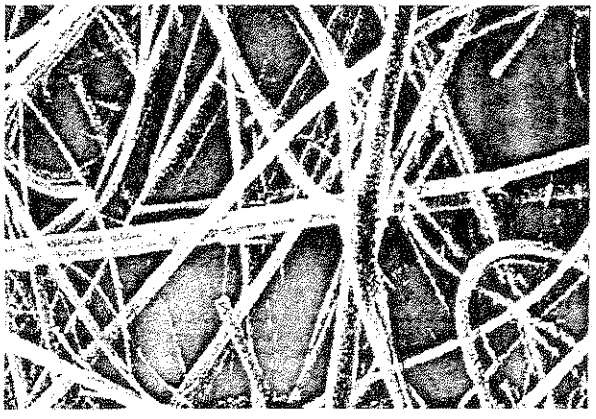
## Tablo 5.

A GENERAL OVERVIEW OF THE CLEAN ROOM LABORATORY FACILITIES:

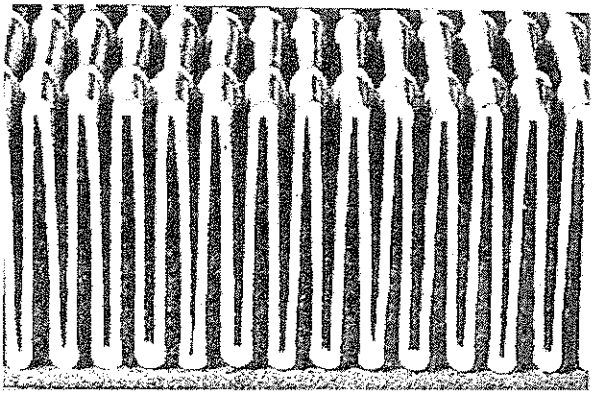
| | INDUSTRIAL CLEAN ROOM | BIOLOGICAL CLEAN ROOM |
|---|---|---|
| LAB AREA | 6.5m × 5.1m (43.3m²) | 5.4m × 3.6m (19.4m²) |
| CEILING HEIGHT | Range from 2.4 to 3.9m (300cm increments) | 2.6m |
| CLEANLINESS | Variable from class 1 at max. 0.1μm | Variable from class 10 at max. 0.3μm |
| AIRFLOW | Easily changeable to any of: Vertical Laminar Airflow Horizontal Laminar Airflow Turbulent Airflow | Turbulent Airflow |
| NUMBER OF AIR CHANGES | Range from 16 – 800 changes per hour | Range from 16 – 400 changes per hour |
| TEMPERATURE | Range from 23 – 25°C | Range from 23 – 25°C |
| HUMIDITY | Range from 45 – 55% | Range from 45 – 55% |
| DIFFERENCE IN THE AIR PRESSURE INSIDE vs OUTSIDE | Range from −7 – +7mm H₂O | Range from −7 – +7 H₂O |
| INSIDE WALL FINISH | ICR Type Metal Panels | ICR Type Precast Concrete Panels |
| OTHER | Room area can be changed as follows: (1) 2.65 × 5.1m (13.1m²) (2) 5.17 × 5.1m (26.1m²) (3) 8.50 × 5.1m (43.3m²) Closed circuit monitoring television and communication panel | Equipped to cope with biological hazard P3 level (1) operable with 100% outside air (2) all exhaust air will be treated (3) equipped with autoclave Closed circuit monitoring television and communication panel |

OTHER LABORATORIES:
FIRST FLOOR: Data Analysis Room
Geological & Chemical Lab.
Instrument Room

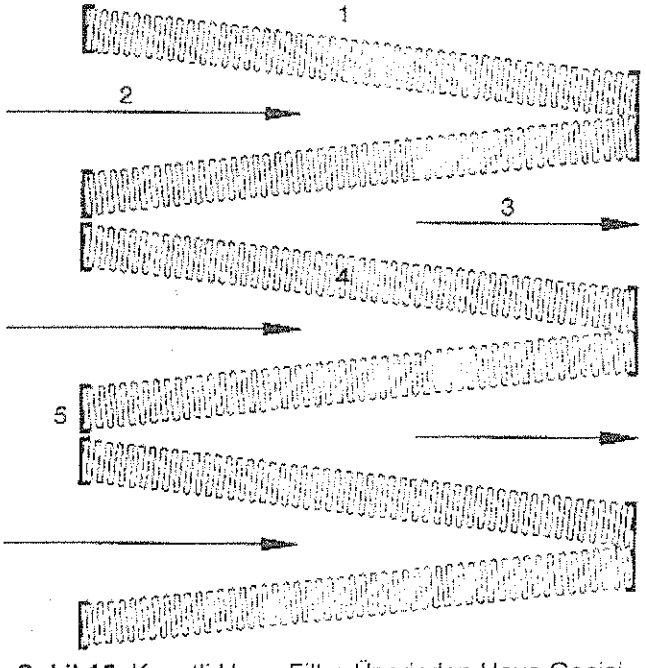
SECOND FLOOR: Aerosol Research Lab.
Air Filter Lab.
Shop



**Şekil 13.** Mikroskop Altında 0.1-10μm Çapında Cam Yünü Lifleri



**Şekil 14.** Bir Hepa Filtre Kesiti




**Şekil 15.** Kasetli Hepa Filtre Üzerinden Hava Geçişi

## TEMİZ ODA TERİMLER SÖZLÜĞÜ

**Absolute Rated Filter (Mutlak Değer Filtresi) :** Özellikle en küçük boyutu mutlak değere eşit veya küçük olanzerrecikleri tutan bir filtre.

**Aerosol:** Gazdaki zerrecikler

**Agglomarate (küme, yığın) :** Daha büyükçe bir partikül teşkil etmek üzere biraraya gelmiş zerrecikler gurubu.

**Air Shower (hava duşu) :** Filtre edilmiş basınçlı hava ile insan veya malzeme üzerindeki tozları yerinden söküp, emerek temizleyen ünite.

**Airborne particulate matter ( havadaki zerrecikler ) :** Normal atmosferde mevcut olan zerrecikler

**Air Lock (havalı kilit, hava kilidi) :** Temiz odaya giriş ve çıkış sırasında basıncı koruma fonksiyonu gören içten kilitlemeli küçük ön mahal. Komponentlerin, aletlerin giriş çıkışı için kullanılan küçük ön mahal.

**Oda Şartları (ambient condution) :** Bulunulan mahal içinde istenilen basınç, ısı, nem gibi çevresel şartların oluşumuna denir.

**Temiz Alan (Clean Area) :** Temiz odaya yönelik giriş yolu ve dış girişler dahilindeki bütün alana denir.

**Temiz Oda (Clean Room) :** İçine yalnız, 0. 3 mikron ve daha büyük çapta partikülleri %99, 99 nisbetinde tutan filtreden geçirilmiş ısısı, nemi ve basıncı kontrol altında hava verilen ve içerde verilen havayı kirletebilecek kaynaklarında kontrol altında tutulduğu oda.

**Temiz İş İstasyonu (Clean Work Solution) :** İçinde çok etkin kademeli hava filtreleri bulunan ısı, nem, basınç kontrolu yapabilen özel imal edilmiş klima santralı.

**Kirletici (Contaminant) :** Gerekli operasyona ve bir aksamın, komponentin alt sistemin veya sistemin güvenilebilirliğine zararlı olan arzu edilmeyen yabancı cisimler.

**Kontrollu Çevre Tesisi (Controlled Enviroment Facility) :** Ana amacı, bir veya birden çok, fiziki, kimyevi veya biyolojik değişkenleri kontrol olan, spesifik çalışma alanı.

**Kontrollu İş Alanı (Controlled Work Area) :** Ulaşımın, operasyonların ve çevrenin kontrol edildiği spesifik bir iş alanı

**Konvansiyonel Temiz Oda (Conventionel Clean Room) :** Hava akımlarının gelişi güzel(tübülanslı) olduğu bir temiz oda

**Çapraz Akışlı Temiz Oda (Crossflow Clean Room) :** Havanın filtreli bir bütün duvar boyunca girip, zıt (karşı) duvardan çıktığı bir temiz oda, oda içindeki hava hareketi daha çok yataydır.

**Deionisation (Deionizasyon) :** Sıvıdan serbest iyonların çıkarılması

**Demineralize :** Su ve diğer sıvılardan kalsiyum karbonat gibi çözülebilen minerallerin çıkarılması

**Aşağı Akışlı Temiz Oda (Downflow Clean Room) :** Havanın filtreli bir tavandan girip, tabandan çıktığı bir temiz odadır havanın oda içindeki hareketi dikeydir.

**Fiber (elyaf) :** Uzunluğu eninin 10 katı olan bir zerrecik (min uzunluk 100mikron)

**Filtre Oranı (Filter Rating):** Delik (mesamat) ebadı, kabarma noktası (bubble point) ve dioctylphthalate (DOP) gibi test teknikleriyle belirlenen, maddenin geçişini kısıtlayıcı ortam yüzdesi bakımından ifade edilen bir fitre etme kapasitesi.

**İlk Hava (First Air) :** Herhangi bir iş yerine gitmeden önce doğrudan doğruya HEPA filtrelerden çıkan hava.

**Sıvı Kirletici (Fluid Contaminant):** Sıvıda çözülmüş veya erimiş halde bulunan sıvı, gas veya zerrecik madde.

**Flush (Yıkama) :** Bir sıvıyı yıkama ortamı olarak kullanan, bir parçayı yıkayan sistem.

**Gaz, Duman Körüğü (bacası) ( Fume Hood ) :** Özellikle uçucu sıvılardan çıkan buhar kirliliğinin kontrolu için özel egzos sistemi.

**Kaba Temizlik (Gross Cleaning) :** Yerdeki kir tortusunu, atölye kirini, pas, metal talaşları vs'yi çıkarmak için ön veya kaba temizleme, bu temizleme bir çalışma alanında göze hitabeden temizlik standartlarına göre yapılır.

**High Efficiency Particulate Filter (HEPA) (Hassasgüçlüzerrecik filtresi) :** Diotylphtalate (DOP) testiyle belirlendiği gibi, 0. 3 mikron çapında toz zerrelerinin hacim itibariyle en azından % 99. 99 luk bir kısmının tutulmasını sağlayan filtre.

**Laminar Akış (Laminar Flow) :** İnce tabakalardan oluşmuş tek yönlü hava akımı.

**Laminar Akış İstasyonu (Laminar Flow Station) :** Bütün çalışma alanında laminar hava akımı karekteristiklerini havi olan bir iş istasyonu.

**Işık Dağıtımı (Light Scattering) :** Yüksek densiteli ışık hüzmesinden geçen, sıvıda yüzen zerrecik maddeyi tesbit etmek, saymak ve boyutunu belirlemek için kullanılan bir sistem. Sapmış, kırılmış (distorted) ışınlar "photomultiplier" tüp tarafından elektirikli impulslara dönüştürülür ve uygun sayaçlara ve batlara kaydedilir.

**Diyaframı Filtre (Membrane Filter) :** Biyolojik olarak atıl (inert) saf selüloz esterlerden, polietilen veya diğer materyallerden oluşmuş gözenekli (delikli) filtre.

**Micron (mikron) :** Metrenin milyonda birine veya yaklaşık olarak inç'in otuzdokuz milyonda birine (0. 000039 inç) eşit bir ölçü birimi, 25 mikron yaklaşık olarak binde bir inç'e eşittir.

**Uçucu olmayan Kalıntı (Nonvolatile Residue NVR) :** Filtre edilmiş uçucu sıvının kontrollu buharlaştırılmasından sonra kalan çözülebilen, çözülmeyen veya süspansiyon halde kalan zerrecik madde, genellikle gram olarak ölçülür, filtrasyon normal olarak 0. 45 veya 0. 8 mikronluk bir diyaframı (membrane) filtre vasıtasıyla yapılır.

**Particle (Partikül, zerrecik) :** Genellikle mikronla ölçülen, uzunluğu, genişliği ve kalınlığı gözlenebilen bir cisim.

**Zerrecik Sayacı (Particule Counter) :** Münferit partikülleri (zerrecikleri) ayırmaya, ebadını ölçmeye ve saymaya yarayan otomatik elektronik cihaz.

**Particulate Matter (Partikül Madde Zerrecik) :** Belirli boyutları olmayan nonparticulate (zerreciksiz) maddenin aksine, gözlenebilen uzunluk, genişlik ve kalınlığa sahip olan minyatür ebatlı maddelere uygulanan genel bir terim.

**Hassas Temizleme (Precision Cleaning) :** Göze hitabeden (görünen) standatlardan daha iyi bir şekilde, en küçük miktar kirleticileri dahi çıkarmak için kontrol altındaki bir çevrede yapılan son temizleme.

**Hassas Paketleme (Procision Packaging) :** Belirli bir şart ve süre için hassas temizliği devam ettirme bakımından ambalajlama veya koruma.

**Gelişigüzel Akışlı Temiz Oda (Random Flow Clean Room) :** Hava, odada tavana yakın veya tavana yerleştirilmiş dağıtıcılar (diffusers) kanalıyla odaya üflenir, tabana yakın çıkışlar kanalıyla emilir. Bu tip odalardaki hava akımları değişken bir düzen takibeder.

**Çalkalama Test'i (Rinse Test) :** Uygun çalkalama sıvısıyla, bir çözücü materyaller eriyiği ile veya köpürtme vasıtasıyla temizliği belirleme testidir. Bu zerre ciklerin yıkanmasını sağlamak için sıvı, komponentlerin kritik yüzeyleri üzerine dökülür veya yüzeyler sıvıyla çalkalanır.

**Silt (İnce kalıntıçökelti) :** 5. 0 mikrondan daha küçük ebatta olan, sıvıda çöken zerrecikler.

**Slough (dökme, dökülme) :** Bir yüzeyin kazınması, sürtünmesi sonucu hassas zerreciklerin atılması, dökülmesi olayı.

**Tünel Akışlı Temiz Oda (Tunnel Flow Clean Room) :** Bu odaya hava bir filtreler duvarından veya tavanından geçip girer ve karşı taraftaki bir açık alandan çıkar gider. Buradaki hava hareketi genellikle tek yönlüdür.

**Visibly Clean (Görülebilir şekilde temiz) :** Genellikle 50 mikron veya daha büyük olan yüzey zerreciklerinden veya bilinen zararsız filmler dışındaki bütün filmlerden ari (temiz) olmak durumu.

**Visual Cleanliness (GörülenTemizlik) :** Çıplak gözle görülebilen kirlerden ari olmak derecesi, gözle görülebilen temizliği belirlemek için özel ışık efektleri, ultraviyole ışık, silme testi, su kopması testi vs testler kullanılabilir.

**Beyaz Oda (White Room) :** Temiz oda seviyesinde olmamakla beraber, toz ve diğer kirlerden ari (temiz) olacak şekilde dizayn edilmiş oda.

**Çalışma (İş) İstasyonu (Work Station) :** Kendi filtreli hava kaynağına sahip olan bir iş tezgahı veya benzeri bir mahal.

## KAYNAKLAR

[1] James, W. Useller "Clean Room Technology"

[2] The Clean Room Laboratory, SHİMİZU Construction Co Ltd.

[3] LUWA Reinraumtechnik, "Grundlagen und Anwendungen"

## ÖZGEÇMİŞ

Makina Mühendisliği öğrenimini 1974 yılında İzmir Ege Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Fakültesi Makina Mühendisliği Yüksek Okulunda tamamladıktan sonra İzmir EKE A. Ş ile çalışma hayatına atıldı. 1975'de kendi firmasını kurarak sekiz yıl süreyle Tokar A. Ş. 'nin bölge temsilciliği ve Kağıt, Tekstil, Elektronik Sanayi, Termik Santral Şantiyelerinde Şantiye Şefi, Şantiye Müdürü ve Şantiye Koordinatörü olarak çalıştı. 1982 Tuborg tevsiinde Grasso firması ile soğutma merkezini ve otomasyonunu yaptıktan sonra 1983'de RAKS Manisa Tesisleri Mekanik Tesisat Proje Mümellifi ve Şantiye Koordinatörü olarak fabrikanın kuruluşunu tamamlayıp, 1984-1988 arası aynı kuruluşta Proje ve Yatırımlar Müdürü olarak görev yaptı. 1988 yılında ayrılıp tekrar kendi firmasını kurdu. 1989 yılında Johnson Controls firmasıyla Antalya Sheraton Oteli Otomatik Kontrol tesisatının kuruluş ve devreye alma işlerini tamamladı. 19901993 yılları arası Johnson Controls firması Türkiye Genel Distribütörlüğünü yaptı. 1993 te kurduğu OSM Ltd. Şti. ile yurtiçi ve dışında Mekanik Tesisat İşleri yaptı. Halen Isıtma, Soğutma, Havalandırma Klima konularında çalışmalarını sürdürmekte ve Isısan A.Ş nin İzmir Bayiliğini yapmaktadır.