

STERİL BÖLÜMLERDE İNSAN, “MALZEME DOLAŞIMI VE HAVA AKIŞI”

Human, “Material Circulation And Air Flow In Sterile Departments”

Celalittin KIRBAŞ

ÖZET

Steril hacimlerde hasta ve personelin can sağlığı ve güvenliği ile tıbbi müdahalenin başarısı için kirletici girişi ile yayılmasının engellenmesi ve kontrol edilmesi en başta gelen tedbirdir. Temiz alanlarda, kirlenmeye yolaçan dolaşım trafiği, dışarıdan ve içeriden karşılıklı olmak üzere, insan, malzeme ve hava hareketi şeklindedir. İnsan ve malzeme dolaşım güzergahı mimari projede, hava akışı ise bölümler arası temizlik sınıfının benzerlik veya farklılığına göre havanın yönlendirilmesi suretiyle mekanik tesisat projesinde belirlenir. Bu maksatla her bölüm/odanın ayrı ayrı basınç türü (pozitif/nötr/negatif) ile komşu bölüme göre iç basınç farkı (..Pa) belirlenerek iç ortam havasının temizden kirli veya az kirliden çok kirli bölüm doğrultusunda akışı sağlanır. Ancak, eksik bilgi veya doğru zannedilen alışkanlıklar yüzünden yalnızca basınç türü belirlenmesi yeterli kabul edilip, odalar arası akış basınç farkının önemsenmeden ihmal edildiği görülmektedir. Yazımız konusunda, konuyla ilgili disiplinlere yardımcı olacağı düşüncesiyle; örnek yerleşim planı üzerinde, ameliyathane ve yardımcı bölümlerinde personel, hasta, tıbbi malzeme ve atık sirkülasyon yönleri ile bölümler arası hava akış prensiplerinin belirlenerek arzu edilen oda basınç farkı uygulaması anlatılmaktadır.

Anahtar kelimeler: Steril bölümlerde dolaşım, Ameliyathanelerde fark basıncı, Steril bölümlerde hava akışı ve klima tasarımı.

ABSTRACT

Pollutant, preventing and controlling diffusion for success of medical intervention and health of patient and personnel in sterile areas is the best countermeasure. Air pollution is two-sided between human, material and air flow in hygiene area. Human-material cycle is defined at architectural project, air flow is defined at mechanical utilities project by controlling air regarding to similarity and variation of hygiene areas. Inner pressure difference (Pa) and each pressure in every room/area is calculated regarding to side room/area and air flow is provided from worse air to the worst air. Due to wrong knowledge about missing information or right assumed behaviours, only pressure type is accepted and it is seen that pressure difference between rooms/areas is neglected.

In the article, personnel at surgery and assistant areas on layout plan, patient, medical equipment, waste circulation ways and air flow principles between rooms/areas is published.

Key words: Cycle in hygiene and clean areas, pressure difference in operation rooms and clean areas, air flow in sterile areas and air conditioning design.

1. GİRİŞ

Steril hacim diğer deyişle temiz odaların genel özelliği, ortamda bulunabilecek kirletici nitelikte maksimum tanecik konsantrasyonu ve çapıdır. Tesisat mühendisliği yönünden üflenen havanın temizlik sınıfına göre kirletici taneciklerden arındırılmasıdır. Hastanelerin ameliyathane, yoğun bakım, sterilizasyon bölümleri ile bağlı birimleri, ilaç endüstrisi, uzay sanayisinin hassas bölümleri, elektronik, hassas elektro-mekanik metal, uçak, havacılık ve hassas makine sanayisi bilinen uygulama alanlarıdır. Yapı kullanım amacı farketmeksizin temel uygulama esasları her yapıda hemen hemen

aynı olup, sadece odanın klasına göre arındırılmış hava miktarı ile filtre edilen tanecik sayısı ve çap büyüklüğü değişir.

Steril hacimler ve yardımcı bölümlerinde, hijyeni bozması nedeniyle toplum sağlığı açısından kirlenici toz, toprak v.b. gibi katı maddeler ile mikroorganizmaların üreyip çoğalmaları ve yayılmaları istenmez. Bihassa mikroorganizmaların üremelerini önlemek mümkün olmayıp, ancak kontrol edilmeleri söz konusudur. Zira, insan dahil her canlı mikroorganizma üreticisidir.

Kirlenmenin istenmeme sebepleri; Özellikle tedavi amaçlı sağlık yapılarında tıbbi müdahalenin sonucuna olumsuz etkisi ile ilaç endüstrisi gibi tedaviye destek amaçlı yapılarda nihai üründe tedaviyi faydasız kılacak mikro-kirlenmenin meydana gelmemesidir. Kirlenmeye sebep insan, hava ve malzeme dolaşımıdır. Dolaşımın kontrol altına alınması yoluyla potansiyel risklerin azaltılması amaçlanır.

Yazı içeriğinde steril hacimler hususunda genel bilgiler verilmekle birlikte, uygulama esasları ve karşılaşılan sorunların çözümündeki birtakım eksiklikler düşünülerek birinci derecede toplum sağlığı açısından hastanelerdeki steril bölgelerinin ele alınmasının faydalı olacağı düşünülmüştür.

Ülkemizde hemen hemen son 20 yılda steril bölgelerin özellikle ameliyathanelerde gerek mimari, gerekse mekanik, elektrik ve elektronik tasarımı ile uygulamalarında hatırı sayılabilir tecrübe ve bilgi birikimi edinilmesi olayın sevindirici tarafıdır. Ancak, bazen yatırımcının ticari kaygıları, bazen de tasarımcıların bilgi eksikliği veya mevcut uygulamalardaki yanlışlıkların örnek alınması yüzünden hala steril hacim kültürünün tam olarak yerleşmediği anlaşılmaktadır.

Genel anlamda gözlemlenen temel yanlışlıklar veya eksiklikler: Mimari tasarımlarda, steril hacimlere haiz yapıların diğer yapı türleriyle farkının ayırılmadığı, insan ve malzeme dolaşımı ile biyolojik kirlenme ilişkisi kurulmadan sadece mekan yerleşiminin düzenlenmesiyle yetinildiği, hijyen ve steril şartların yalnızca idari ve mekanik tesisat sistemleriyle yerine getirilebileceği gibi bir yaklaşımın usul kabul edildiği; mekanik tesisatta ise, sınıf klasları arasındaki fark basıncını sağlayıp sağlamadığı kontrol edilmeksizin tasarım üfleme-egzoz hava debisi farkının yeterli olduğu, uygulama sürecinde ise son teknolojik cihaz ve donanımların sorunu çözmediği gibi kolaycı bir tavır sergilendiği görülmektedir.

Halbuki, doğru yaklaşım: Her binada fiziksel ve biyolojik kirlenmenin mümkün ve kaçınılmaz olduğu, ama, hastanelerin doğrudan insan sağlığı ve hem de buna bağlı teçhizat güvenliği açısından birinci derece korunmaya muhtaç sadece kütleli bir bina değil, her daim yaşayan canlı organizma olduğu bilincinin daha fikir aşamasında tüm taraflarca bakış açısı kabul edilmesidir.

Bu nedenle yazı kapsamında, hastanelerde, bilhassa yatırımcı/bina idaresi, tüm tasarımcı ve uygulamacı tarafların herbirinin sorumluluğunun birbirini tamamlayan zincir oluşturduğu, her görev ve yükümlülüğün eşit ve birbirinden ayrılmaz önem taşıdığı vurgulanarak, mimari yerleşim planına bağlı dolaşım trafiği ve buna uygun ortam korunmasına yönelik farklı basınç alanları uygulamasının esasları işlenmeye çalışılmıştır.

2. STERİL BÖLÜM VE GEREKÇESİ

Steril alanın sözlük anlamı, her türlü kirlenici partikül, mikrop ve mikroorganizmalardan arındırılmış alanlardır. Steril alanlar sağlık koşullarına uygunluğun öncelikli olduğu hijyenik yani temiz alanlardır.

Hijyen, sağlığa zararlı ortamlardan korunmak için alınan tüm temizlik önlem ve uygulamalarına denir. Sterilizasyon ise, temizlik tanımının da üstünde hastalık veya bulaşma tehlikesi olabilecek mikroorganizmaların yok edilmesi ya da zararsız hale getirilmesi, yani bilinen adıyla dezenfeksiyondur. Steril alan denilince: Mikroorganizma ile katı taneciklerin istenmediği veya kısıtlı sayı ve büyüklüğe müsaade edildiği alanlar akla gelir.

Bölümlerin temizlik sınıfına ayrılma sebebi enfeksiyonun önlenme amacıdır. Enfeksiyon ise, sağlığın bozulmasına sebep olabilecek bir mikroorganizmanın (ajanın) vücuda girip çoğalmasıdır.

Enfeksiyona yolaçan kirlenmenin sebebi, içeride oluşup dışarıya, dışarıdan içeriye taşınan istenmeyen zararlı mikroorganizmalar ile taşıyıcı olmaları nedeniyle çeşitli toz türü partiküllerdir. Bu bölümlerde hem biyolojik hem de katı maddelerden meydana gelen kirlenme söz konusudur.

Personel ve hastanın deri döküntüleri, solunum sonucu ortaya çıkan virüs, bakteri, mikrop ve benzeri canlı mikroorganizmalar, temizlenmeyen veya hijyene aykırı kullanılan aydınlatma armatürleri, tıbbi müdahale alet ve cihazları, iyi filtre edilmemiş ortam havası, ana ve yardımcı bölümlerin duvar, döşeme ve tavanlarının toz tutma özellikleri, tıbbi eşyalar ile donanımları, personel, hasta giysileri, medikal gereçler, besinler, tıbbi ve kişisel tüm madde ve eşyalar, temizlik eşyaları ile işgüvenliği kurallarının gözardı edildiği temizlik yöntemlerine ilişkin her türlü ihmal ve yanlışlıklar, yatak, sedye örtüleri ile ortamda bulunan diğer tıbbi ve genel tüm tekstil ürünleri kirlenmenin sebep olduğu enfeksiyon kaynaklarını oluşturur.

Gerek dış ortamdan taşınan, gerekse iç ortamda üreyen ve yayılan istenmeyen canlılar ile toz, toprak, eşyalardan dökülen katı maddelerin, insan, eşya, personel, solunum havası, medikal gereç ve besinler yoluyla steril mahale taşınması, iyi steril edilmemiş kullanılan tıbbi alet edavat üzerine yine havadan ve insandan bulaşması veya kullanım esnasında oluşması sayesinde kirlenme gerçekleşir.

Bulaşma genel olarak:

- Hava ile,
- Personel yolu ile,
- Besinler ve medikal gereçler ile gerçekleşir.

Enfeksiyona ve bulaşmaya sebep olabilecek kaynaklar;

- Ziyaretçi ve refakatçılar.
- Personel.
- Personelin özel eşya ve giysileri.
- Yeterli temizlik ve steril edilmemiş personelin hastane giysileri.
- Bakımsız klima sistemleri.
- Aydınlatma cihaz ve donanımları.
- Temizlenmeyen sedye ve tekerlekli arabalar.
- Ameliyathane giysi ve aletleri.
- Steril alet ve malzemelerin yanlış depolanması.
- Yetersiz sterilizasyon.
- Çarşaf örtü gibi eşyalar.
- Kontrolsüz veya önlemsiz giriş ve çıkışlar, sayılabilir.

Hastanenin her tarafı steril ortam değildir. Zaten olması da gerekmez. Önemli olan tüm bölümlerin hijyenik kurallara ve sağlık kurallarına uygun olması ve bazı bölümlerin sürekli steril kalmasıdır. Hastanelerde ameliyathaneler ile bağlı bölümler hijyenin en yüksek olduğu steril alanlardır.

Bu kirlenme faktörleri dikkate alınarak diğer yapı türlerinden farklı olarak: Her türlü cerrahi operasyon ve tedavi hizmetlerinin yapıldığı sağlık yapıları ile ilaç endüstrisi gibi destek sağlık hizmeti amaçlı binalarda, iç bölümler hijyen ve steril şartlar bakımından farklı temizlik hassasiyetine sahip kısımlara ayrılarak, aralarında kontrollü kademeli geçiş düzenlenmesine izin verilir. Temizlik sınıfları bölümlerin işlevine göre tam steril, yarı steril, daha az temiz/kirli bölümlere ayrılır. Temiz bölümler aseptik, yani zararlı mikroorganizma ve diğer madde yoğunluğunun minimum düzeyde sınırlandırıldığı korunmuş, kirli bölümler ise septik yani daha düşük seviyede korunan veya korunmayan ve aseptik bölümler için riskli kabul edilen alanlardır.

Steril alanların sınıflandırılmasında birim hacimde bulunan 0.5 µm çapındaki tanecik (partikül) sayısı ölçü alınarak, temiz odanın kalitesi yani sınıfı (klası) belirlenir. Partikül madde (PM), havada bulunan uçucu maddeciklerin genel adıdır. Çapı 10 µm (PM10)'den küçük olan partiküller solunabilir partiküller olup, insan sağlığı açısından tehlikelidirler. Nefes yoluyla vücuda geçebilen bu partiküller bronşlarda ve akciğerlerde birikerek son derece tehlikeli hastalıklara ve ameliyat sonrası ödemlere sebep olurlar.

Temiz odalara ilişkin çeşitli ülkelerin standartları mevcut olmakla birlikte en çok dikkate alınanlar Alman DIN 1946-4, Amerikan Federal 209E ve ISO 14644-1 Standartları gelir. DIN Standartında temiz odalar 1. ve 2. sınıf şeklinde sınıflandırılır. Sınıflandırmada, işlevlerine göre hacimlerin temizlik sınıfları belirlenerek hacimler arasında bir fark oluşturulma esası alınır. 1.sınıf odalar yüksek derecede hijyen gerektiren hacimlerdir. Bunlar, ameliyathaneler, odalar arası bağlantı koridorları, steril malzeme deposu, ameliyat öncesi hazırlık ve sonrasında uyanma, yoğun bakım, yeni doğan odaları, ameliyathane el yıkama ünitesi ve çevresi, anestezi ve tıbbi cihaz odalarıdır. 2. sınıf odalar ise, normal şartlarda mikroorganizmasız hacimlerdir. Bunlar, acil servis, hasta, bekleme odaları, radyoloji, röntgen ve laboratuvarlar ile eczane, endoskopi, morg ve otopsi odaları olarak sıralanabilir.

ISO ve Amerikan Federal Standartları temiz odaları genel olarak kirletici unsurların çap ve sayılarına göre sınıflara ayırır. Tablo.1’de verilen ISO 14644-1 ve Amerikan 209E’ye göre, hastanelerde temiz oda sınıflandırmasında: Çok yüksek riskli, yani en hassas korunmalı odanın sınıfı ISO 5 karşılığında FED STD 209 E’ye göre klas 100’dür. Bu tür odalar, aseptik ameliyat bölümlerinde (ortopedi, kardiyovasküler, beyin cerrahisi, yanık tedavi, organ nakli, kanser, prematüre bebek, göz cerrahisi gibi) partikül yoğunluğu yanında mikrobiyolojik kirlenmeye karşı da en üst düzeyde maksimum tedbir alınması gerekli alanlardır. Komşu hacimlerin en az ISO 7 seviyesinde olmaları öngörülür.

Yüksek riskli temiz odalar ISO 7 karşılığında klas 10.000’dir. Bu odalara örnek olarak; kemoterapi, uyanma, yoğun bakım odaları, üroloji, jinekoloji, batin bölgesi ile genel cerrahi ameliyat salonları verilebilir. Komşu bölüm sınıfı en az ISO 8 şartlarına uygun olmalıdır.

Ortalama riskli odalar ISO 8 karşılığında 209E’de klas 100.000. Bu tür odalarda, tanecik yoğunluğunu önlemenin yanı sıra temizlik sınıfı yüksek bölgeleri korumak amaçlanır. Bu bölümler, steril koridorlar, değişim yerleri, fizik tedavi bölümleri ile enfeksiyonel hasta ve doğum odaları gibi.

Tablo.1. Temiz oda sınıflandırılması ISO 14644-1.

TEMİZ ODA SINIFLANDIRMASI							
ISO SINIF	(USA) FED STD 209E	Maksimum Konsantrasyon Limitleri (Parçacık/m ³ hava)					
		0,1 Micron	0,2 Micron	0,3 Micron	0,5 Micron	1 Micron	5 Micron
ISO 1		10	2				
ISO 2		100	24	10	4		
ISO 3	1	1,000	237	102	35	8	
ISO 4	10	10,000	2,370	1,020	352	83	
ISO 5	100	100,000	23,700	10,200	3,520	832	29
ISO 6	1,000	1,000,000	237,000	102,000	35,200	8,320	293
ISO 7	10,000				352,000	83,200	2,930
ISO 8	100,000				3,520,000	832,000	29,300
ISO 9					35,200,000	8,320,000	293,000

Verilen grupta genel mahiyette olup, ameliyatın süresi, cinsi, hastanın bağışıklık sisteminin durumuna göre çok daha yüksek veya düşük klaslı odalar gerekebilir. Bunun için yatırımcı tarafından hastane niteliğinin çok iyi tespit edilmesi gerekir.

Kirlenmeye karşı alınabilecek önlemleri: Çoklu disiplinler halinde mimari, inşai, mekanik tasarım ve uygulamalar ile idari yönetim kuralları oluşturur. Mimari, inşai, tefriş ve dekorasyon pasif, mekanik tesisat uygulamaları ile yönetimin işletme kuralları aktif önlem niteliğinde mimari tasarımın tamamlayıcısı olup, sayılan her tedbir olmazsa olmaz eşit derecede öneme sahiptir.

İlk başlangıçta, mimari proje tasarımındaki yerleşim planında, dolaşım trafiğinin kirliden çok temize, temizden kirliye kademeli giriş ve çıkış güzergahı şeklinde düzenlenmesi, dekorasyon, tefriş malzeme seçimlerinde ise antibakteriyel ve toz tutmaz özellikler tercih edilmesiyle asgari hijyen şartlarının gözetilmesi mümkündür.

Mekanik tesisat uygulamaları ile bu mahallerde tüm diğer önlemleri koruyucu ve devam ettiren nitelikte hijyen seviyesinin üzerinde steril şartlarda iç ortam hava kalitesi sağlanması amaçlanır.

3. STERİL BÖLÜMDE TESİSAT MÜHENDİSLİĞİ

Steril hacimlerde asgari hijyenin sağlanması ve korunmasında asıl mesuliyet mimari tasarım, onu takiben yapının statik ve inşai özelliklerinden sorumlu meslek disiplinleri ile idari yönetime aittir. Tesisat mühendisliği uygulamaları sayesinde mevcut önlemlerin daha üst noktalara taşınıp korunarak devamının sağlanması hedeflenir.

Bu yüzden mimari proje hazırlığı ayrı bir önem kazanır. Zira; döşeme, iç mekan duvar kaplama v.b. gibi iç imalatlardaki hata ve eksikliklerin bazıları yapım sürecinde telafi edilebilir olmasına rağmen, mimari yanlışlıkların; özellikle yerleşim planı, kolon giriş yerleri, kat yükseklikleri, mekanik tesisat cihaz yerlerinin değiştirilemez ve kalıcı olma ihtimali her zaman olasıdır. Çünkü, bu tür yapı bölümlerinde, öncelikle mimari yerleşim planı ve statik tasarımın izin verdiği şekilde insan ve malzeme dolaşım güzergahının belirlenmesi, ilave olarak duvar, tavan, zemin kaplamaları, iç tefriş dekorasyon malzemeleri ile eşyaların anti-bakteriyel ve toz tutmayan özellikte tercih edilmesiyle sadece hijyen düzeyinde başlangıç koruma önlemleri alınmış sayılır. Bu nedenle, tesisat mühendisini yönlendiren, hatta, bazende bağlayıcı etki yapan en önemli unsur mimari tasarımla belirlenen yerleşim planıdır.

Tesisat mühendisliği ile, asgari hijyen seviyesindeki iç hava kalitesini steril kabul edilen düzeye ulaştırmak hedeflenir. Bunun için, fizyolojik sıcaklık ve nem değerlerinde klimatize edilerek kirleticilerden arındırılmış, steril kabul edilebilir düzeyde ve doğru akış istikametinde yönlendirilen hava sayesinde iç ortam temizlik derecesini sağlamaya ve korumaya yönelik tasarım ve uygulama amaçlanır. Tasarlanan sistemin işlevi, ortam havasının kendi hacmi içinde tahliye edilmesi veya kendisinden daha az temiz bölüme nakledilerek kirliliğin temiz bölümlere sirayetini önlemektir.

Bu ilkeler çerçevesinde tesisat mühendisliği tasarım esasları:

1. Paydaş disiplinlerle ortak bir çalışma içerisinde bulunularak kurulması düşünülen mekanik sistemin, yapının kullanım amacı doğrultusunda mimari ve inşai özelliklerine uyumunun sağlanması.
2. Yapının bütününde genel olarak hijyen, bazı bölümlerde hijyenin korunarak steril koşulların oluşturulması ve devamının sağlanması için dezenfeksiyon ve steril amaçlı uygun arındırılmış havalı klima sistemini tasarlamak.
3. Fizyolojik konfor şartlarını tesis etmek.
4. Kötü koku ve biriken anestetik atık gazın dışarı atılmasını sağlamak.

Sayılan prensipler doğrultusunda, temizlik dereceleri benzer olmayan alanlar arasında farklı basınç oluşturularak, dolaşım güzergahına göre belirlenen hava akışı sayesinde steril ortamın korunmasına çalışılır.

Steril klima tesisatının görevi:

- * Bölüm özelliklerine göre sıcaklık ve nem kontrolünün sağlanması,
- * Belirlenmiş değerlerin üzerinde toz, partikül ve mikroorganizma sayısının kontrol edilmesi,
- * İstenmeyen mikroorganizma ve benzeri canlıların bölümden bölüme geçişi, yayılması ve üremesine engel olunması,
- * Toz, toprak, madde döküntüsü gibi katı taneciklerin birikmesi ve yüzeylere yapışarak ortamda kalmasının önlenmesi,
- * Özellikle ameliyathane, yoğun bakım, sterilizasyon gibi benzeri hassas bölümlerde, hasta ve personelin sağlık güvencesi ile tedaviyi olumsuz etkileyebilecek kirletici bulaşmasının sebep olabileceği enfeksiyon riskine meydan verilmemesi,
- * Operasyon, tedavi, hasta nakli ile diğer tıbbi destek cihaz, alet ve donanımların hazır bulundurulması, depolanması ve taşınmasında gerekli hijyen ve steril koşullu alanların oluşturulması amaçlanır.

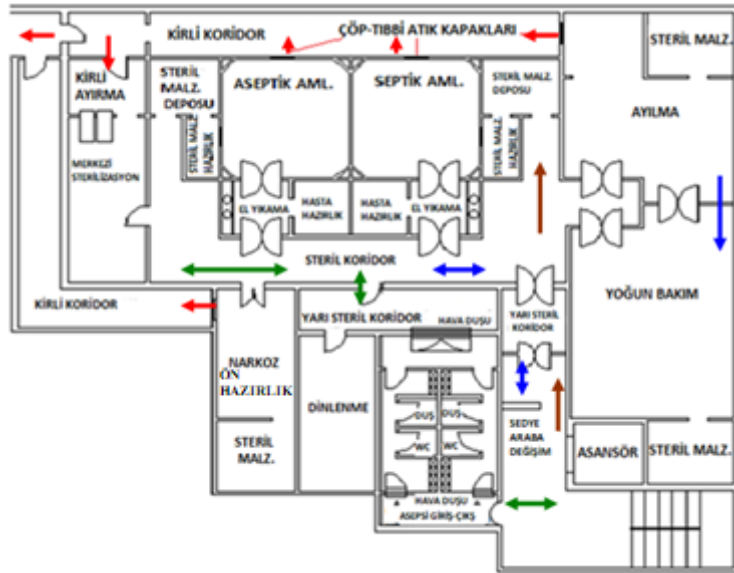
Steril klima tesisatının, önleyici bir unsur olmasının yanı sıra aynı zamanda her an büyük risklere de yol açabileceği bilinmelidir. Özellikle idarece steril ve diğer bölümlere hitap eden klima tesisatının kontrol ve bakımlarının ihmal edilmemesi gerekir. Zira, dış havanın metre kübünde genellikle toprakta üremiş 100 ila 300 adet canlı bakteri veya mantara rastlanır. [1] Bunların büyük bir kısmı zararsız

olmasına rağmen, aralarında nemli veya gübreli toprakta üreyen, kangren veya bir çok hastalığa sebep olabilen çok tehlikeli bakteriler barınır. Nemlendirici, yıkayıcı, damla tutucu gibi elemanlar bakterilerle beraber, yaraların enfekte olmasına sebep olan mikroorganizmaların üreyip çoğalması için uygun bir ortam oluşturur. Bu nedenle klima sisteminin rutin bakımlarının özenle yapılması, aksi halde kirlenici kaynağı olabileceği unutulmamalıdır.

4. STERİL VE YARDIMCI BÖLÜMLERDE DOLAŞIM

Steril hacimlerde dolaşım denilince, insan ve malzeme hareketi akla gelir. Sağlık personeli, hasta, tıbbi hizmetlerle alakalı diğer görevliler, temizlik personeli, malzeme sevkiyatı için dışarıdan gelenler insan dolaşımını oluşturur. Malzeme dolaşımı olarak; tıbbi cihazlar, temizlik malzemeleri, arabaları, donanımları, çöp ve tıbbi atıklar, dışarıdan gelen medikal sarf malzemeleri, medikal alet ve gereçler, hasta sevkiyatında kullanılan sedye ve tekerlekli sandalyeler sayılabilir.

Ancak, tasarım sürecinde dikkate alınması gereken diğer bir husus da, toplumsal yapı gereği özellikle hasta odaları ve yoğun bakım bölümlerinde sıkça rastlanan refakatçi uygulaması ile gerek hasta ve yakınları, gerekse sağlık personeli için dışarıdan yiyecek getirilmesi gibi yurdumuza has hijyen ve steril şartları bozan sosyolojik kötü alışkanlıkları da ilave etmek yanlış olmaz.



Şekil.1 Steril bölümde dolaşım.

Malzeme dolaşımı



Hasta sevkiyatı



Personel dolaşımı



Çöp- Tıbbi atık dolaşımı



Dolaşım güzergahını belirleyen mimari tasarım, dolaşımında ki esas unsur ise malzeme hareketini de gerçekleştiren insan hareketidir.

Tasarımın asıl ilkesi her mahalın yeri doğru belirlenerek sadece ilgili personelin dolaşımını sağlayacak mekansal yerleşimin düzenlenmesi. Giriş çıkış bölümleri, bilhassa hava kilitleri/duşları, personel soyunma giyinme (asepsi) mahalleri, bağlantı veya geçiş koridorları, ameliyathaneler, el yıkama bölümü, doktor dinlenme, anestezi odaları, steril malzeme depoları, sterilizasyon bölümü, tıbbi atık ve diğer çöp odalarının yerleşimi benzer veya yakın temizlik klaslarına göre kümelenme şeklinde belirlenmeli ki insan dolaşımını yönlendirilebilsin. Şekil.1.

Zıt temizlik klasındaki odaların aynı koridorda yan yana yerleşimi veya ardarda düzenlenerek geçişlerin çok temizden kirli ortama ara geçiş bölgesi olmaksızın birbirini takip edercesine doğrudan yapılması istenmez. Bölümler arasında en fazla iki klas farkına müsaade edilmeli. Aralarında iki klas farkı bulunan mekanlar arasında ikisinin ortası değerinde bir bölüm oluşturma esası da doğru bir yaklaşım olarak benimsenebilir.

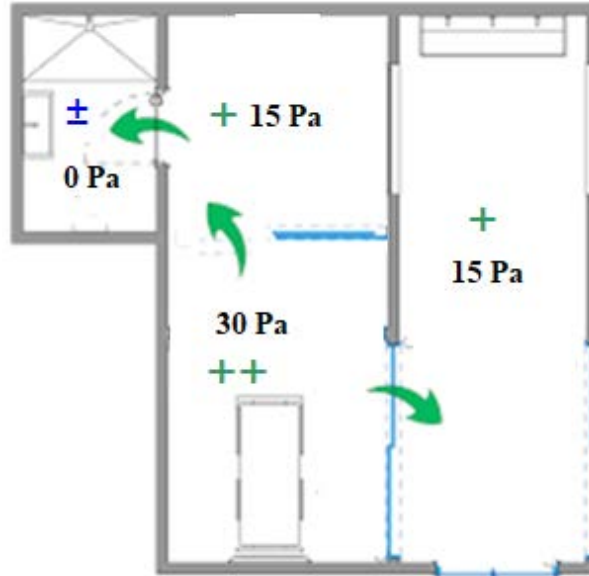
Örneğin: Personelin asepsi bölümünden hemen steril koridora girmesine imkan verilmemelidir. Arada mutlaka yarı steril koridor veya çok yakın klasta bir ara geçiş alanı düzenlenmelidir.

Yine aynı şekilde, hastayı ameliyathaneye ulaştırmak için kirli sayılan giriş koridorundan ayrılmış bariyerli sedye değiştirme alanına, oradan yarı steril koridora geçtikten sonra ancak tam steril koridora, oradan da ameliyathaneye ulaşım rotası izlenmesini sağlayacak olan mimari tasarımıdır. Şekil.1'de verilen örnekte belirtildiği gibi yarı steril koridorla sedye değişim mahalli arasında mutlaka tampon işlevli bir ara geçiş bölümü olmadan hasta giriş ve çıkışına müsaade edilmemeli, steril malzeme deposu yeri seçilirken, sevkiyat görevlilerinin ameliyathane holüne kadar geçişine imkan vermeyen, yine benzer şekilde tıbbi atık ve çöplerin ayrı bir koridordan alınmasını zorunlu kılan dolaşım istikametinin mimari tasarımda belirlenmesi gerekir.

5. FARKLI BASINÇ BÖLGESİ

Tesisat mühendisliği dilinde “farklı basınç bölgesi” denilince üfleme ve egzoz debilerinde ayarlama yapılması suretiyle kapalı bir odanın veya alanın çevresine göre iç basıncını düzenlemek anlaşılır. Bu işlemde amaç, sözkonusu ortama çevre bölümlerden hava girişinin istenmesi veya istenmemesi veyahut kendi iç havasının komşu bölümlere sızmasının sağlanmasıdır.

Uygulama prensibi, hijyen hassasiyeti gerektiren kirletici tanecik sayısı kısıtlanmış odalardan daha düşük temizlik sınıfındaki odalara hava girişine göz yumulması esasına dayanır. Hava akışının temizden daha az temiz sayılan alana yönlendirilmesiyle havanın taşıyıcı rolü yoluyla kirletici transferinin önlenmesine çalışılır Şekil.2.



Şekil.2 Farklı basınç bölgede hava akış prensibi

Mekanik sistemle yönlendirilen havanın, aradaki kapı ve pencere kapanma açıklıkları veya benzeri boşluklardan sızması/infiltrasyon yoluyla bölüm dışına geçişinin sağlanması amaçlanır (Şekil.2).

Mevcut uygulamada yaygın metod olarak; üfleme egzoz debilerinin konfor klima havalandırma tekniği yaklaşımı ile genellikle %0-15 gibi oranlardaki farkına göre pozitif, negatif veya nötr basınç oluşturmak suretiyle hava akışı kontrol edilmeye çalışılır. Bazı literatürlerde ise bahsedilen kapanma aralıklarının ölçülerine göre; birim açıklık uzunluğu başına m^3/hm cinsinden tahmini hava debileri verilerek; bazı kaynaklarda ise tamamen montaj titizliğine bağlı giriş çıkış trafiğinin yapıldığı kapıların alt, üst ve yan kenarlarına ilişkin mm cinsinden kapanma açıklık ölçüleri verilmesi gibi çeşitli yöntemler önerilmektedir. Özenli çalışılması kaydıyla her metod sonuç odaklı olmasına rağmen en garantisi her sınır alanın ayrı ayrı hesaplanmasıdır. Çünkü, her mimari tasarım kendine has karakteristik özellikler taşır ve her karakteristik sorunun çözümünde farklı yaklaşımlar gerekebilir. Örneğin, ardışık konumda birbirini takip eden ve aralarında 15 Pa basınç farkı istenen (45/30/15) alanların kademeli ve birbiriyle uyumlu değerlerini karşılamak oldukça karmaşık bir durum yarattığı gibi sapmalara da sebep olması kaçınılmazdır. Bu nedenle bahsedilen pratik öneri metodlarıyla istenilen sonucu almanın her zaman mümkün olamayacağını hatırlamak faydalı olacaktır.

Kirletici sızmasına karşı temiz oda ve bitişik ortam arasındaki basınç farkına ilişkin yapılan çalışmalar neticesinde: Kirletici infiltrasyonunun azaltılmasında etkili değerler %0.03 ila 0.05 in wg'lik (7,5-12,5 Pa) basınç farkı olduğu, 0.05 in wg üzerindeki basınç farklarının daha iyi kirletici kontrolünü sağlamadığı görülmüştür [2].

Diğer önemli bir husus: Daha yüksek basınç farklarının kapıları açmak ve kapatmak için daha fazla güç gerektirdiğidir. Bir kapı boyunca önerilen maksimum basınç farkı 0,1 inç wg'dir (24,97 Pa). 0,1 in wg'de 3*7 foot (0,914*2,13m) ölçüsünde bir kapıyı açmak ve kapatmak için 11 kilo kuvvet gerektirir [2].

Bu nedenle; bir temiz oda bölümünde kapılardaki statik basınç farkını kabul edilebilir sınırlar içinde tutmak gerekebilir.

Ayrıca, yüksek bir basınç farkının daha yüksek enerji maliyetine yol açtığı ve kontrol edilmesinin daha zor olduğu unutulmamalıdır.

Hava akışı sayesinde odalar arası kirletici göçünü önlemek için kapılar kapalıyken gerekli min. basınç farkı için 2,5 Pa yeterli görülür [3].

Üst değer için referans alınabilecek değişik kaynaklarda 0,03-0,05 inç su sütunu (7,5-12,5 Pa) [3] ila 10-15 Pa arasında değerler önerilmektedir [4].

Bu hususda Tablo.2'de [1] verilen tavsiye değerlerden de görüleceği üzere odanın konumu, coğrafi bölgenin hava özellikleri ve uygulama amacı dikkate alınarak kullanım yerine göre min düzeyde 2,5 Pa olmak üzere 15 Pa basınç farkı tavsiye edilebilir. Ancak, hacmin işlevi doğrultusunda tasarımcının bilgi ve tecrübesine göre gerekçelerini açıklayarak ihtiyaç doğrultusunda farklı değerleri de belirlemesi gerekebilir.

Kapılar, pencereler, döşeme, duvar, tavan bileşenleri, özel iklimlendirme sistemleri, filtreler ve yerine göre hava perdesi uygulamalarıyla mekanlar arasındaki steril hava akışları kontrol altına alınır. Hava koşullarının dış ortama bağlı olarak değiştiği, pencereler aracılığıyla doğal havalandırma biçimi ameliyathanelerde kesinlikle kullanılmaz. Kapılar açıldığında veya dengeyi bozabilecek benzer olaylar meydana geldiğinde basınç farklarının muhafazası için kontrol sistemleri kurulmalıdır.

Tablo. 2 Temiz odalarda statik basınç fazlalıkları [1].

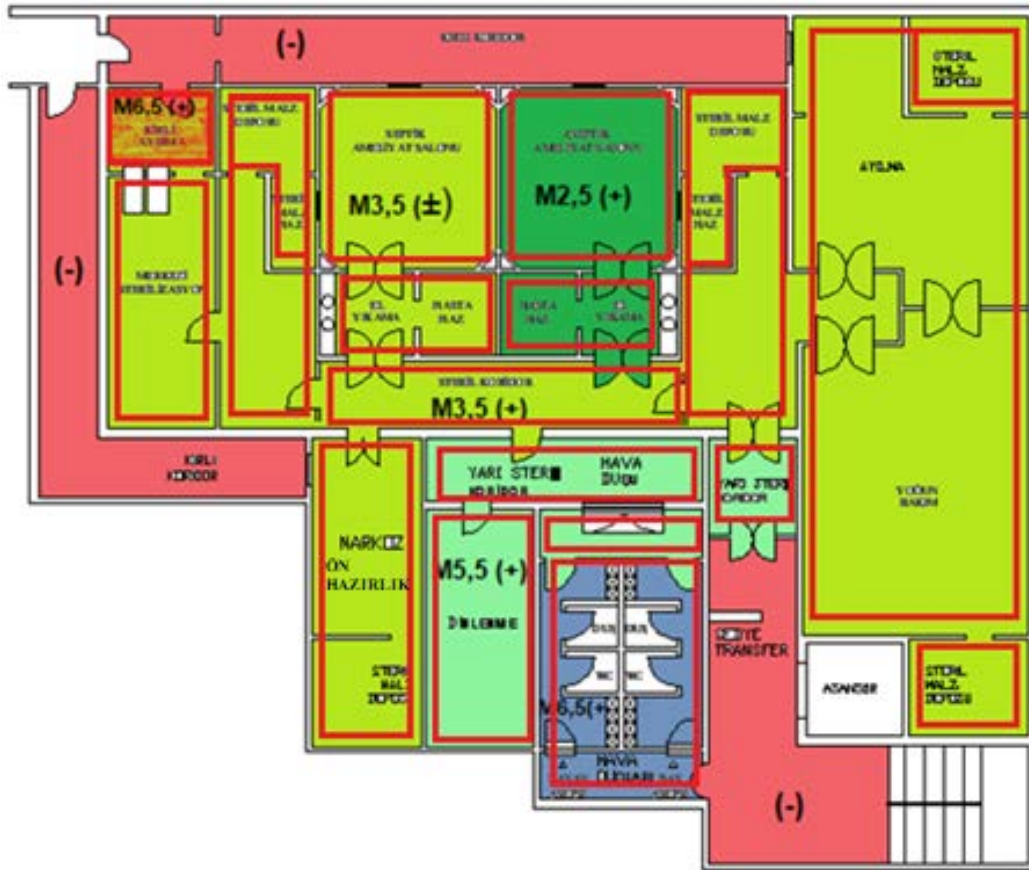
Uygulama	Statik Basınç Farkı Pa
Genel	Çevresi ile oda arasında 12 Pa min.
Temiz oda ile kirlenmemiş bölüm arası	Min. 12 Pa
Kirlenmemiş bölüm ile az kirlenmiş bölüm arası	12 Pa
Az kirlenmiş bölüm ile soyunma mahalleri arası	2,5 Pa

Mimari yerleşimde bölümlerin temizlik sınıflarına göre kümelendirilmesi mühendislik işlemlerini kolaylaştırır. Mimari yerleşimle ilgili olarak yazımızda verilen örnek plana ilişkin şu noktayı belirtmek gerekir: Prensip olarak septik (bulaşıcı enfeksiyonel hastalara cerrahi müdahalenin yapıldığı)

ameliyathaneler ile aseptik ameliyathanelerin aynı ortak bölümde bulunması tercih edilmez. Septik ameliyathanelerin müstakil bir bölümde yardımcı hacimleriyle birlikte enfeksiyonel tedavi poliklinik ve hasta odalarına yakın konumda yerleşimi doğru olur. Ancak, ülkemiz mevcut uygulamalarında hala septik ve aseptik operasyon salon ayırımı tam olarak yapılmış değildir. Maalesef, ameliyathaneler genel bakış açısıyla her türlü cerrahi müdahale için tasarlanmış bölümler olarak kabul edilmektedir. Tabii ki, septik salonlar çok amaçlı kullanılabilir. Ancak; bu işleve ilişkin tasarım ve donanımların her iki fonksiyonda çalışabilecek özellikleri taşıması ile mümkündür. Örneğimizde; yapılan yanlışlıklara dikkat çekmek ve telafisi mümkün olmayan mimari yerleşim hatasının sebep olabileceği riskleri tesisat uygulamasıyla düzeltme yöntemini paylaşmak amacıyla septik ve aseptik ameliyathanelerin aynı bölümde yer aldığı Şekil.1'de gösterilen yerleşim planı ele alınmıştır.

Tesisat uygulamasına, önce steril alan bölümlerinin temizlik sınıfları ve basınç türünün belirlenmesi ile başlanır. Örneğimizde, Septik salon klas 100 şartlarında seçildi. Ancak, steril bölge güvenliği açısından septik salondan diğer steril bölümlere hava akışı/infiltrasyon sakıncalı görüldüğünden komşu bölümlere nazaran -12 Pa basınç altında tutulması uygun görüldü. Aseptik salon olası operasyon türleri dikkate alınarak daha üst seviyede klas 10; ortak geçiş bağlantılı ve işlev yönünden birbirlerini tamamlayan diğer steril hacim sınıfları eşit; merkezi sterilizasyon hacmi ile riskli alan sayılan kirliliği ayırma bölümünün klas değerleri sık giriş çıkış trafiği ve hava hareketi nedeniyle farklı belirlendi. Ameliyathane atıkları alma ağızlarının bulunduğu kirliliği negatif basınç değerinde tutuldu.

Temizlik sınıfı ve bölümlerin işlevine göre kullanıcı idare/yatırımcı veya hijyenistlerinde dahil olduğu tüm disiplinlerle koordineli olarak Şekil.3'de gösterildiği gibi bölge sınırları belirlenerek temizlik sınıfları ve dolaşım trafiğine göre hava akış yönleri tespit edilir Şekil.4.



Şekil.3 Steril hacimde sınırlar.

Arzu edilen akış yönüne göre basınç farkını meydana getirecek hava debisi bulunarak toplam iç basınç ile üfleme ve egzoz debilerinin tespiti yapılır.

Mahal besleme debilerinin belirlenmesinde dikkat edilmesi gereken husus: göreceli kirli sayılan veya normal yaşam koşullarında sayılabilecek bekleme koridoru, salonları, asansör, merdiven holleri gibi alanları barındıran mekanların hava debileri konfor klima ve havalandırma tekniği doğrultusunda; kişi başına, birim alana veya hacimsel değişim sayısına göre, ameliyathaneler ile bağlı hacimlerde ise hijyen ve steril koşullara göre ilgili standart ve literatürlerde belirtildiği üzere referans değerlerin kullanılması tercih edilir (Tablo.3,4).

Tablo.3 Steril hacimlerde Saatlik Hava Değişimi İle Oda Yüksekliği , Temizlik Sınıfları ve Akış Hızı Karşılaştırılması [5].

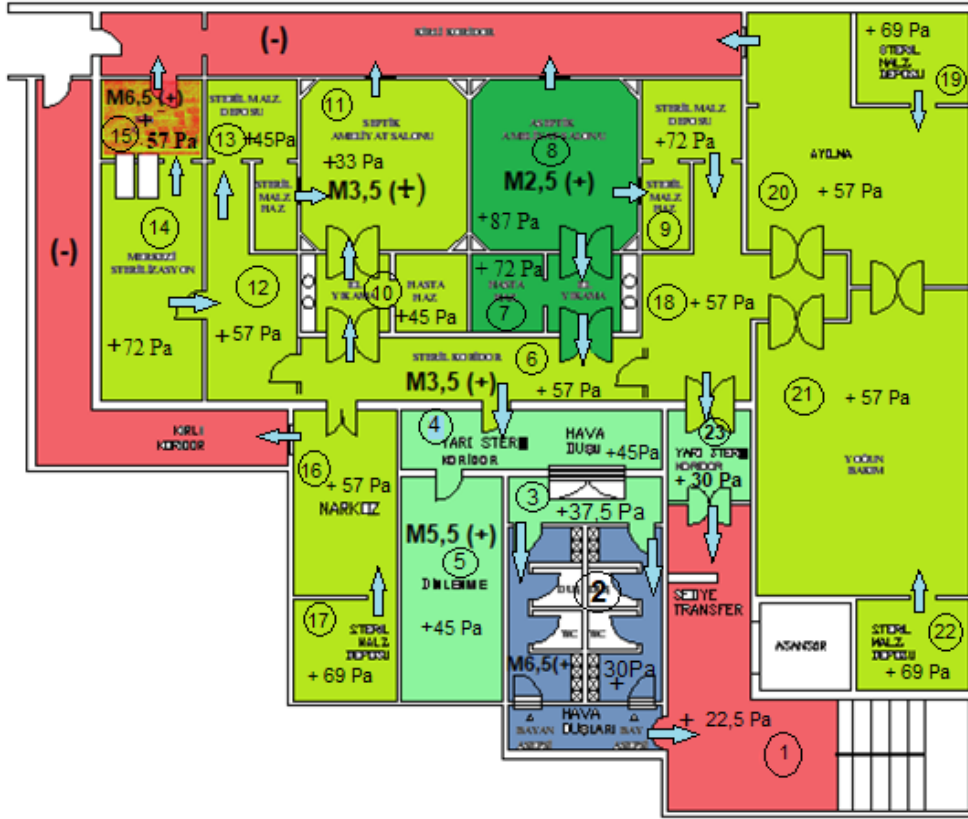
ISO Sınıf	Akış Hızı fpm	Tavan Yüksekliğine Göre Saatlik Hava Değişim Sayısı (Height ft)							
		40	50	60	80	100	120	140	160
2	85-100	128-150	102-120	85-100	-	-	-	-	-
3	70-85	105-128	84-102	70-85	52-64	-	-	-	-
4	60-70	90-105	72-84	60-70	45-52	36-42	-	-	-
5	45-55	68-83	54-66	45-55	34-41	27-33	22-27	-	-
6	25-35	38-53	30-42	25-35	19-26	15-21	12-18	10-15	-
7	8-16	12-24	10-19	8-16	6-12	5-10	4-8	3-6	3-2
8	4-6	8-10	5-7	4-6	3-4	2-3	2-3	2	2
9	2-3	3-5	2-3	2-3	2	1-2	1-2	1	1

Tablo.4 Steril hacimlerde hava değişim sayıları [6].

(USA) FS209E Temiz Oda Sınıfları	ISO Temiz Oda Sınıfları	Hava Değişim Oranı
1	ISO 3	360-540
10	ISO 4	300-540
100	ISO 5	240-480
1000	ISO 6	150-240
10.000	ISO 7	60-90
100.000	ISO 8	5- 48

Şekil.1’de verilen örnek yerleşim planına göre yapılan hesaplama yönteminde: Asepsi ile dış koridor arasında 7,5 Pa, aseptik salon ve bağlı hacimler, merkezi sterilizasyon ile komşu bölümler arasında 15 Pa, diğer alanlar arasında 12 Pa basınç farkı kabul edilerek sınırları belirlenmiş her bölümün komşu bölümlerle basınç farkı veya eşitliğine göre hem hava akışını yönlendirecek hem de iç basıncı sağlayacak hava miktarı bulunarak mahal debilerinin tespit edilmesi yolu izlenmiştir.

Komşu bölüme hava sızıntısında, akış yolları sayılan elektrik prizleri ve kablo boruları, tesisat şaftları, asansör, yangın merdiveni kapı sızıntıları, kanal geçiş ve menfezleri, asma tavan içi diğer tesisat ile tıbbi donanım boru ve armatürlerinin duvar, tavan, döşeme geçişleri ihmal edilerek sadece kapıların kapalı olması halinde kapanma açıklık ve aralıkları efektif akış alanı olarak kabul edilmiştir.



Şekil.4 Örnek yerleşim planına göre steril hacimde hava akış yönleri.

5.1 Uygulama

Uygulama örneği Şekil.4'de gösterilen yerleşim planına göre verilmiş olup, sınırları belirlenerek numaralandırılmış alanlardan hava akışının; steril koridor ve ameliyathanelerden itibaren kademeli olarak asepsi bölümüne, asepsiden de dış koridora yönlendirilmesi istenilmektedir.

Bu sebeple, basınç değerlerinin belirlenmesine; mihenk noktası olarak hava akışının yönlendirildiği asepsi giriş tarafından başlamak gerekecektir.

2 No'lu Asepsi bölümü:

2 no'lu asepsi bölümü, steril bölgeye personelin dış koridordan ilk giriş bölümü olup; soyunma, giyinme, wc ve duş bölümlerini ihtiva eder. Kirlenmeye karşı önlem olarak hava akışının asepsi yönünden koridor tarafına yönlendirilmesi için asepsi bölümünün 1 no'lu dış koridora nazaran pozitif basınç altında tutulması zorunludur.

Bu nedenle önce dış koridor basıncının bulunarak, bu basınç değerine göre asepsi şartlarının belirlenmesi gerekir.

Hesaplamalarda kullanılan veri ve genel eşitlikler:

Debi ve basınç hesap verileri:

Kat yüksekliği: 3m.

İç sıcaklık: Dış koridor / Asepsi giriş 24 °C

PV = MRT₀ Genel Gaz Kanunu Eşitliği

P = Mutlak basınç (Pa)



$V = \text{Oda hacmi (m}^3\text{)}$
 $M = \text{Havanın ağırlığı Kg.}$
 $M = d * \Delta v$
 $\Delta v = \text{Üfleme- egzoz havası farkı m}^3/\text{s}$
 $d = \text{Tasarım şartlarında havanın yoğunluğu Kg/m}^3$
 $R = \text{Gaz sabiti } 287 \text{ J/Kg } ^\circ\text{K}$
 $T_0 = \text{Sıcaklık } ^\circ\text{K}$

Hava sızıntısı hesap verileri:

$Q = C A_E \sqrt{\Delta P}$ [7]
 $Q = \text{Sızan hava miktarı m}^3/\text{s}$
 $C = \text{Akış katsayısı } 0,83 \text{ Boyutsuz}$
 $A_E = \text{Efektif akış alanı m}^2$
 $\Delta P = \text{Pa (Paskal) İki ortam arasındaki basınç farkı}$
 $\text{Kapı ölçüleri : } 2 * 1,1 \text{ m kabul edildi.}$
 $\text{Kapı sızdırma boşluğu çevresel olarak ortalama } 3 \text{ mm Kabul edildi.}$

1 no'lu dış koridor basınç ve debi değerlerinin bulunması:

Örnek mimari yerleşim planına göre ameliyathane bölümüne doğrudan bağlantısı olan dış koridor hacminin negatif veya nötr basınç altında tutulması tercih edilebilir. Ülkemiz koşullarına göre düşünmek gerekirse; sosyo-kültürel yapımız ve alışkanlıklar icabı hastanelerimizin bu bölümlerinde haddinden fazla oldukça kalabalık insan bulunması, ameliyathaneye hasta giriş ve çıkışın buradan yapılması ile hastaların olumsuz etkilenmemesi için koridorun kendi içinde pozitif basınç altında tasarlanması uygun görüldü.

Mahal verileri:

$\text{Koridor alanı: } 3 \text{ m} * 15 \text{ m} = 45 \text{ m}^2$
 $\text{Koridor hacmi: } 45 * 3 = 135 \text{ m}^3$
 $\text{Ortam sıcaklığı: } 24 ^\circ\text{C (Hasta kıyafet ve örtüleri dikkate alınarak tercih edildi.)}$
 $\text{Ortam basınç türü: } \%10 \text{ pozitif. (Konfor havalandırması şartlarına göre kabul edildi.)}$
 $\text{Hava değişim oranı: } 8 \text{ değişim/h kabul edildi [8].}$
 $\text{Besleme havası debisi } V_b: 135 * 8 = 1080 \text{ m}^3/\text{h (Hacimsel hava değişim prensibine göre.)}$

Hatırlatma notu.1: Koridora asepsiden ve sedye atlatma mahallinden hava geçişi olacak ve doğrudan koridor besleme havasına ilave olarak ortam havasına karışacaktır. Bu nedenle dış koridor toplam besleme miktarında meydana gelen sapma tasarım basınçlarında dengesizliğe sebep olacağından, toplamı aynı kalmak üzere, bitişik bölümlerden olan sızıntıya göre koridor debisinin revize edilmesi gerekir. (Bkz. Sedye atlatma)

Hatırlatma notu.2: Akış yolları detayına girilmeksizin doğrudan konunun anlatılması amaçlandığından; koridor ile asansör ve merdiven holü arasındaki ortam basınçları eşit ve sızıntı olmadığı kabul edilmiştir.

$\text{Besleme - Egzoz havası debi farkı : } \Delta v: 1080 * \%10 = 108 \text{ m}^3/\text{h} = 0,03 \text{ m}^3/\text{s}$

Bu fark hava debisi ile dış koridor hacminde sağlanacak ortam basıncı:

$P V_K = mRT$
 $P = \text{Mutlak basınç (Pa)}$
 $V_K = \text{Koridor hacmi (m}^3\text{)}$
 $M = \text{Havanın ağırlığı Kg.}$
 $M = d * \Delta v$
 $\Delta v = \text{Üfleme-egzoz havası farkı m}^3/\text{s}$
 $d = 24 ^\circ\text{C tasarım şartlarında havanın yoğunluğu } 1,189 \text{ Kg/m}^3$
 $R = \text{Gaz sabiti } 287 \text{ J/Kg } ^\circ\text{K}$



$$T_o = \text{Ortam sıcaklığı } 273+24 = 297 \text{ } ^\circ\text{K}$$

$$P * 135 = 0,03 * 1,189 * 287 * 297 = 22,5 \text{ Pa Koridor ortam basıncı.}$$

2 no'lu asepsi bölümü basınç ve debi değerleri:

Asepsi bölümünden koridor tarafına hava akışının gerçekleşmesi için asepsi bölümü basınç değerinin dış koridor değerinden yüksek tutulması zorunlu olacaktır. İki bölüm arasında hassas bir koruma önlemi olarak biraz yüksek sayılabilecek düzeyde olmasına rağmen +7,5 Pa basınç farkı uygun görülebilir. Buna göre asepsi ile dış koridor arasında 7,5 Pa pozitif basınç farkı meydana gelmesi için asepsi ortam basıncının 22,5 +7,5 = +30 Pa değerinde olması gerekir.

Şurası bilinmelidir ki; bu tür benzer alanlarda fark basıncı seçim kriterine en önemli etki olarak; hijyen kültürüne bağlı işletme şartları olduğu söylenebilir. İşletme kurallarının uygulanıp uygulanamayacağını dikkate alarak tasarımcının önlemden yana kendi tercihini kullanması daha doğru olacaktır.

Asepsi verileri:

Hava değişim sayısı 10 defa/h, (Tablo.4)

Ortam sıcaklığı: 26 °C (Soyunma ve duş hacimleri bulunması nedeniyle seçildi.)

$$d = 26 \text{ } ^\circ\text{C tasarıma şartlarında havanın yoğunluğu } 1,181 \text{ Kg/m}^3$$

Dış koridor-asepsi giriş kapı ölçüleri: 2*1,1 m.

Kapı sızıntı açıklığı: Çevresel olarak ortalama 3 mm. kabul edildi.

$$\text{Asepsi hacmi: } 9,55 * 7,25 = 69,23 \text{ m}^2 * 3 \text{ m} = 207,71 \approx 208 \text{ m}^3$$

+30 Pa ortam basıncını sağlayacak hava miktarı: Besleme – Egzoz havası farkı

$$P V_A = mRT$$

$$30 * 208 = \Delta V_a * 1,181 * 287 * 299 = 0,0615 \text{ m}^3/\text{s} * 3600 = 221,65 \approx 222 \text{ m}^3/\text{h}$$

Ortamda +30 Pa pozitif basınç sağlamak için egzoz debisinin besleme debisinden 222 m³/h eksik olması lazım. Bu fark havası ile arzu edilen +30 Pa iç ortam basıncı sağlanırken, aynı zamanda komşu bölümle olan +7,5 Pa basınç farkında akış alanlarından geçiş yapacak sızıntı miktarıda karşılanacaktır.

Asepsi alanına dışarıdan giriş bağlantısını sağlayan kapı kapanma aralıklarından iki ortam arasındaki 7,5 Pa Δ_P basınç karşılığında dış koridora sızacak hava akış miktarı:

$$Q = 0,83 * [2(2 + 1,1)] * (3/1000) \sqrt{7,5} = 0,042 \text{ m}^3/\text{s} = 152 \text{ m}^3/\text{h}$$

Hatırlatma: Bu hava debisi asepsi hacminden koridora akacağı için asepsi egzoz debisi içinde değil dış koridor besleme debisine dahil edilmesi gerekir.

Bu durumda asepsi alanı hava debileri:

$$\text{Besleme hava debisi: } 208*10= 2080 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Egzoz debisi } V_E: \text{Üfleme debisi – İç basınç fark debisi } (\Delta V_a) = 2080 - 222 = 1858 \text{ m}^3/\text{h}$$

Bu durumda; 152 m³/h sızıntı yani infiltrasyon miktarı asepsi hacminden dış koridora geçtiği için dış koridor besleme debisine dahil edilir.

Steril alan için başlangıç noktası sayılan asepsi bölümü referans noktası kabul edilerek, diğer bölümlerin işlevleri ve birbirleriyle ilişkileri dikkate alınmak suretiyle basınç değerlerini belirlemek kolaylaşır.

Yarı steril koridor : Bu kısım, bir bölümü asepsi ile hava duşları arasında, diğer bölümü ise tam steril koridorla komşu iki parçalı bir mahal olması ve her iki çıkışın kendi kategorilerinde kritik hacimlere açılması nedeniyle iki ayrı basınç bölümü halinde değerlendirilmesi uygun olacaktır.

Hava duşları ile asepsi arasında kalan 3 no'lu yarı steril koridor: Dış koridorla arasında asepsi bölümünün tampon hacim olması ve hava duşlarının bulunması da gözönünde bulundurularak iki



bölüm arasında +7,5 Pa basınç farkı yeterli görüldü. Tespit edilen değere göre bu bölümün ortam basıncı $30+7,5= +37,5$ Pa olur.

Ameliyathane koridoru ile bağlantısı olan 4 no'lu yarı steril koridor; iki kısımlı yarı steril alanın temizlik sınıfları ve fonksiyonları aynı olması nedeniyle aralarında basınç farkı da düşünülmemelidir. Ancak, tam steril koridor lehine ilave bir önlem olarak iki bölüm arasında +7,5 Pa fark alınabilir. Bu durumda mahallin iç basınç değeri $37,5+7,5= +45$ Pa'dır.

5 no'lu doktor dinlenme bölümü: Giriş çıkışın yapıldığı koridorla benzer şartlarda olması dikkate alınarak aynı seviyede +45 Pa basınç değerinde olması uygun görülebilir.

6 no'lu ameliyathane koridoru: Hava akışı tam steril koridordan yarı steril hacim yönünde gerçekleşecek. İki bölüm arasında 12 Pa basınç farkı olması durumunda bu bölümün toplam iç basıncı $45 + 12= +57$ Pa.

7 no'lu aseptik ameliyathane hasta hazırlık ve giriş bölümü: Hava akışı yönü belirlenmesinde aseptik salonun diğer bölümlere karşı korunması amaçlandığından ek önlem olarak basınç farkının 15 Pa olması düşünülmüştür. Bu sebeple toplam ortam basıncı $57+15= +72$ Pa olur.

8 no'lu aseptik operasyon salonuna hiçbir komşu alandan hava akışına müsaade edilmemesi gerektiğinden komşu alanlarla +15 Pa basınç farkına göre salon iç basıncı +87 Pa olur.

Hatırlatma notu: Aseptik salondan hava akışının istendiği çevresi arasında dengeli basınç dağılımının sağlanması için tüm komşu alan farkları eşit belirlenmiştir.

Aynı bölümde yer alan aseptik salona hizmet veren 9 no'lu hemşire hazırlık veya ameliyat malzemeleri hazırlık diye de adlandırılan kısım ile steril malzeme deposuna ameliyathane hacminden hava akışı istendiğinden bu defa -15 Pa farkla 9 no'lu bölüm basıncı +72 Pa olur.

10 no'lu septik ameliyathane hasta hazırlık ve giriş bölümü: Hava akış yönü belirlenmesinde septik salona karşı diğer bölümlerin korunması amaçlanmıştır. Bu sebeple basıncın tam steril alandan küçük olması gerekeceğinden toplam ortam basıncı $57-12= +45$ Pa olur.

11 no'lu septik operasyon salonun basınç türü kendi içinde pozitif belirlenmesine rağmen komşu alanlardan hava akışına izin verilmesi için çevresine göre -12 Pa eksik belirlendi. Hasta hazırlıktan salona hava geçişinin sağlanması için salon basıncının düşük olması gerekeceğinden 12 Pa basınç farkına göre salon iç basıncı +33 Pa olur.

Merkezi sterilizasyon ile ameliyathane koridoru arasındaki 12 no'lu tam steril ara koridor, temizlik sınıflarının denk olmasına rağmen ameliyathane koridoru ile merkezi sterilizasyon arasında koruyucu tampon bölge konumu nedeniyle (6) no'lu ameliyathane koridoruna hava akışı istenmediğinden steril ara koridor basıncının ameliyathane koridor basıncına eşit olarak ortam basıncı +57 Pa belirlenmiştir.

Aynı bölümde yer alan septik salona hizmet veren 13 no'lu hemşire hazırlık veya ameliyat malzemeleri hazırlık diye de adlandırılan kısım ile steril malzeme deposundan ameliyathaneye hava akışı olacağından bölüm basıncı septik salona nazaran +12 Pa fark ile +45 Pa değerinde olmalı.

Hassas koruma şartları gerektiren 14 no'lu merkezi sterilizasyon bölümünden çevresine hava akışı sağlanması ve bölüm hassasiyetine istinaden çevresine göre +15 Pa farkla +72 Pa ortam basıncı belirlenir.

15 no'lu kirli ayırma bölümü sterilizasyon mahalli ile kirli koridor arasında tampon bölge işlevine uygun şekilde hava akış yönüne göre daha özenli bir koruma yaklaşımıyla -15 Pa farkla +57 Pa tespit edilir.

16 no'lu narkoz/anestezi ön hazırlık bölümü tam steril koridorla aynı basınç değerinde olması sebebiyle dışarıyla hava alış veriş olmayacağından sadece kendi hacmi içindeki 17 no'lu steril malzeme deposu yönünden akış sağlanması istendiğinden her alanda 12 Pa farkla (+69, +57 Pa) basınç değerleri belirlenir.



18 no'lu steril koridor 6 no'lu bölümün bir parçası olup aynı şartlara sahiptir. 9 no'lu bölümle -15 Pa fark basıncıyla iç basıncı +57 Pa olur

20/21 no'lu mekanları barındıran hasta ayılma/uyanma ve yoğun bakım bölümleri, tam steril koridorla aynı basınç değerinde olmaları sebebiyle dışarıyla hava alış veriş olmaksızın kendi hacimleri içindeki 19 ve 22 no'lu steril malzeme depoları yönlerinden akış sağlanması uygun olacağından her alanda 12 Pa farkla (+69, +57 Pa) basınç değerleri belirlenebilir.

23 no'lu sedye atlatma ve malzeme giriş bölümünde, asepsiyle dış koridor arasındaki 7,5 Pa basınç farkı dikkate alınarak bölgesel sistem basınç dengesinin sağlanması için bu alan basıncının +30 Pa (7,5+22,5) belirlenmesi uygun olacaktır.

Bu alana ait debiler:
Bölüm Hacmi: 27 m³

+30 Pa ortam basıncını sağlayacak hava miktarı:

$$30 \cdot 27 = \Delta v \cdot 1,181 \cdot 287 \cdot 299 = 0,0079 = 28,7 \text{ m}^3/\text{h} \text{ yani hacmin kendisi kadar (1 değişim /h)}$$

Bu alandan +7,5 Pa basınç farkında dış koridora sızan hava miktarı:

$$Q = 0,83 \cdot [2(2 + 1,1)] \cdot (3/1000) \sqrt{7,5} = 0,042 \text{ m}^3/\text{s} = 152 \text{ m}^3/\text{h}$$

Tam steril koridordan +27 Pa basınç farkında bu alana sızan hava miktarı:

$$Q = 0,83 \cdot [2(2 + 1,1)] \cdot (3/1000) \sqrt{27} = 0,080 \text{ m}^3/\text{s} \approx 289 \text{ m}^3/\text{h}$$

Bu durumda sedye atlatma mahallinin hava ihtiyacı steril koridordan geçiş yapan 289 m³ hava ile karşılanacak ve bu havanın 110 m³'ü egzoz edilerek, 152 m³ miktarının dış koridora akışına izin verilecek [27 m³ (Δv) + 110 m³ + 152 m³ = 289 m³].

Çıkan sonuca göre dış koridora asepsiden ve sedye atlatma alanından toplam 2*152 = 304 m³ hava akışı gerçekleşiyor. Bu nedenle koridor debisinin revize edilerek düzeltilmesi gerekir.

Koridor besleme havası debisi $V_{bK}: 135 \cdot 8 = 1080 \text{ m}^3/\text{h}$ olarak bulunmuştu. Oysa, +7,5 Pa basınç farkı nedeniyle asepsi bölümünden ve sedye atlatma alanından koridora intikal eden toplam 2*152 = 304 m³/h sızıntı miktarı, besleme havasına ilave olarak hesap dışı doğrudan ortam havasına karışmaktadır. Dolayısıyla koridor için doğrudan temin edilecek besleme hava debisi 1080 m³/h değil (1080-304) 776 m³/h olacaktır. Bu durumda koridor toplam besleme havasının 776 m³'ü doğrudan üfleme menfezlerinden, 304 m³'ü sızıntı olmak üzere toplamı 1080 m³/h olması gerekir.

Yukarıda örnek verilen mahal debilerinin hesabında izlenen yöntemle diğer bölümlerin debileri kolayca bulunabilir. Dikkat edilmesi gereken husus: Basınç faktörü sebebiyle komşu bölümden gelen infiltrasyon havasının sızdığı bölümün ortam basıncını muhafaza etmesi/sapmaya sebep olmaması için besleme miktarı içerisinde değerlendirilmesi olacaktır.

Yapılan işlemlerden ve prensiplerden anlaşılacağı üzere, koruma amaçlı farklı basınç uygulaması ve hava akışının yönlendirilmesi titiz bir yerleşim planı ve mühendislik anlayışı gerektirmektedir. Halen alışkanlık kazanmış ve usul kabul edilen %'lik oranlar ile m² alan başına veya birim çevresel açıklık uzunluklarına göre düzenlenen basınçlı ortam uygulamasında arzu edilen sonuçlara ulaşmak her zaman mümkün olmayabilir. Çünkü; söz konusu bu metodlar ile oda şartları elde edilebilir. Ancak, ne kadar basınç değerine ulaşıldı? Komşu bölümle arasındaki basınç farkı nedir? Hava akışı doğru yönde mi? Bu soruların cevabını vermek zordur. Onun için böylesi kritik mekanlarda mutlaka işlevi doğrultusunda ilgili literatür ve referans kaynaklara uygun tasarım yöntemlerini tercih etmek doğru olacaktır.

6. SONUÇ

Bölüm içeriklerinde anlatılmaya çalışıldığı gibi toplum sağlığı adına steril alanlarda her türlü istenmeyen kirleticilerin önlenmesi veya kısıtlanması yapıyla ilgili tüm tarafların ortak sorumluluğu içindedir. Herbir paydaşın görev ve yükümlülüğü diğerlerinden ne bir fazla ne de eksiktir. Aksine tüm önlemler zincirleme düşünüldüğünde yapılan her bir yanlışlık süreklilik kazanma özelliğine haizdir.

Bu tür yapılarda son önlem her zaman idarenin işletim kurallarıdır. Bina yönetimi yapının işlevine uygun bir dolaşım kuralı uygulamadığı, özellikle mekanik tesisatı tasarım seneryosuna uygun bir otomasyon sistemiyle çalıştırmadığı, rutin bakım onarım hizmetlerinin devamlılığı sağlanmadığı sürece hiçbir mükemmel tasarım veya uygulamanın olumlu sonucunu almak mümkün olmayacaktır.

Bahsedildiği üzere temiz mahallerin korunması mekanik tesisatla sağlanan hava hareketiyle doğrudan alakalıdır. Hava hareketinin kapı pencere gibi yapı bileşenlerinin sızdırma alanları sayesinde gerçekleşmesi nedeniyle örnek hesap sonuçları irdelendiğinde bu açıklıklarının önemsenmesi gerektiği de ortaya çıkmaktadır. Zira, açıklıklar hesaba katılmaksızın tasarım yapılmasının yanı sıra, üstelik aşırı olması halinde; ne hava debilerini, ne çevresiyle ilişkili basınç yeterliliğini, ne de doğru istikamette hava akışını sağlamak mümkün olmayabileceği gibi tamamen tersi bir neticeyle karşılaşmak sürpriz sayılmamalıdır.

Steril hacimlerde dış ortama açılan pencerelerin açılmaz, nadiren de olsa açılırsa kesinlikle sızdırmaz özellik taşımaları nedeniyle bilhassa kapı ölçüsü ile montaj sonucunda kapanma aralıkları hakkında bilgi edinmek önemli olmaktadır. Bu sebeptir ki; steril bölüm kapı montajlarının sanıldığı gibi sadece ustalık işi değil, bir mühendislik mimarlık uygulaması olduğunun bilinmesi, malzemelerin yalnızca dekoratif amaçlı teşrif mahiyetinde seçilmesinin doğuracağı sakıncaların, ileride hangi riskleri ortaya çıkaracağına tüm paydaşlarca unutulmaması gerekir. Sayılan sebeplerin çözümü için montaj usulleri ile yapı malzemelerini tanımak gerekir. Maalesef, ülkemizde henüz montajla ilgili norm kabul edilmiş herhangi bir usul mevcut değildir. Her montajcının kendi yöntemi ve mahareti kişisel metod kabul edilerek sorunun farkında olunmamaktadır. Halbuki, sonucun zanaatkarlığın ötesinde doğrudan toplum sağlığını ilgilendirdiği hatırlanmalıdır.

Mevcut proje uygulamalarına bakıldığında, üzülererek söylemek gerekirse azımsanmayacak sayıda kabul gören hakim anlayışa göre: Yatırımcı mimara sipariş vermekte, mimar kendi bilgi ve becerisi doğrultusunda projeyi hazırlayıp ilgili disiplinlere süreli dağıtım yapmak suretiyle hazırlık aşamasını tamamlamak gibi yanlış ve sakıncalı olduğu kadar, henüz baştan risklerin bertaraf edilmediği iş süreci izlenmektedir.

Bu anlayış neticesinde; temiz bölümlere haiz yapılarda iç hava kalitesi ve ortam korumasının yalnızca mekanik mühendisince tasarlanan steril amaçlı klima sistem ve donanımlarıyla sağlandığı, idarenin de rutin temizlik, dezenfeksiyon işlemlerini yerine getirmesiyle steril şartların oluşturulduğu gibi bir yaklaşım mevcuttur. Halbuki, mekanik tasarımla yanlış dolaşım güzergahı düzeltilemez. Sadece iyi bir sistem tasarımıyla hava akışı yönlendirilebilir. Ama, dolaşım kurallara aykırı düzenlenmişse hava hareketinde olumsuz sonuçlara yol açması da kaçınılmaz olacaktır.

Yazı kapsamında, anlatılmaya çalışılan mekanik tasarım esasları ve bağlantılı tüm tedbirlere ilişkin hususların; ancak, tüm tarafların önlem bakımından birbirinin tamamlayıcısı oldukları bilinci ile hareket etmeleri halinde faydalı olabileceği vurgulanmaya çalışılmıştır.

KAYNAKLAR

- [1] Temiz Oda Tasarımı ve Klima Sistemleri. Prof. Dr. F. Taner ÖZKAYNAK.
- [2] Cleanroom Design in 10 Easy Steps. Vincent A. Sakraida, 2008. Reprinted with permission from Engineered System. Original issue date March 31st, 2008.
- [3] Influence of the Pressure Difference and Door Swing on Heavy Contaminants Migration between Rooms. Scott D. Keimig, Michael L. Galvin & Eric B. Sansone Pages 103-107 | Received 28 Aug 1986, Accepted 31 Dec 1986, Published online: 24 Feb 2011.
- [4] Terra Universal Critical Environment Solution/FS209E and ISO Cleanroom Standards.



- <https://www.terrauniversal.com/cleanrooms/iso-classification-cleanroom-standards.php>
[5] 2015 Ashrae Handbook HVAC Applications.
[6] FS 209E and ISO Cleanroom Standards.
[7] BS 5588 Part 4 Smoke Control in Protected Escape Routes Using Pressurization 1998.
[8] TS 3419 Havalandırma ve İklimlendirme Proje Kuralları.

ÖZGEÇMİŞ

Celalittin KIRBAŞ

1979 yılında Ankara Gazi Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümünü bitirdikten sonra, 1980 – 1984 yılları arasında Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Gn. Md.'ünde İkmal Mühendisi olarak başladığı meslek yaşamını, 1984 yılından itibaren Yapı İşleri Genel Müdürlüğü'nde mühendis ve şube müdürlüğü görevlerinde devam ettirmiş olup, 2007 yılında emekli olmuştur. Ankara Üniversitesi (ATAUM) Avrupa Topluluğu Araştırma ve Uygulama Merkezinde, Avrupa Topluluğu Kuruluşu, Politikaları ve Topluluk Mevzuatı konularında Temel Eğitim Programını tamamlamıştır. Yapı sektöründe tesisat mühendisliği konularında danışmanlık ve eğitmenlik hizmeti yapmaktadır.