

95011

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEMİZ ODA TASARIMI VE BİR AMELİYATHANEYE
UYGULANARAK PROJELENDİRİLMESİ

Makina Müh. Şenol HÜRTÜRK

F.B.E. Makina Mühendisliği Anabilim Dalı Isı Proses Programında
Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Hasan HEPERKAN

Prof. Müjgan Şerefoğlu

Prof. Dr. Doğan Özgür

Prof. Dr. Hasan Heparcan

İSTANBUL, 2000

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER.....	ii
ŞEKİL LİSTESİ.....	vi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	vii
ÖNSÖZ.....	viii
ÖZET.....	ix
ABSTRACT.....	x
1. TEMİZ ODALARIN TARİHÇESİ.....	1
2. TEMİZ ODANIN TEMELLERİ.....	6
2.1 Federal Standart 209E.....	6
2.1.1 Tarihçe.....	6
2.1.2 Havadaki parçacıklar.....	6
2.1.3 Parçacık temizlik sınıfı.....	7
2.1.4 Temiz oda sınıflarının tasdiki.....	8
2.1.5 Parçacık büyüklüğü.....	8
2.2 Temiz Odaların Özellikleri.....	9
2.2.1 Temiz odaların yapısal özellikleri.....	9
2.2.1.1 Duvarlar.....	9
2.2.1.2 Zemin.....	10
2.2.1.3 Tavan.....	10
2.2.1.4 Pencereleler.....	11
2.2.1.5 Giriş-çıkışlar.....	11
2.2.1.6 Kava kilitleri.....	11
2.2.2 Temiz odalarda hava akışı.....	12
2.2.2.1 Hava değişim oranı.....	12
2.2.2.2 Hava akış şekilleri.....	13
2.2.2.3 Çok-yönlü hava akışı.....	13
2.2.2.4 Tek-yönlü hava akışı.....	14
2.2.2.5 Düşey tek-yönlü akışlı temiz odalar.....	14
2.2.2.6 Yatay tek-yönlü akışlı temiz odalar.....	15
2.3 Temiz Oda Hava Filtreleri.....	16
2.3.1 Oransal hava filtreleri.....	16
2.3.2 Hava filtresi testleri.....	16
2.3.2.1 Ağırlık yakalama.....	17
2.3.2.2 Toz-nokta verimliliği.....	17
2.3.2.3 Parçacık büyüklüğü.....	17
2.3.3 Temiz odaların filtrelenmesi.....	18

2.3.3.1	Yüksek verimlilikteki filtrelerin yapısı.....	19
2.3.3.2	HEPA filtreler.....	20
2.3.3.3	ULPA filtreler.....	21
2.4	Temiz Oda HVAC Sistemleri.....	21
2.4.1	Oda basınçlandırılması.....	22
2.4.2	Oda sıcaklıkları.....	22
2.4.3	Oda nemi.....	23
2.4.4	İlave ve egzost hava akışları.....	24
2.4.5	Tipik temiz oda sistemleri.....	24
2.4.5.1	Sınıf 10(M2,5) temiz odalar.....	24
2.4.5.2	Sınıf 100(M3,5) temiz odalar.....	26
2.4.5.3	Sınıf 10000(M5,5) temiz odalar.....	27
3.	HASTANELERDEKİ TEMİZ ODA VE HVAC SİSTEMLERİ.....	29
3.1	Genel Konular.....	29
3.2	HVAC Sisteminin Fonksiyonları.....	29
3.3	Hava Kalitesi ve Saflığı.....	32
3.3.1	Odaların sınıflandırılması.....	32
3.3.2	Hava saflığı.....	32
3.3.3	Taze hava oranları ve üfleme havası debileri.....	33
3.3.4	Sirkülasyon havası.....	33
3.3.5	Odalar arasındaki hava akışı.....	33
3.4	Gürültü Kontrolü.....	35
3.5	Teknik Özellikler.....	35
3.5.1	Taze hava emiş ve egzost havası panjurları.....	35
3.5.2	Hava kanalları.....	36
3.5.2.1	Genel konular.....	36
3.5.2.2	Taze hava emiş kanalları.....	37
3.5.2.3	Basma kanalları.....	37
3.5.3	Hava sızdırmaz damperler.....	38
3.5.4	Duman kanalları ve yangın damperleri.....	38
3.5.5	Klima santralleri.....	39
3.5.5.1	Hava filtreleri.....	39
3.5.5.2	Vantilatör.....	40
3.5.5.3	Nemlendirici.....	40
3.5.5.4	Nem alıcı hava soğutucuları.....	40
3.5.5.5	Eliminatör plakaları.....	41
3.5.5.6	Susturucular.....	41
3.5.5.7	Menfezler.....	41
3.5.6	Ameliyathanelerde klima sistemleri.....	42
3.5.6.1	Klima sistemlerinin fonksiyonları.....	42
3.5.6.2	Üfleme hava sistemleri ve debileri.....	42
3.5.7	Ameliyathane klima sistemlerinin normal kullanma saatleri dışında çalışması.....	43

4.	HASTANE BİNASI UYGULAMA PROJESİ.....	44
4.1	Hastane Binasının Tanımı.....	44
4.2	Uygulanan Havalandırma Tesisatının Esasları.....	46
4.2.1	Mahallerin temizlik sınıflarının ve klima santrallerinin belirlenmesi.....	46
4.2.2	Mahallerin dizayn şartları.....	46
4.2.3	Havanın veriş ve toplanış şekli.....	46
4.2.4	Havanın filtrelenmesi.....	47
4.2.5	Hacimlerin basınçlandırılması.....	47
4.2.6	Gürültü seviyesi.....	49
4.2.7	Otomatik kontrol sistemi.....	49
4.2.7.1	Uyanma hacimleri-ameliyathaneler otomatik kontrol sistemi.....	49
4.2.7.2	Steril koridor ve çevresi otomatik kontrol sistemi.....	52
4.3	Proje Hesapları.....	54
4.3.1	Isı kazancı hesapları.....	54
4.3.2	Isı kaybı hesapları.....	55
4.3.3	Üfleme ve egzost havası debileri ile menfez boyutlarının hesabı.....	55
4.3.4	Klima santrallerinin tasarımı.....	58
4.3.5	Klima santrallerinin hesapları.....	59
4.3.5.1	Isıl hesaplar.....	59
4.3.5.1.1	Uyanma hacimleri-ameliyathaneler klima santrali ısı hesapları.....	59
4.3.5.1.2	Steril koridor ve çevresi klima santrali ısı hesapları.....	63
4.3.5.2	Kritik devre hesapları.....	66
4.3.5.2.1	Uyanma hacimleri-ameliyathaneler klima santrali kritik devreleri hesabı.....	66
4.3.5.2.2	Steril koridor ve çevresi klima santrali kritik devreleri hesabı.....	73
5.	SONUÇ ve ÖNERİLER.....	79
	KAYNAKLAR.....	80
	EKLER.....	81
Ek 1	Steril hacimlerin ısı kazancı hesapları için gerekli veriler.....	81
Ek 2	Steril hacimlerin ısı kazancı hesabı çıktıları.....	107
Ek 3	Uyanma hacimleri-ameliyathaneler klima santralinin seçimi.....	133
Ek 4	Steril koridor ve çevresi klima santralinin seçimi.....	143
Ek 5	Uyanma hacimleri-ameliyathaneler klima santrali yaz kliması proseslerinin psikrometrik diyagramda gösterilmesi.....	153
Ek 6	Uyanma hacimleri-ameliyathaneler klima santrali kış kliması proseslerinin psikrometrik diyagramda gösterilmesi.....	154
Ek 7	Steril koridor ve çevresi klima santrali yaz kliması proseslerinin psikrometrik diyagramda gösterilmesi.....	155
Ek 8	Steril koridor ve çevresi klima santrali kış kliması proseslerinin psikrometrik diyagramda gösterilmesi.....	156
Ek 9	Uyanma hacimleri-ameliyathaneler klima santrali verici ve emici prensip şemaları.....	157
Ek 10	Steril koridor ve çevresi klima santrali verici ve emici prensip şemaları.....	158

Ek 11	Uyanma hacimleri-ameliyathaneler klima santrali ve havalandırma tesisatının kat planındaki yerleşimi.....	159
Ek 12	Steril koridor ve çevresi klima santrali ve havalandırma tesisatının kat planındaki yerleşimi.....	160
ÖZGEÇMİŞ.....		161



ŞEKİL LİSTESİ

		Sayfa
Şekil 1.1	1920'lerde bir hastane odasının havalandırılması.....	2
Şekil 1.2	'Yeşil ev' olarak bilinen steril hacim.....	4
Şekil 2.1	Çok-yönlü akışlı temiz oda.....	13
Şekil 2.2	Düşey tek-yönlü ya da laminar akışlı temiz oda.....	14
Şekil 2.3	Yatay tek-yönlü akışlı temiz oda.....	16
Şekil 2.4	Geleneksel yöntemle imal edilmiş yüksek verimlilikteki bir filtre, izometrik görünüş.....	19
Şekil 2.5	Mini kıvrımlı yöntemle imal edilmiş yüksek verimlilikteki bir filtre, izometrik görünüş.....	20
Şekil 2.6	Sınıf 10(M2,5) temiz oda.....	25
Şekil 2.7	Sınıf 100(M3,5) temiz oda.....	27
Şekil 2.8	Sınıf 10000(M5,5) temiz oda.....	28
Şekil 4.1	Steril hacimlerin kat planındaki yerleşimleri.....	45
Şekil 4.2	Steril hacimler arasındaki hava akışı.....	48
Şekil 4.3	Uyanma hacimleri-ameliyathaneler otomatik kontrol prensip şeması.....	50
Şekil 4.4	Steril koridor ve çevresi otomatik kontrol prensip şeması.....	53
Şekil 4.5	Tipik klima santrali şeması.....	58

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 2.1 Havadaki parçacık temizliği sınıfları.....	7
Çizelge 2.2 Tanecik ve tanecikli yayılım özellikleri.....	8
Çizelge 2.3 Temiz odaların tipik hava değişim oranları ve hızları.....	12
Çizelge 2.4 Hava basınç ilişkileri.....	22
Çizelge 2.5 Temiz oda sıcaklığı ve nemi.....	23
Çizelge 3.1 Hastane kliması için gerekli şartlar.....	30
Çizelge 3.2 Hastane odalarında hava akış yönleri.....	34
Çizelge 4.1 Steril hacimler.....	44
Çizelge 4.2 Mahallere öre hesaplanan gizli ve duyulur ısı kazançları	55
Çizelge 4.3 Uyanma hacimleri-ameliyathaneler klima santrali hacimlerinin üfleme ve egzost havası debileri ile menfez ebatları.....	56
Çizelge 4.4 Steril koridor ve çevresi klima santrali hacimlerinin üfleme ve egzost havası debileri ile menfez ebatları.....	57
Çizelge 4.5 Uyanma hacimleri-ameliyathaneler vantilatörü verici kritik devresi basınç kaybı hesabı.....	72
Çizelge 4.6 Uyanma hacimleri-ameliyathaneler aspiratörü emici kritik devresi basınç kaybı hesabı.....	72
Çizelge 4.7 Steril koridor ve çevresi vantilatörü verici kritik devresi basınç kaybı hesabı.....	78
Çizelge 4.8 Steril koridor ve çevresi aspiratörü emici kritik devresi basınç kaybı hesabı.....	78

ÖNSÖZ

Son yıllarda temiz odalara olan gereksinim yüksek teknolojinin kullanıldığı tüm alanlarda önemli oranda artmıştır. Elektronik sanayinde (bilgisayar, televizyon tüpü, CD player vs.), yarıiletken sanayinde (bilgisayar hafızalarında kullanılan tümleşik devrelerin üretiminde), optik endüstrisinde (lens ve lazer ekipmanları vs.), biyoteknolojide (antibiyotik üretimi ve genetik mühendisliği vs.), ilaç endüstrisinde ve tıbbi malzemelerin üretiminde ve hastanelerde (ameliyathaneler vs.) kirliliğin kontrol altında tutulduğu ortamlara ihtiyaç duyulmaktadır ki bu ortamlar sadece temiz odalarla sağlanabilir.

Bu çerçevede, hastanelerde temiz odalar yoluyla steril ortamların oluşturulması gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır. Ancak burada amaçlanan herhangi bir ürünün kaliteli üretimi değil, insan sağlığının korunmasıdır. Özellikle ameliyat sırasında ve sonrasında hastaların karşı karşıya kaldıkları enfeksiyon riskinin mümkün mertebe azaltılması söz konusudur.

Bu çalışmada, genel anlamda temiz odalar, özelde ise hastanelerdeki temiz odaların tasarım esasları irdelenmiştir. İlaveten, bir uygulama projesi ile konuya açıklık getirilmiştir. Bu çalışmamla ülkemizde, ne yazık ki, önemi henüz yeterince anlaşılmamış olan hastane temiz odaları üzerine dikkat çekebilmiş olmayı dilerim.

Bu konuda bana çalışma olanağı veren ve benden yardımımı esirgemeyen saygıdeğer hocam Prof. Dr. Hasan HEPERKAN başta olmak üzere, bana vakit ayırarak bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım ELMAK A.Ş.'den Mak. Müh. Zeki AKSU ve Mak. Müh. Erhan ASLAN'a, ÇAĞDAŞ TEKNİK'ten Y. Mak. Müh. Cevdet TÜZÜN'e ve diğer çalışma arkadaşlarıma ayrıca, bu süre zarfında gösterdikleri sabrın yanı sıra maddi ve manevi destekleri ile her zaman yanımda olan kardeşim Birol'a, babaanneme, anneme ve babama sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Şenol HÜRTÜRK

ÖZET

Temiz odalar günümüzdeki standartlara ulaşmaya kadar birçok aşamadan geçmiştir. Başlangıçta sadece bir üfleme ve bir emiş menfezi ile temiz oda şartları yaratılmaya çalışılmış ve ilk aşamada doğru olan bu yaklaşımı yüksek hava değişim oranı, çok-yönlü ve laminar akış alanındaki gelişmeler izlemiştir. Sonuç olarak temiz odalarda sağlanan kirlilik kontrolü öyle bir noktaya ulaşmıştır ki günümüz temiz odaları ilk temiz odalardan bir milyon kez daha temizdir.

Temiz oda teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak bunların sahip olması gereken özellikleri kapsayan standartlar oluşturulmuştur. Bunların içerisinde en yaygın olarak kullanılanlarından bir tanesi Federal Standart 209E olarak bilinmektedir. Temiz oda tanımı ve sınıfları bu standart temel alınarak verilmiştir. Ayrıca, temiz odaların özellikleri ana başlığı altında yapısal özellikleri, hava akış şekillerine göre çeşitleri ile istenen temizlik sınıfının sağlanmasında büyük önemi olan filtreler (HEPA, ULPA) de açıklanmıştır. Tüm bu bilgiler ışığında değişik sınıflardaki temiz odalara ait HVAC sistemleri örneklerle izah edilmiştir.

Hastanelerdeki temiz odalar ile buralarda kurulacak sistemler ise incelememizin esasını oluşturmaktadır. Bu bağlamda, hastane temiz odalarının sınıfları, havalandırma tesisatı elemanlarının özellikleri ilgili standartlar temel alınarak irdelenmiştir.

Tüm bu teorik ifadelerle açıklık getirmek amacıyla bir hastane binasına ait uygulama projesine yer verilmiştir. 20000 m² kapalı alana sahip bir hastanenin steril hacimleri için klima sistemi tasarlanmıştır. Beş adet ameliyathane ve bunların yardımcı hacimlerinden oluşan steril hacimlerin şartlandırılmasında CAV (sabit hava debili) sistemi kullanılmıştır. Her hacmin ayrı cihazlarla şartlandırılması yerine tüm hacimlerin iki adet merkezi klima santrali ile şartlandırılması yoluna gidilmiştir. Uygulanan havalandırma tesisatının esasları ve projeye ait hesap yöntemleri açıklanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Temiz oda, Temizlik sınıfları, Ameliyathane, Filtreler, HVAC sistemi

ABSTRACT

Cleanrooms have been going through numerous stages until they have reached the present-day standards. In the beginning, room conditioning was created by using only a supply and an exhaust grille and improvements in fields of high air change ratio, multi-directional and laminar flow have followed this approach, which is proper indeed. As a result, the contamination control in cleanrooms has reached to a level that today's cleanrooms are one million times more clean than the first ones.

In parallel with the improvements in cleanroom technology, the standards covering the required features of cleanrooms have been formed. Federal Standard 209E is known to be used as the most common one in all. Definition and classes of cleanrooms is given in basis of this standard. Furthermore, their constructional features and the varieties according to the air flow patterns and the filters (HEPA, ULPA), which have a great significance on obtaining the desired class of cleanliness are also studied under the main topic of characteristics of cleanrooms. HVAC systems of different cleanroom classes is explained with samples in light of the whole information.

Cleanrooms in hospitals along with the systems to be installed there are the essentials of this study. In this sense, cleanroom classes in hospitals, characteristics of air conditioning system components are discussed depending upon the related standards.

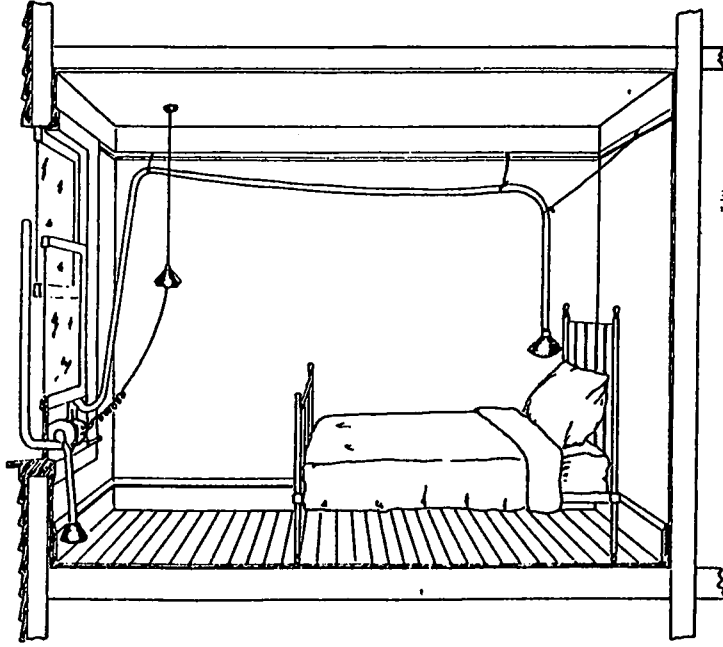
To clarify the whole theoretical expressions, an application project of an hospital building is given. An air conditioning system for sterile spaces of a hospital having closed area of 20000 m² is designed. CAV (constant air volume) system is used in air conditioning of sterile spaces consisting of 5 operating theatres and their auxiliary spaces. The whole spaces are air conditioned with 2 central air handling units instead of individual unit for each space. The essentials of the air-conditioning system applied and the calculation methods of this project are explained.

Keywords: Cleanroom, Classes of cleanliness, Operating theatre, Filters, HVAC system.

1. TEMİZ ODALARIN TARİHÇESİ

İlk temiz odalar hastanelerdeydi. Pasteur, Koch, Lister ve diğer öncü mikrobiyolojist ve cerrahlar yüzyıldan fazla bir zaman önce bakterilerin yara enfeksiyonlarına sebep olduğunu tespit ettiler. Bunu hastanelerin ve özellikle ameliyathanelerin bakterilerden izole edilmesi izledi. Bu ilke ilk temiz odaların bilimsel tabanını oluşturdu. Lister Glasgow'daki Kraliyet Hastanesi'nde ameliyat malzemeleri, yara ve cerrahların ellerine antiseptik çözelti sürerek enfeksiyonu önemli oranda azalttı. Bunun yanında, hava kaynaklı enfeksiyona karşı ortam havasına karbolik püskürttü. Temizlilik konusundaki çalışması antiseptiklere dayanıyordu ve modern temiz odaların oluşumu; sargı bezlerinin, ameliyat aletlerinin sterilizasyonu ile ameliyat eldivenleri, maskeleri ve elbiselerinin kullanımı gibi antiseptik tekniklerinin benimsenmesiyle sağlandı.

Geçmişteki ve günümüzdeki temiz odalarda benzerlikler olsa da pozitif vantilasyon ikisi arasındaki temel farktır. Bakteriyel enfeksiyonu azaltmak için aralarında Florance Nightingale'in de bulunduğu kişiler tarafından doğal bile olsa vantilasyonun kullanımı benimsendi. Cebri vantilasyon ilk defa 1855 yılında Brunel'in planladığı bir hastanede uygulanmasına rağmen yaklaşık 60 yıl öncesine kadar seyrek olarak kullanıldı. Şekil 1.1'de hijyen ve konforun sağlanması için tasarlanmış bir hastane vantilasyonu görülmektedir. Hastanelerdeki vantilasyonun kirlilik kontrolü amacıyla uygulanması ancak II. Dünya Savaşı'nın sonuna doğru başladı. Savaş sırasında sığınaklar, denizaltılar ve askeri kışlalar gibi kalabalık ortamlardaki enfeksiyon problemi araştırıldı. Enfeksiyon göz önüne alınarak odaların havalandırılması, bakteri örneklerinin alınmasındaki yenilikler ve tanecik aerodinamiği hakkındaki çalışmalar savaş boyunca sürdü. Savaş sonrası çalışmaların büyük çoğunluğu ameliyathane ve sargı odalarında gerçekleştirildi. Hava dağıtıcı ve toplayıcıların tipi ve konumuna göre hava akış şekilleri, ortam ve üflenmiş hava arasındaki sıcaklık farkının etkisi, taze hava miktarının hava kirliliğinin azaltılması üzerindeki etkisi, hava filtrelerinin kalitesi ve mahaller arasındaki hava hareketinin kontrolü gibi klasik, türbülanslı akışla havalandırılan odaların performansını belirleyen prensiplerin çoğu 60'lı yılların başlarında biliniyordu. Bunun yanı sıra, insanların da bakteri kaynağı olduğu ve korunmak için sık dokunmuş kumaşlara ihtiyaç duyulduğu ortaya çıktı.



Şekil 1.1 1920'lerde bir hastane odasının havalandırılması (Whyte, 1995; s3)

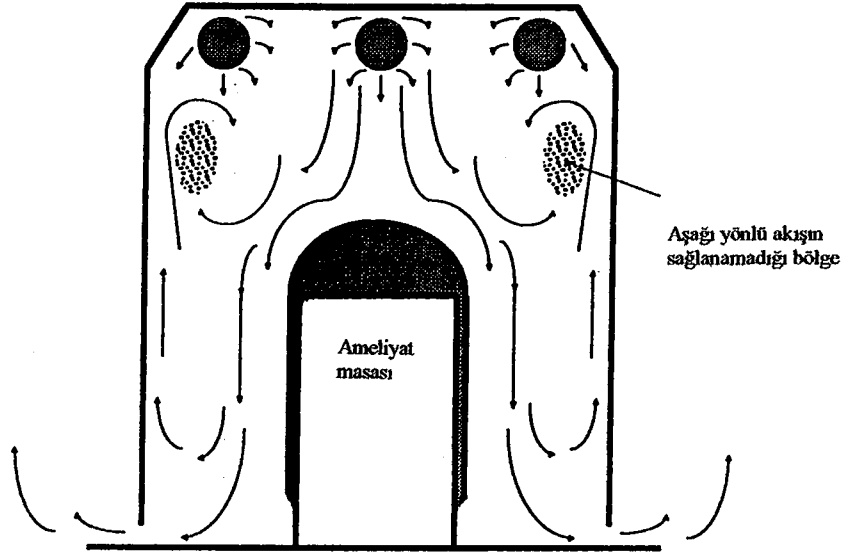
Hastane koğuşlarındaki mevcut kirliliğin etkin bir şekilde uzaklaştırılmasında direkt hava akışının önemli bir rolü olduğu Sir John Simon tarafından ileri sürülmüştür. Sir John Simon 1864'te yayınladığı bir yazısında hava akışının içerden dışarıya doğru olması gerektiğini ve bunun ancak yapay hava akışını belirli bir şekilde regüle eden bir sistemle yapılabileceğini belirtmiştir. Fakat, yüzyılın sonunda bu prensiplere uygun şekilde Belfast'ta inşa edilen Kraliyet Victoria Hastanesi'nde uygulanan hava hareketi istenen sonuçların elde edilmesinde yetersiz kaldı.

1946'da Bourdillon ve Colebrook tarafından yayınlanmış bir çalışmada dışarıya göre odayı basınçlandıran, 20 hava değişimli filtre edilmiş havanın kullanıldığı bir sargı odası tanımlandı. Yukarıdan aşağıya doğru yavaş bir hava akışı ile kirli havayı önüne katıp sürükleyen hava katmanlarının oluştuğu "piston etkisi"ni de incelediler. Ayrıca, saatte 60 veya daha fazla hava değişimini laboratuvar ortamında uygulayarak bakteri bulutunun aniden kaybolduğunu tespit ettiler. Ancak, hastanelerde bu kadar büyük hava miktarlarıyla çalışmanın getirdiği masraflar yüzünden daha ileriye gidemediler.

Türbülansın en aza indirgenerek havanın aşağı yönlü hareketinin sağlanması hususunda daha

ileri düzeyde çalışmalar 1960 yılında Blowers ve Crew tarafından yapıldı. Ameliyathane havalandırmasının birçok yönleri üzerinde çalıştılar ve bulguları Tıbbi Araştırmalar Konseyi'nin 1962 yılı raporunda benimsendi. O.M. Lidwell'in önerisi doğrultusunda tavanın iki yanına yerleştirilmiş difüzörler vasıtasıyla havanın tek yönlü üflendiği bir odayı incelediler. Bu sistem daha önce incelediklerinden daha verimli olmasına rağmen düşük hava miktarı nedeniyle beklenen sonucu vermedi.

1960'ların başlarında Prof. Charnley yapay kalça eklemine yerleştirilmesi konusunda radikal bir teknik geliştirdi. Bu yöntem oldukça etkiliydi, fakat ilk başlarda mikrop kapma oranı %9'du. O sıralarda enfeksiyon tedavisinde kullanılan yöntemlerin verimli olmaması ve bu sebepten yapay eklem çıkarılma zorunluluğu hesaba katıldığında bu durum hastalar için bir felaketti. Charnley enfeksiyonun muhtemelen havadaki bakterilerden kaynaklandığını düşündü. Howorth Air Conditioning Limited'in desteğiyle ameliyathanedeki hava şartlarını iyileştirmeye başladı. Türbülansız kaçınmak ve 60 ft/min (0.3 m/s) hıza sahip aşağı doğru akış elde etmek için 20 ft x 20 ft (6 m x 6 m) taban alanına sahip bir ameliyathanede 24000 ft³/dk (11 m³/s)'lik hava debisine ihtiyaç olduğunu buldu. Ekonomik bulmadığı bu yöntem yerine 1961 yılında kendisinin tasarladığı 7 ft x 7 ft (2 m x 2 m) ebatlara sahip "yeşil ev" olarak bilinen steril hacmini oluşturdu. Şekil 1.2'de bu sisteme ait hava akışı görülmektedir. Ancak, yine de tam olarak benimsemediği bu sistemin yerine Haziran 1966'da tecrübelerinden de faydalanarak oldukça fazla hava miktarı, daha iyi bir hava akışı sayesinde bakteri sayısının düşürülebildiği yeni bir sistem geliştirdi. Aynı zamanda, cerrahlardan yayılan bakterileri hapseden "tüm-vücut egzost elbisesi"ni icat etti. Havalandırmadaki bu gelişmelerin ışığında enfeksiyon oranı %9'dan %1.3'e düştü, fakat ameliyat tekniklerindeki diğer gelişmeler nedeniyle havalandırmanın etkinliğine dair iddiaları şüpheyile karşılandı. Yine de 1980'lerde İngiltere'deki Tıbbi Araştırmalar Konseyi tarafından önerildi. Sistemin 19 hastanede uygulanmasıyla elde edilen sonuçlar Charley'nin görüşlerini destekler nitelikteydi. Sonuç olarak, tek yönlü akışın olduğu ve emici elbiselerin kullanıldığı odalardaki eklem enfeksiyonu oranının, klasik şekilde havalandırılmış odalardakinin 1/4'üne düştüğü bulundu.



Şekil 1.2 “Yeşil ev” olarak bilinen steril hacim (Whyte, 1995; s5)

Aynı gelişmeler endüstride de kaydedildi. İlk endüstriyel amaçlı temiz odalar II. Dünya Savaşı sırasında ABD ve İngiltere’de silahlar, tanklar ve uçaklarda kullanılan aletlerin kalitesi ve güvenilirliğini arttırmak için tesis edildi. Üretim ortamı şartlarının iyileştirilmemesi halinde silahların hedef belirleme tertibatları gibi bazı askeri ürünlerin kusurlu üretimi söz konusu olacaktı. Endüstriyel amaçlı temiz odaların inşasında kullanılan sistem ise ameliyathane tasarımlarında kullanılan sistem temel alınarak belirlenmişti. Ancak kısa bir süre sonra bakteriden arındırılmış temiz odanın aynı zamanda parçacıktan da arındırılmış olduğunun söylenemeyeceği ortaya çıktı. Bunun üzerine yapılan çalışmalar sonucunda malzeme ve yüzeylerin parçacık üretiminde rolünün olmadığı, insan ve makine kaynaklı parçacıkların ise ancak büyük miktarlarda hava ile taşınabileceği değerlendirildi.

Nükleer reaksiyonun barışçıl veya askeri amaçlı kullanımı ile biyolojik ve kimyasal savaş araştırmaları havanın tehlikeli mikrobiyolojik ve radyoaktif kirleticilerden arındırılması için gerekli olan yüksek verimli parçacık filtrelerinin (HEPA) üretilmesinde itici güç oldu. HEPA filtrelerin varlığı temiz odalarda kullanılan havanın temizlik kalitesinin yükselmesini sağladı. 1955-1960 yılları arasında yüksek miktardaki iyi filtre edilmiş havanın tavandaki difüzörlerle üflendiği temiz odalar inşa edildi. Bu tür sistemlere iyi bir örnek olarak Edinburg’da 1960 yılında hizmete giren ve halen Sınıf 100 şartlarını sağlayabilen temiz oda gösterilebilir.

1961'de New Mexico, Amerika'daki Sandia Laboratuvarları'nda ortaya atılan ve "tek yönlü" ya da "laminar akış" kavramı temiz odaların tarihinde bir dönüm noktası oldu. Bu sistem içlerinde Willis Whitfield'in de bulunduğu bir ekip tarafından gerçekleştirilmiştir. 6 ft genişlik 10 ft uzunluk ve 7 ft yüksekliğe (1.8 m x 3 m x 2.1 m) sahip küçük bir odada uygulanan bu sistemde, havanın tavandan difüzörlerle üflenip odada rasgele hareketine izin verilmesi yerine havanın HEPA filtrelerden geçirilerek oda içinde tek yönlü bir akışla filtrelerden odanın tabanındaki menfeze ulaşması sağlandı. Ayrıca odadaki tezgahta çalışan kişinin yarattığı kirliliğin tezgah üzerinden hava ile süpürülme yapıldığından tezgah üzerinde bir etkisinin olmadığı görüldü. Temiz oda havalandırılmasındaki bu yeni sistem kısa sürede yüksek kaliteli temiz odalar olarak benimsendi. 1957 yılında Sovyetler Birliği'nin yörüngeye bir uydu oturtması ile uzay yarışı başlamış oldu. Böylece roketlerin yükünü hafifletmek için malzemelerin mümkün olduğunca küçültülmesi önem kazandı. Ancak malzemelerin küçültülmesi işlemi parçacık kirliliğine karşı hassasiyeti de beraberinde getirdi ve temiz odaların gerekliliği ile tek yönlü hava akışlı sistemlerin bu konudaki üstünlüğü kabul gördü. Tek yönlü hava akışlı havalandırma yöntemi kısa sürede ilaç endüstrisinde ilaç hazırlanmasında, hastanelerde ise ameliyathanelerde ve hastaların dış ortamdan izole edilmesinde yaygın olarak kullanılmaya başlandı.

İlk Federal Standart 209 Sandia Ekibi ile birlikte Amerikan ordusu, endüstri çevreleri ve hükümetinin desteği ile oluşturulan ve başkanlığını J.Gordon King'in üstlendiği bir komite tarafından 1963 yılında yayınlandı. Bu standart temiz oda tasarımı konusunda büyük bir etki yarattı ve tüm dünyada temiz odalar üzerine belirlenen standartların da temelini teşkil etti. Zaman içerisinde temiz oda uygulamalarının sayısı ve çeşidi arttı. Temiz odalar hava kaynaklı kirliliğin azaltılmasında olduğu kadar tehlikeli ve zehirli kirliliğin oda içerisinde hapsedildiği karantina odaları olarak da kullanıldılar.

2. TEMİZ ODANIN TEMELLERİ

2.1 Federal Standart 209E

2.1.1 Tarihçe

Temiz Oda ve Zonlarda Havadaki Parçacık Temizliliği Sınıfları olarak adlandırılan Federal Standart 209, muhtemelen kirlilik kontrolü hakkında en çok başvuru alan belgedir. Aslında federal kurumlar tarafından kullanılması amacıyla ABD hükümeti tarafından yayınlanmasına rağmen Amerikan endüstrisi ve pek çok ülke tarafından hava temizliliği sınıflandırılması hususunda bir standart olarak benimsendi.

Belgenin ilk baskısı Aralık 1963'te Federal Standart 209 adıyla yayınlandı. Federal Standart 209A olarak adlandırılan ilk revizyon, Ağustos 1966'da piyasaya sürüldü. Nisan 1973'te yayınlanan ikinci revizyon, FS 209B, Mayıs 1976'da da bazı küçük değişikliklerle aynı isimle tekrar yayınlandı. Bu revizyonların hiçbirinde ilk baskıya göre önemli bir değişiklik yapılmadı.

Asıl değişiklik Ekim 1987'de FS 209C adıyla yayınlanan belgede yapıldı. İlk defa parçacık sayımı verilerinin istatistiksel analizi ile ilgili metodoloji ile birlikte sınıflandırma seviyeleri ve veri toplama yöntemlerindeki değişiklikler belgeye dahil edildi. En son baskı, FS 209E, temiz oda tasarımı için SI (metrik) birim sisteminin eklenmesiyle Eylül 1992'de yayınlandı.

2.1.2 Havadaki parçacıklar

Havadaki parçacıklar organik ya da inorganik, canlı ya da cansız olabilir. Kirlilik kontrol problemlerinin çoğu havadaki toplam kirlilikle ilgilidir, fakat havada bulunan bakteri, spor ve virüslerin kirlilik kontrolüne yönelik özel uygulamalar da vardır. Havadaki parçacıkların büyüklüğü 0.001 μm 'den birkaç 100 μm 'ye kadar olabilir. Temiz odanın şartları ihtiyacın endüstriyel ya da araştırmaya yönelik olmasına göre değişiklik gösterir. Havadaki

parçacıkların kontrolü FS 209E’de belirtilmiştir. Çizelge 2.1’de parçacık boyutları ile temiz oda sınıf limitleri Amerikan ve metrik sisteme göre verilmiştir.

Çizelge 2.1 Havadaki parçacık temizliliği sınıfları^a (Özkaynak, 1994; s20)

Sınıf limitleri											
		0.1 µm hacim birimi		0.2 µm hacim birimi		0.3 µm hacim birimi		0.5 µm hacim birimi		5 µm hacim birimi	
SI	İngiliz ^c	m ³	ft ³	m ³	ft ³	m ³	ft ³	m ³	ft ³	m ³	ft ³
M1		350	9.91	75.7	2.14	30.9	0.875	10.0	0.283	-	-
M1.5	1	1240	35.0	265	7.50	106	3.00	35.3	1.00	-	-
M2		3500	99.1	757	21.4	309	8.75	100	2.83	-	-
M2.5	10	12400	350	2650	75.0	1060	30.0	353	10.0	-	-
M3		35000	991	7570	214	3090	87.5	1000	28.3	-	-
M3.5	100	-	-	26500	750	10600	300	3530	100	-	-
M4		-	-	75700	2140	30900	875	10000	283	-	-
M4.5	1000	-	-	-	-	-	-	35300	1000	247	7.00
M5		-	-	-	-	-	-	100000	2830	618	17.5
M5.5	10000	-	-	-	-	-	-	353000	10000	2470	70.0
M6		-	-	-	-	-	-	1000000	28300	6180	175
M6.5	100000	-	-	-	-	-	-	3530000	100000	24700	700
M7		-	-	-	-	-	-	10000000	283000	61800	1750

^a Sınıf limitleri her seviye için verilmiştir. Limitler, gösterilen parçacık büyüklüklerine eşit ya da daha büyük parçacıkların birim hacimdeki spesifik konsantrasyonlarını belirler. Çizelge 2.1’deki sınıf limitleri sadece sınıflandırma amaçlıdır ve gerekmedikçe herhangi bir özel durumda bulunabilecek büyüklük dağılımını temsil etmez.

^b Orta sınıflar için konsantrasyon limitleri yaklaşık olarak aşağıdaki eşitliklerden hesaplanabilir:

$$\text{Parçacık} / \text{ft}^3 = N_c (0.5 / d)^{2.2}$$

Burada; N_c sınıfın Amerikan birim sistemindeki nümerik ifadesi ve d ise µm biriminde parçacık büyüklüğüdür.

$$\text{Parçacık} / \text{m}^3 = 10^M (0.5 / d)^{2.2}$$

Burada; M sınıfın SI birim sistemindeki nümerik ifadesi ve d ise µm biriminde parçacık büyüklüğüdür.

^c Sınıfları tanımlarken SI seviyeleri ve birimleri tercih edilir, bununla birlikte, Amerikan birimleri de kullanılabilir.

2.1.3 Parçacık temizlilik sınıfı

Çizelge 2.1’de temiz oda sınıfları için ft³ hacimde müsaade edilen maksimum parçacık sayısınca belirlenen temizlilik seviyesi görülmektedir. Amerikan birimleri ile verilen sınıflar, ft³’te 0.5 µm ve daha büyük ebatlarda bulunabilecek maksimum parçacık sayısını ifade eder. m³’te 0.5 µm ve daha büyük ebatlarda bulunabilecek maksimum parçacık sayısınının 10 tabanına göre logaritması, SI birim sistemine göre temizlilik sınıfını verir. Örneğin, Sınıf 100 (Sınıf M3.5) temiz odada 0.2 µm büyüklükteki parçacıklardan 750 (26500)’den fazla, artı

0.3 μm büyüklükteki parçacıklardan 300 (10600)'den fazla, artı 0.5 μm veya daha büyük büyüklükteki parçacıklardan ise 100 (3530)'den fazla bulunamaz.

2.1.4 Temiz oda sınıflarının tasdiki

Temiz odalar NEBB Sertifikalı Temiz Oda Performans Test Firmaları tarafından test edilip sertifika verilirken temiz oda ile ilgili uygulanan çevresel etkenlerin ölçümleri ve gözlemleri kaydedilir. Bu etkenler arasında hava hızı, hava debisi değişim oranı, oda basınçlandırılması, ilave hava debisi, laminar hava akışının paralelliği, hava türbülansı, hava sıcaklığı, rutubet ya da çiğ noktası ve oda titreşimi sayılabilir, ancak bunlarla sınırlı değildir. Odadaki malzemenin varlığı ve personel aktivitesi de dikkate alınmalıdır.

Temiz oda temizlik tasdiki, doğru parçacık sayımı yöntemlerine ya da NEBB *Temiz Odaların Sertifikalı Testi için Standart Prosedür*'ündeki yöntemle göre yapılmalıdır.

2.1.5 Parçacık büyüklüğü

Çizelge 2.2 Tanecik ve tanecikli yayılım özellikleri (Özkaynak, 1997; s3)

	Tanecik çapı, mikron (μm)									
	0.0001	0.001	0.01	0.1	1	10	100	1,000	10,000	
Eşdeğer boyutlar	(1 nm)		Angstrom, Å		Teorik mesh sayısı (az kullanılır)			Tyler elek sayısı		
Elektromanyetik dalgalar	X ışını		Mor ötesi		Görünen Yakın kızıl ötesi			Uzak kızıl ötesi		Mikrodalga (radar vb.)
Teknik tanımlar	Gaz yayılımı	Katı Sıvı	Metal buharı dumanı		Toz			Sprey		
Atmosferik yayılım alanları	Toprak	International Soc. Soil Sci. 'den alınmıştır		Kil	Mil	İnce kum	Kaba kum	Çakıl		
Tipik tanecik ve gaz yayımları	Gaz molekülleri		Sisli duman		Bulut ve sis		Buğu		Çisemele	Yağmur
	Molekül çapları 0°C sıcaklıktaki viskozite değerlerinden hesaplanmıştır		Reçine dumanı		Uçan kül		Gübre, kireçtaşı tozu			
			Yağ dumanı		Kömür tozu		Sahil kumu			
			Tütün dumanı		Cimento tozu					
			Metalurjik toz ve dumanlar		Sulfirik asit					
			Amonyum klorid dumanı		Sulfirik asit					
			Karbon siyahı		Toz kömür					
			Çinko oksit dumanı		Flotasyon cevherleri					
			Kolloidal silika		Talk tozu					
			Aitken çekirdeği		Süt tozu spreyl		Bitki sporları			
			Deniz tuzu çekirdeği		Alkali dumanı		Polenler			
			Yanma çekirdeği		Değirmen unu					
			Virüsler		Nebula tozları		Hidrolik titre damlaları			
					Akciğeri tahrip tozları		Pnömatik titre damlaları			
					Kan hücre çapı ($7.5 \mu\text{m} \pm 0.3 \mu\text{m}$)		İnsani saçları			
					Bakteriler					

Bir mikrometre, milimetrenin binde biri (0.001 mm) ya da 0.000039 in.'tir. Bir insan saçının kalınlığı yaklaşık 80 ila 100 µm ve 1000 µm (1 mm) ise 1 cent madeni paranın kalınlığıdır. Çizelge 2.2'de en çok karşılaşılan parçacık büyüklükleri görülmektedir.

Metrik sistemde bazen m³'teki parçacık sayısı yerine lt'deki parçacık sayısı kullanılır. 1000 lt, 1 m³'e eşittir. Örneğin, 10.6 parçacık/lt = 10600 parçacık/ m³ yazılabilir.

2.2 Temiz Odaların Özellikleri

2.2.1 Temiz odaların yapısal özellikleri

Yapı malzemelerinin seçiminde bunların toz ve kimyasal buhar çıkaran cinsten olmaması, yüzeylerinin gözenekli olmaması, ek ve birleşme yerleri miktarının minimum olması için büyük parçalardan yapılması ve temizlenebilir olması istenir. Kontrollü ortamların tabanları ile duvarlarının birleşme yerleri içbükey ve eğrilik yarıçapı en az 25 mm olacak şekilde yapılmalıdır.

2.2.1.1 Duvarlar

Kontrollü ortamı çevreleyen bütün duvarlar hava geçirmez ve hava akışını bozmayacak şekilde düzgün yüzeyli olmalıdır. Duvarın yüzeyinde, plastik kaplanmış metal, alçı panel kaplama ve yüksek basınçla bir araya getirilmiş kontraplak, sunta, MDP gibi kompozit malzemeler kullanılırsa, bütün kenarların contalanması ve normal yüzeylerle aynı basınç mukavemetine (hava sızdırmazlığına) sahip olması sağlanmalıdır. Yüzeylerin özel boya ile boyanması fazla önerilmemekle birlikte yine de kabul edilmektedir. Boyaların uzun bir süre içindeki uçucu maddeleri vermeleri ve tamamen kurduklarında ise kırılma eğilimine gelmeleri dezavantajdır. Duvarda kullanılacak diğer malzemeler ise eloksallı alüminyum yüzeyler, paslanmaz sac ve kırılmaya dirençli camlardır. Büyük boyutlu alanlar, çevre kontrolünde güçlüklerle, ortam içerisinde farklı kirlilik seviyelerinin görülmesine ve kirliliğin uzaklaştırılmasında problemlere sebep olacağından kontrollü ortamların boyutları ihtiyacı aşacak şekilde büyük seçilmemelidir.

2.2.1.2 Zemin

Zemin için yapı malzemesinin seçimi de çok önemlidir. Yaya trafiği, zeminin temizlenmesi, içeride kullanılan arabalar, eşyaların yerlerinin değiştirilmesi gibi işlemler zemin malzemesinin bozulmasına sebep olur. Zemin malzemesinin bozulması ise tanecik üretimini arttırır. Bu nedenle çizilmeyen, çatlamayan, aşınmayan, mekanik ve kimyasal aşınmalara dayanıklı malzeme tercih edilmelidir. Bu konuda en ucuz ve kolay çözüm beton zemin üzerine vinil tabaka kaplanmasıdır. Vinil seçilirken ise içinde az miktarda uçucu madde bulunan, çok yumuşak ya da çok sert olamayını aranmalıdır.

Zemin kaplama malzemesi olarak kullanılan diğer bir malzeme de kimyasal maddelerden etkilenmeme ve zor aşınması sebebiyle tercih edilen epoksidir. Ancak uygulama sırasında titiz davranmak gerekir. Zemin beton ise, tozsuz, yağsız, pürüzlü, sağlam ve ahşap mala ile düzeltilmiş veya kuşlama yapılmış olmalıdır. İçerisine katılan dolgu maddesi(kum) iyi elenmiş ve karıştırılmış olmalıdır. Uygulama esnasında epoksi içinde hava kabarcıklarının oluşumu önlenmelidir. Çünkü işlemin tamamlanmasından sonra epoksinin üzerine basıldığında hava kabarcıkları patlamakta ve bakteri ve tanecik kaynağı haline gelmektedirler. Son kalınlıkları 3-5 mm olan epoksi kaplamanın kuruma süresi ise yaklaşık 7 gündür.

Bir başka malzeme ise çelik veya alüminyum konstrüksiyondan yapılmış, yükseltilmiş döşeme üzerine vinil ya da alüminyum kaplanmış yüzeylerdir. Klima sisteminde dönüş havası zeminden alınıyorsa zemin delikli de yapılabilir.

2.2.1.3 Tavan

Tavanın tasarımı zeminden karmaşıktır. Genel olarak tavanda filtreler, laminar akış düzenleri, aydınlatma armatürleri, sprinkler tesisatı, hava kanalları bulunabilmektedir. Bunların tamamını veya en azından bir kısmını gizleyecek asma tavan sisteminin kullanılması yaygındır. Gereğinde asma tavanın içerisine müdahalede bulunabilmeyi sağlamak üzere asma tavan malzemesi olarak 60x60 veya 50x50 ebatlarında çıkarılabilir elemanlar kullanılır. Bu

elemanlar da ya toz çıkarmayacak malzemeden yapılmalı ya da formika, vinil, epoksi, polyester kaplı olarak imal edilmelidir. Tavandan sızdırmazlığın sağlanması ve odadaki hava hareketinden dolayı yerlerinden oynamamaları için elemanlar klips şeklinde bir kilitleme sistemi ve elastik bir conta ile taşıyıcı konstrüksiyona tutturulurlar. M4.5 ya da daha küçük temizlik sınıflarında da HEPA filtreleri de içine alan özel tavan konstrüksiyonları kullanılır.

2.2.1.4 Pencereleler

Kontrollü ortamların dış duvarlarına mecbur olunmadıkça pencere yapılmamalıdır. Aksi halde gürültü, ısı kaybı, nem yoğunlaşması ve pencereden ısı kazancı gibi problemler meydana gelebilir. İç duvarlardaki pencereler ise odadaki çalışmaların içeriye girmeden izlenebilmesini sağlar. pencereler açılmaz tip, kenarları contalanmış, cam ile çevresi duvarla aynı seviyede düz olarak yapılmalıdır. Pencereye panjur takılması halinde ise panjur ya kontrollü alanın dışında olmalı ya da her iki tarafı cam ile kapatılmalıdır.

2.2.1.5 Giriş-çıkışlar

Kontrollü ortamla çevresindeki mahaller arasındaki kapı sayısı mümkün olduğunca az olmalıdır. Malzeme, personel giriş-çıkış ve hava hareketlerinden doğabilecek kirlenmenin önlenmesi için tedbir alınmalıdır. Kontrollü ortama personel veya malzeme giriş-çıkışı için kullanılan normal girişlerde (acil giriş hariç) hava kilidi uygulamasına gidilmelidir.

2.2.1.6 Hava kilitleri

Kontrollü ortamın yüksek hava basıncının ve temizliğinin muhafaza edilmesi için girişlerden en az birinde hava kilidi kullanılmalıdır. Hava kilidi seri olarak yapılmış iki kapı ve bunları birbirine bağlayan kısa bir holden meydana gelmelidir. Hava kilidinin kapılarının aynı anda açılmaması için gerekli tedbir alınmalıdır. Kapılardan biri açılıp kapanırken ikinci kapı mutlaka kapalı kalmalı ve ancak birinci kapı tamamen kapandıktan bir süre sonra ikinci kapı açılabilir. her iki kapıda da, giriş-çıkışlarda karşı tarafı görebilmek için pencereler bulunmalıdır. Hava kilitlerinde işitme-görme sinyalli mekanik ve/veya elektrikli interkom

tesisatı yapılmalıdır.

2.2.2 Temiz odalarda hava akışı

Temiz oda sistemlerinin tipleri, hava değişim oranları, hava akış şekilleri, filtreleme yöntemleri, by-pass ve dönüş havasının kullanım yöntemlerinin tek ya da bir arada kullanılışlarına göre tanımlanabilir. Temiz oda basınçlandırılmasının uygun bir şekilde yapılmasını garanti etmek için dönüş havası menfezlerinin 500-700 pfm (2.5-3.5 m/s) gibi hızlar dikkate alınarak boyutlandırılması da önemlidir.

2.2.2.1 Hava değişim oranı

Hava değişim oranı, $\text{ft}^3 (\text{m}^3)$ biriminde verilmiş bir odanın toplam hava hacminin dakikadaki (saatteki) değişim ve filtrelenme sayısıdır. Bununla birlikte, kirleticilerden arındırılmış ortam şartlarının sağlanmasında bir diğer önemli faktör de filtre verimidir.

Temiz odalarda hava değişim oranı, Sınıf 100000 (M6.5) için saatte 30 hava değişiminden başlayıp, Sınıf 100 (M3.5) ve Sınıf 10 (M2.5) için saatte 600-700 hava değişimine kadar olabilir (Çizelge 2.3). Saatte 600 hava değişimi gibi dinamik hava akışı şartlarına sahip bir temiz odanın sıcaklık ve bağıl nem kontrolünün sağlanması için dikkatli olunmalıdır.

Çizelge 2.3 Temiz odaların tipik hava değişim oranları ve hızları (Gladstone, 1997; s291)

Temiz oda sınıfı	Odadaki hava hızı		Hava değişim oranları ^a	
	ft/dk	m/s	saatte	Dakikada
1	90-120	0.45-0.60	720	12
10	80-100	0.50-0.50	600-720	10-12
100	80-100	0.40-0.50	600-720	10-12
1000	25-30	0.12-0.15	180-240	3-4
10000	8-10	0.04-0.05	60-120	1-2
100000	4-6	0.02-0.03	30	0.5

^a 8 ft (2.4 m) tavan yüksekliği.

2.2.2.2 Hava akış şekilleri

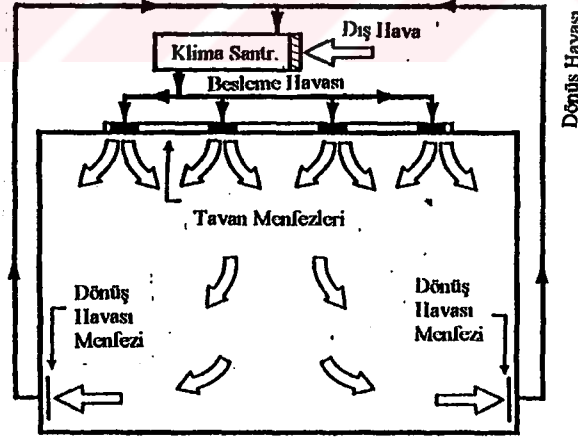
HEPA filtrelerden geçirilerek elde edilen en temiz hava en kritik çalışmanın yapıldığı yere verilecek şekilde yönlendirilmelidir. Odaya sürüklenen kirleticiler dönüş havası sistemi tarafından dışarı atılmaları amacıyla odanın daha az kritik bölgelerine taşınmalıdır.

Sonuçta;

1. En kritik çalışma yüzeylerinin bulunduğu alanda yüksek miktarlarda düşük hıza sahip hava girer.
2. Havanın oda içerisindeki laminar akışı genellikle aşağı doğru olur.

Spesifik hava akış şekillerinin seçimi, temiz odada elde edilecek şartlara, odanın boyutlarına ve kritik operasyonun yapılacağı bölümün boyutlarının tüm odanın boyutlarına oranına bağlıdır.

2.2.2.3 Çok-yönlü hava akışı



Şekil 2.1 Çok-yönlü akışlı temiz oda (Gladstone, 1997; s291)

Klasik veya diğer bir deyişle *çok-yönlü hava akış* dağılımı Şekil 2.1'de görülmektedir. Burada hava geniş tavan menfezlerinden verilmekte, genellikle aşağı doğru hareket etmekte ve döşeme seviyesine yakın bir yerden dışarı atılmaktadır.

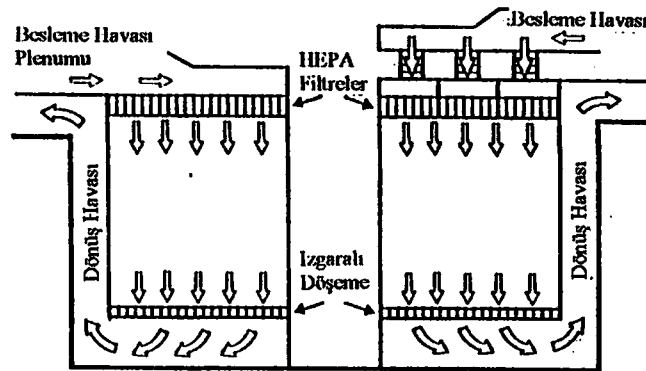
Pek çok uygulamada çok-yönlü hava sistemleri tatmin edici şekilde çalışmaktadır. Bu sistemler bölgesel tek-yönlü akış sistemleri ile desteklendiğinde kritik operasyonlar için çok yüksek derecede kirlilik kontrolü sağlar.

2.2.2.4 Tek-yönlü hava akışı

Tek-yönlü hava akışlı ya da *laminar akışlı* bir sistemde hava, odanın duvar veya tavan gibi bütün bir yüzeyindeki filtre gruplarından geçirilerek odaya verilir, odayı boydan boya sabit hızla geçer ve karşı taraftaki yüzeyin tamamı kullanılarak dışarı atılır. Tek-yönlü akış ile mikrometreden küçük parçacıkların odadaki malzemeleri kirlenme ihtimali minimum düzeyde tutularak izleyeceği doğrusal ve önceden öngörülebilecek bir akış güzergahı sağlanır. Aynı zamanda odada sürekli üretilen ve hava akışına katılan parçacıklar yakalanarak çapraz kirlilik potansiyeli de düşürülür.

Tek-yönlü akışlı temiz odalarda parçacıkların yüzey üzerine çökmesini önleyip iyi bir seyreltme sağlayacak hava akışının eldesi için yaklaşık $90 \text{ fpm} \pm 20 \text{ fpm}$ ($0.45 \text{ m/s} \pm 0.1 \text{ m/s}$)'lik standart bir değer önerilir.

2.2.2.5 Düşey tek-yönlü akışlı temiz odalar



Şekil 2.2 Düşey tek-yönlü ya da laminar akışlı temiz oda (Gladstone, 1997; s292)

Düşey tek-yönlü veya *laminar akışlı temiz odalarda* üzerinde HEPA filtrelerin bulunduğu bir tavan söz konusudur (Şekil 2.2). Sayısal temizlilik sınıfı azaldıkça tavanın daha büyük

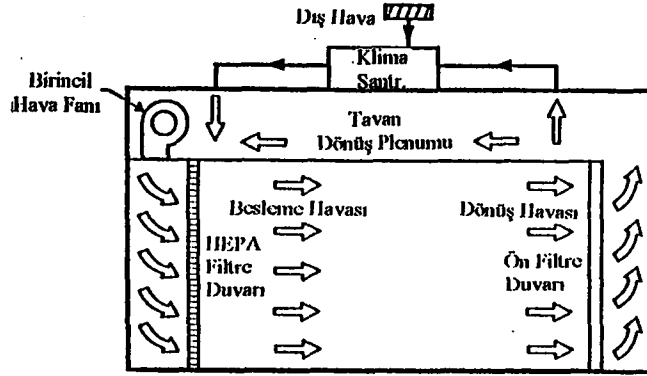
kısmına HEPA filtreler yerleştirilmesi gerekir. Örneğin, Sınıf 100 (M3.5) bir temiz odada tavanın hemen hemen tamamında HEPA filtreler bulunmalıdır. İdeal olarak yükseltilmiş ve ızgaralı bir döşeme dönüş veya egzost havası için kullanılır. Tek-yönlü akışlı bir odada hava akışı tavadan döşemeye doğrudur. Hava HEPA filtrelerden geçtikten sonra parçacıklardan önemli derecede arındırılmış olarak odaya girer.

Basınçlandırılmış filtreli tavan plenumu, kanal filtreleri ve santral filtreleri temiz odaya filtre edilmiş hava sağlar. Filtrelerden geçen hava hızını sabit tutabilmek için havayı dağıtacak basınçlandırılmış tavan plenumuna gereken özen gösterilmelidir. Her bir HEPA filtre fabrikada test edilmiş ve basınç kayıpları belirlenmiş olmalıdır. Aynı plenum içerisindeki filtrelerin basınç kayıpları birbirine eşit olmalıdır. Hava akış dengesi ise yükseltilmiş döşemeye, yan duvarlardaki dönüşlere ya da plenumla bağlantılı kanallara monte edilmiş volüm damperleri ile sağlanır. Hava akış dengesini sağlamak için kanallardaki her bir filtrenin de kendi damperi olmalıdır. Kanal filtreleri kullanıldığında tavanın üzerindeki bölgenin normalde temiz bir bölge olmadığı da belirtilmelidir.

2.2.2.6 Yatay tek-yönlü akışlı temiz odalar

Yatay tek-yönlü ya da *laminar akışlı temiz odalarda* düşey tek-yönlü akışlı temiz odalardaki akış ve filtreleme sisteminin aynısı kullanılır (Şekil 2.3). Ancak, burada hava akışı odanın bir duvarından karşıdaki duvara olacak şekilde yataydır. Besleme duvarı yaklaşık olarak 90 fpm (0.45 m/s) hıza sahip hava sağlayan HEPA filtrelerle tamamen kaplıdır. Hava daha sonra odanın karşı tarafındaki dönüş havası cihazları ile dışarı atılır. Bu tasarımda, düşey tek-yönlü odada olduğu gibi, mahalde üretilen kirlilik aynı hızdaki hava ile dışarı atılır ve hava akışına dik yönlü çapraz kirlilik önlenir.

Bu tasarımda filtreli duvardan çıkan hava, düşey tek-yönlü hava akışlı odanın tavanındaki hava kadar temizdir. Burada en kritik operasyon odaya havanın verildiği en temiz yerde, daha az kritik operasyonlar ise dönüş havasına yakın yerlerde olacak şekilde bir yerleşim planı uygulanmalıdır.



Şekil 2.3 Yatay tek-yönlü akışlı temiz oda (Gladstone, 1997; s293)

2.3 Temiz Oda Hava Filtreleri

2.3.1 Oransal hava filtreleri

Değişik tiplerdeki HVAC hava filtrelerini ayırt etmek için kullanılacak üç özellik; *verimlilik*, *hava akış direnci* ve *ömür* ya da *toz-tutma kapasitesidir*. Verimlilik, filtrenin hava akımı içerisindeki parçacıkları ayırma kabiliyetini belirler. Filtrenin ömrü boyunca ortalama verimliliği pek çok tip uygulamalarda önemli bir karakteristiktir.

Hava akış direnci (ya da sadece *direnç*), filtrenin belirli bir hava akışı sırasındaki basınç düşümüdür. *Basınç düşümü* terimi direnç yerine de kullanılabilir.

Toz-tutma kapasitesi, bir filtrenin belirli bir hava akışı sırasında maksimum direnç değerine ulaştığı ya da toplanan tozun sonucunda içinden geçen hava akışının ciddi bir şekilde azaldığı zamana kadar tuttuğu belli tip toz miktarını ifade eder.

Filtrelerin sınıflandırılması için verimlilik, direnç, toz tutma kapasitesi ve toz yükünün verimlilik ve dirence etkisinin bilinmesi gerekir.

2.3.2 Hava filtresi testleri

Tek başına herhangi bir test hava filtresinin doğru bir şekilde tanımlayamayacağından hava

filtresi testi bazı teknik ve pratik şartların kombinasyonudur. İdeal olarak, malzemelerin performans testi, cihazın işletme şartları ile aynı şartlar altında ve kullanıcının önem verdiği özellikler dikkate alınarak yapılmalıdır. Hava filtrelerinde temizlenen havadaki parçacık miktarının ve tipinin çokluğu da işlemi zorlaştıran bir başka etkidir. Bir diğer zorluk ise kullanıcının özel ihtiyaçlarına yönelik ölçülebilir performanstır. Tekrar sirküle ettirilen hava içindeki keten miktarı, dış vantilasyon havasındakinden daha fazladır.

Genellikle, filtre verimine karar vermek için birbirlerinden belirli farkları olan üç test tipi kullanılır.

2.3.2.1 Ağırlık yakalama

Çeşitli büyüklüklerdeki parçacıklardan oluşan standartlaştırılmış sentetik toz hava filtrelerinden geçirilir ve tutulan toz ağırlığının yüzdesi belirlenir. Bu tip verimlilik ölçümü, diğer tiplerinden ayırt edilmek amacıyla ASHRAE Standart 52.1-1992'de *sentetik toz ağırlığı yakalama* olarak adlandırılır. Bu terim kısaca *ağırlık yakalama* olarak ifade edilir.

2.3.2.2 Toz-nokta verimliliği

Atmosferik toz hava filtresinden geçirilir ve temizlenmiş havanın renk soldurma etkisi, giriş havasındaki ile karşılaştırılır. Bu ölçüm tipi ASHRAE Standart 52.1-1992'de *toz-nokta verimliliği* olarak adlandırılır.

2.3.2.3 Parçacık büyüklüğü

Aynı büyüklükteki aerosol parçacıkları hava filtresinden geçirilir ve filtrenin tuttuğu yüzde belirlenir. Örneğin, hava filtreden aşağı ve yukarı doğru geçerken parçacık büyüklük konsantrasyonu ölçülür. Bu durum ASHRAE Standart 52.2P'de *kısmi tutma verimliliği* olarak ifade edilir.

2.3.3 Temiz odaların filtrelenmesi

Temiz odaya verilen havanın içerisinde bulunan ve temiz odada gerçekleştirilen prosese zarar verebilecek parçacıkların hava temiz odaya ulaşmadan önce filtrelenerek ayrılması gerekir.

Temiz odaların filtrelenmesi birkaç adımdan ibarettir. Sıcaklık ve nem kontrolü için kullanılan ikincil hava sistemi, daha büyük parçacıkların tutulması için iki ön filtre kademesine sahip olmalıdır. Ana hava akışının olduğu yere yerleştirilen yüksek verimlilikteki filtreler ise hem daha küçük parçacıkların tutulmasında hem de hava akışının doğrusallaştırılmasında kullanılırlar. Bir temiz odadaki hava akış hızı kadar yüksek verimlilikteki filtrenin yerleştirilmesi ve aralarındaki mesafenin de odadaki parçacık konsantrasyonu, türbülanslı zonların şekillenmesi, parçacıkların oda içerisinde birikmesi ya da odada boydan boya hareketine sebep olan hava akış güzergahı üzerinde etkisi vardır.

Sözü edilen bu filtreler temiz odanın temizlik sınıfı ve kullanımına bağlı olarak klima santralının içine, temiz odanın tavanına ya da duvarına yerleştirilir.

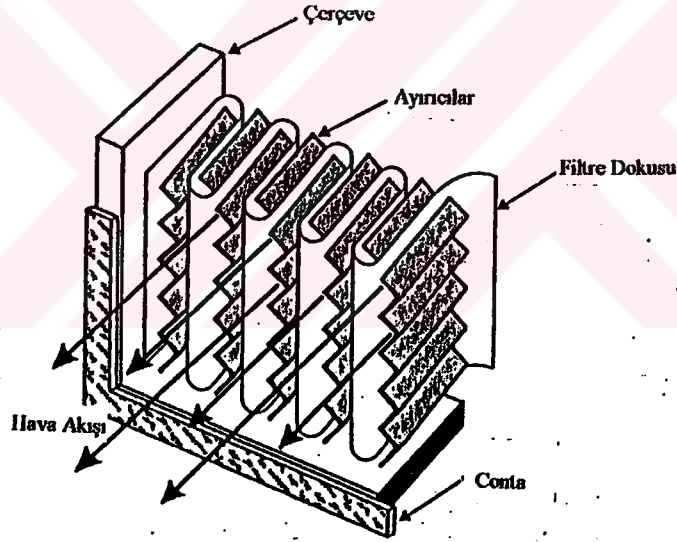
Bir fan ve yüksek verimlilikteki filtre kombinasyonu ancak tek yönlü bir akış prosesi başlatabilir. İyi bir tek yönlü akışın sağlanabilmesi için tüm hava akışının dengeli olması gereklidir. Tavana monte edilmiş filtrelerde ve temiz odada üniform bir hava akışı elde etmek için filtreli tavanın üzerinde bulunan kanalsız plenumdaki hava da üniform bir şekilde dağıtılmalıdır. Bu prensipler aynı şekilde yüksek verimlilikteki filtreli duvarların plenumlarında da uygulanır.

Yüksek verimlilikteki filtreler parçacık tuttukça sebep oldukları basınç düşümü artar. Fan hızı basınç düşümünün artışı otomatik olarak telafi edecek şekilde ayarlanmadıkça fan eğrisindeki çalışma noktası yükselir, dolayısıyla temiz odaya hava akışı azalır.

2.3.3.1 Yüksek verimlilikteki filtrelerin yapısı

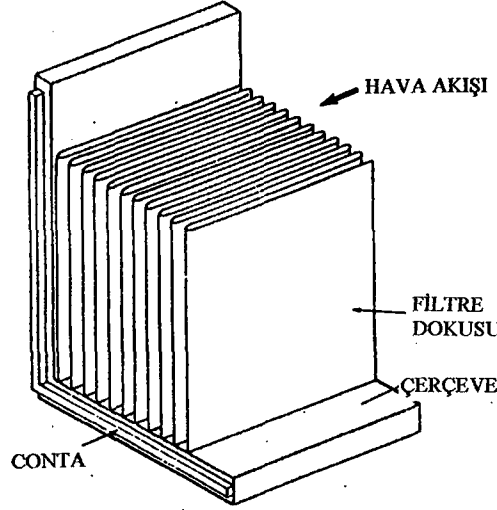
Yüksek verimlilikteki filtreler biri geleneksel diğeri de mini kıvrımlı yöntem olmak üzere iki şekilde yapılırlar. Her iki yöntem de filtrenin içinden filtrelenmemiş hava sızıntısının olamayacağı yoğun ve emniyetli şekilde monte edilmiş geniş bir filtre kağıdı alanının elde edilmesi için kullanılır.

Geleneksel olarak; filtre kağıdı ruloları 6 in.(15 cm) ya da 12 in.(30 cm) uzunlukta olmak üzere ileri-geri katlanır, filtrelemeyi ve filtreden geçecek havanın geçişini sağlamak için alüminyum sayfaları ayırıcı olarak kullanılır. Daha sonra bu filtre dokusu ve ayırıcı paketi metal, plastik ya da ahşap malzemeden imal edilmiş bir çerçevenin içerisinde birleştirilip yapıştırılırlar. Geleneksel yöntemle imal edilmiş bir filtre Şekil 2.4’de görülmektedir.



Şekil 2.4 Geleneksel yöntemle imal edilmiş yüksek verimlilikteki bir filtre, izometrik görünüş (Whyte, 1995; s182)

Mini kıvrımlı yöntemle imal edilmiş yüksek verimlilikteki filtrelerde alüminyum ayırıcılar kullanılmaz. Bu yöntemde filtre kağıdı basitçe katlanarak bir çerçeveye monte edilir. Alüminyum ayırıcıların kullanılmadığı bu filtreler daha yoğun bir yapıya sahip olmaları için aynı filtre alanında iki misli filtre dokusu içerirler. Bu yöntemle imal edilmiş bir filtre ise Şekil 2.5’de görülmektedir.



Şekil 2.5 Mini kıvrımlı yöntemle imal edilmiş yüksek verimlilikteki bir filtre, izometrik görünüşü (Whyte, 1995; s183)

2.3.3.2 HEPA filtreler

Günümüz temiz odalarının ihtiyaç duyduğu temizlik seviyesinin elde edilmesi ancak yüksek verimli parçacık hava (HEPA) filtrelerinin kullanımı ile mümkün olur. HEPA filtrenin dokusu değişik boyutlardaki (hem uzunluk hem de çap açısından) cam liflerinden oluşur. Cam lifleri esas olarak bir bağlayıcı yardımıyla kendi lifler arası bağları ile bağlanır. Bu dokunun yoğunluğu, daha yüksek basınç düşümüne neden olan ve daha büyük filtre alanı gerektiren az verimli filtrelerinkinden çok daha büyüktür.

Yüksek verimlilikteki hava filtreleri parçacık yakalama ve hava akışlarına göre tanımlanır. Bir HEPA filtre, parçacık yakalamadaki verimine bakılarak değerlendirilir ve minimum verimliliği %99,97'dir. HEPA filtrenin bu verimliliği sağlayabilmesi için filtreden geçirilen havanın hızının 3-5 ft/min (1,5-2,5 cm/s) olması gerekir. Filtrenin parçacık yakalama verimliliğini belirlemek açısından filtre dokusundaki hava hızı önemlidir. Hava hızının değişmesi ile filtrenin parçacık yakalama verimliliği de değişir. Filtre verimliliğinin değiştirilmesi ve sebep olduğu basınç düşümünün azaltılması, filtre dokusunun artırılması ile mümkündür. Aslında hava hızının saatte birkaç mm'ye düşürülmesi halinde bir banyo havlusu ile bile 0,3 µm büyüklükteki parçacıklarda %99,97'lik verimliliğe ulaşılabilir.

HEPA filtreler düşük hızlı hava akışlarında çalıştırıldıklarından basınç düşümü-hava debisi eğrisi doğrusaldır. HEPA filtrelerin kullanıldığı sistemler ön filtrede yaklaşık 1 in.w.g.(250 Pa)'lik basınç düşüşü olacak şekilde tasarlanır.

HEPA filtreler test ve kullanım sırasında kolayca zarar görebileceğinden filtre dokusuna kesinlikle dokunulmamalıdır. Filtre dokusu filtre çerçevesi düştüğünde ya da sert bir cisme çarptığında da zarar görebilir.

2.3.3.3 ULPA filtreler

ULPA (Ultra Düşük Tesirli Hava) filtre sınıfı, 0,3 μm ya da daha küçük parçacıkların yakalanmasında standart HEPA filtrelerden daha yüksek verimlilikteki filtreleri tanımlamak için kullanılır. Bir ULPA filtrenin verimliliği %99,99'dan büyüktür.

ULPA filtreler, küçük liflerin filtre dokusundaki daha yüksek oranı ve daha verimli olmaları ile farklıdır. Filtre dokusunun daha yoğun paketlenmesi nedeniyle basınç düşümü daha yüksektir ve aynı miktardaki filtre dokusu için ULPA filtrenin direnci HEPA filtrenin direncinden büyüktür. Daha küçük parçacıkların yakalanmasındaki yüksek verimlilikleri nedeniyle HEPA filtrelerde kullanılan test yöntemleri bunlar için uygun değildir. Bu test yöntemlerinin yerini lazerli optik sayıcılar ya da yoğuşma çekirdek sayıcıların kullanıldığı yöntemler alır.

2.4 Temiz Oda HVAC Sistemleri

Temiz oda HVAC sistemleri ticari HVAC sistemlerinden farklıdır. Bu sistemlerde oda duvarları kanal duvarlarına, odalar basınçlı tanklara dönüşebilir, duvarlar ve tavan hava dağıtıcıları olarak kullanılabilir ve tek bir oda veya mahal birbirinden ayrı üç kanal-fan sistemine sahip olabilir. Teknik elemanlar dahil olmak üzere hiç kimse yöneticinin bilgisi dışında temiz odaya girmemelidir. Temiz odalarda ve hatta bunların dışında personel kıyafetleri bir standart dahilinde olmalıdır. Bu standart tesisten tesise göre farklılık gösterebilir.

2.4.1 Oda basınçlandırılması

Bir temiz oda tesisi kirlilik kontrolü açısından farklı gereksinimleri olan birkaç odadan oluşabilir. Bu tesisteki bütün odalarda rüzgar veya başka etkilerle oluşabilecek infiltrasyonu önlemek için atmosfer basıncından yeteri kadar yüksek bir statik basınç elde edilmelidir. Normal çalışma şartlarında ve iki odayı birbirine bağlayan bir kapının açılması gibi hava dengesindeki geçici düzensizliklerde hava akışının odanın dışına, en temiz mahalden daha az temiz olanına doğru olmasını sağlamak için odalar arasında yeterli basınç farkı yaratılmalıdır (Çizelge 2.4).

Statik basınç regülatörleri, besleme havasının dönüş havasına ya da egzost havasına olan oranını değiştirmek için damperlere, fan girişi pervane kontrollerine, eksenel pervaneli fanlara veya bunların kombinasyonuna kumanda ederek istenen oda basıncını temin ederler. Oda basınç kontrolünün sağlanması için hava akış değişimleri minimum düzeye indirilmelidir. Odalardan davlumbazlar vasıtası ile atılan egzost havası, davlumbaz kontrolleri ya da uygun by-passlar ile sabit tutulmalıdır. Birçok sistemde dışarıya açılan kapılar hava kilitleri kullanılarak korunur ve filtrelerdeki toz yükünün sebep olduğu basınç kaybı değişikliklerini karşılamak için tedbir alınır.

Çizelge 2.4 Hava basıncı ilişkileri (Özkaynak, 1994; s14)

Uygulama	Basınç farkı
Genel	Çevreden 0.05 in.w.g. (12 Pa) büyük
Temiz oda ve kirlenmemiş bölüm arasında	0.05 in.w.g. (12 Pa), minimum
Kirlenmemiş ve yarı kirlenmiş bölüm arasında	0.05 in.w.g. (12 Pa)
Yarı kirlenmiş bölüm ile soyunma odası arasında	0.01 in.w.g. (2.5 Pa)

2.4.2 Oda sıcaklıkları

Sıcaklık kontrolü ile malzemeler, cihazlar ve personel konforu için sabit şartlar sağlanır. Aydınlatma ısı yükü yüksek, fakat sabittir; personel yükleri değişkendir; lehimleme, kaynak, ısıl işlem gibi proseslerden üretilen ısılar ile ısıtılmış basınç tanklarının ısı yükleri genellikle yüksek ve değişkendir.

Büyük miktarlardaki temiz oda besleme havası iç ısı kazancını dağıtır, odaya giren havanın sıcaklığı ile oda havasının sıcaklığı arasındaki fark oldukça düşüktür. Bununla birlikte, odanın sıcaklık gradyenine karar verebilmek için ısı üreten cihazların odadaki dağılımının ve besleme havasının akış şeklinin iyi analiz edilmesi gerekir (Çizelge 2.5). Geniş temiz odalarda farklı bölgelerin farklı soğutma gereksinimleri olması nedeniyle farklı sıcaklık kontrollerine sahip birkaç zon bulunabilir.

Çizelge 2.5 Temiz oda sıcaklığı ve nemi (Gladstone, 1997; s297)

	Sıcaklık	Nem
Kapasite aralığı	67-77 °F (19-25 °C)	40-55 %
Kontrol noktası	72 °F (22 °C)	45 %
Kontrol toleransı		
Genel uygulamalar	± 2 °F (± 1.1 °C)	± 5 %
Kritik uygulamalar	± 0.5 °F (± 0.3 °C)	± 2 %
Kapasite ve kontrol cevap oranı	2.5-4 °F (1.4-2.2 °C) saatteki değişim	

2.4.3 Oda nemi

Temiz odalarda nem kontrolü odanın içerisindeki nem üretimindeki değişikliklerden çok hava değişimleri gibi dış faktörlerden etkilenir. Temiz odada buharlaşmayı da içeren prosesler olduğunda genellikle havalandırılmış kapalı bölümlerle çevrelenirler. Bazı hassas imalat işleri %35'den daha az nem gerektirir. Statik elektriği kontrol etmek için iyonizasyon şebekesi ve topraklama bağlantıları kullanılarak önlem alınır.

Rulman yatakları, elektrikle temaslı yüzeyler, rulman bilyaları gibi hassas şekilde imal edilmiş yüzeylerin korozyonu ancak %50'nin üzerindeki bağıl nem değerlerinde görülür. %40'ın çok altındaki bağıl nemlerde, ileride sakıncalı parçacık konsantrasyonu meydana getirebilecek toz parçacıklarını çeken statik yüklenmeler oluşabilir.

2.4.4 İlave ve egzost hava akışları

Vantilasyon havası ve ilave havası hem oda hem de tüm cihazlar için gereklidir. Egzost havası kanal sistemi vasıtasıyla dışarı atıldığında ilave hava, odanın içinden ya da kanallarla dışarıdan temin edilir. Eğer besleme havası dışarıdaki bir kaynaktan kanallarla getiriliyorsa ön filtreden geçirilmeli ve şartlandırılmalıdır. Eğer hava mahallin içerisinden sağlanıyorsa mahallin hava şartları olumsuz etkilenmez.

Temiz odadaki aktiviteler genellikle egzost havası cihazlarının kullanımını gerektirir. Zehirli gazlar yayan çalışma istasyonları, sıcak gazlar yayan fırınlar, küçük makine operasyonları vb. durumlarda egzost havası cihazları söz konusu olur. Çalışma istasyonları temiz oda havasını kendileri için taze hava kaynağı olarak kullanırlar. Bu nedenle, temiz odanın ilave hava hacmi egzost havasının varlığı nedeniyle artar. Cihazların egzost havası kanalları odada tek yönlü hava akışının elde edilmesi ve odanın basınçlandırılması açısından dikkatlice ayarlanmalıdır.

Egzost havası atmosfere atılmadan önce özel kirlilik kontrol sistemleri gerekebilir. Bir güvenlik önlemi olarak binanın içinden geçen ve yüksek yoğunlukta zehirli maddeler taşıyan egzost kanalları negatif basınçta tutulmalıdır.

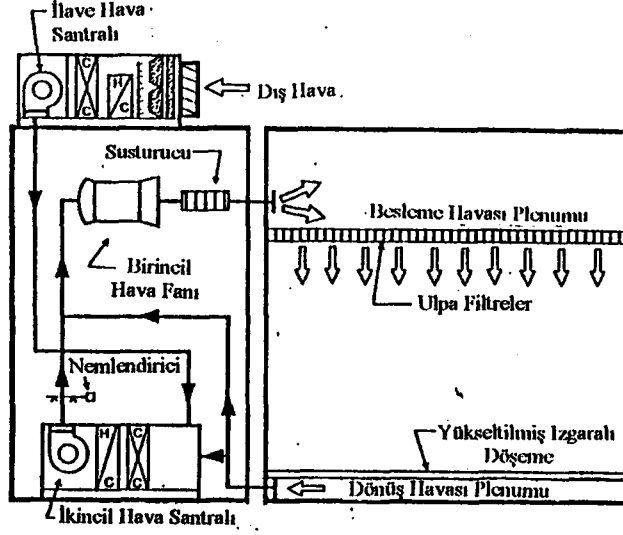
2.4.5 Tipik temiz oda sistemleri

2.4.5.1 Sınıf 10 (M2.5) temiz odalar

Şekil 2.6'da görülen sistem, üç adet fan-kanal sistemine sahip Sınıf 10 (M2.5) temiz odaya bir örnektir. Birincil hava basınçlandırılmış bir plenum ve ULPA filtrelerden geçirilerek odaya verilir. Yükseltilmiş veya ızgaralı bir döşeme sayesinde temiz odanın içerisinde laminar akış sağlanır.

Birincil hava, bir aksiyal fan ve susturucudan geçirilerek basınçlandırılmış bir plenuma verilir. Büyük miktardaki birincil hava (saatte 540 hava değişimli, 10ft (3 m) yükseklikte bir

temiz odada ULPA filtrelerden geçiş hızı 90 fpm (0.45 m/s)) bir aksenel pervaneli fan kullanımını gerektirir.



Şekil 2.6 Sınıf 10 (M2.5) temiz oda (Gladstone, 1997; s299)

İkincil hava; bir karışım hücresi, soğutma ve nem alma için kullanılan soğutma serpantininin yer aldığı soğutucu hücresi, ısıtma ve yeniden ısıtma için kullanılan ısıtma serpantininin bulunduğu ısıtıcı hücresi ve radyal bir fanın bulunduğu bir vantilatör hücresinden oluşan bir klima santrali tarafından sağlanmaktadır.

Odayı basınçlandırmak için gerekli dış hava ve cihazların egzostları için gerekli ilave hava eğer mümkünse bağımsız bir ilave hava santralından sağlanır. İlave hava santrali; bir dış hava giriş hücresi, 2 in. (50 mm)'lik bir panel filtre ile %95 verimlilikteki bir torba filtrenin bulunduğu bir filtre hücresi, bir ön ısıtıcı serpantini ve by-pass damperi ile soğutucu serpantininin bulunduğu hücreler ve radyal fanlı bir vantilatör hücresinden oluşur. Ön ısıtma ve soğutma serpantinleri yıl boyunca belirli bir hava sıcaklığı temin ederler. Ön şartlandırılması yapılmış dış hava ile temiz odadan gelen dönüş havası ikincil hava santralının karışım hücresinde karışır.

Odanın basınçlandırılması ilave hava santralının görevidir. İhtiyaç duyulan pozitif basıncın sürekli sağlanabilmesi için temiz odaya yerleştirilmiş bir basınç sensörü bir frekans invertörü yardımı ile fan elektrik motorunun hızını ayarlar.

2.4.5.2 Sınıf 100 (M3.5) temiz odalar

Şekil 2.7’de görülen sistem Sınıf 100 (M3.5) temiz odaya bir örnektir. Birincil hava bir birincil hava santralından temin edilip ortam basıncındaki bir kanal sistemi ile dağıtılır, özel kanallarla HEPA filtrelerden geçirilerek odaya verilir.

Temiz oda tavanının tamamı HEPA filtrelerle kaplanır ve bu yapı tavan taşıyıcı sistemine oturtulur.

Birincil hava klima santrali; bir karışım hücresi, ön filtrelerin bulunduğu bir filtre hücresi, içeriden izoleli ve atış ağzı ayarlanabilir bir vantilatör hücresi ve içindeki susturuculu bir aksenal akışlı fandan oluşur.

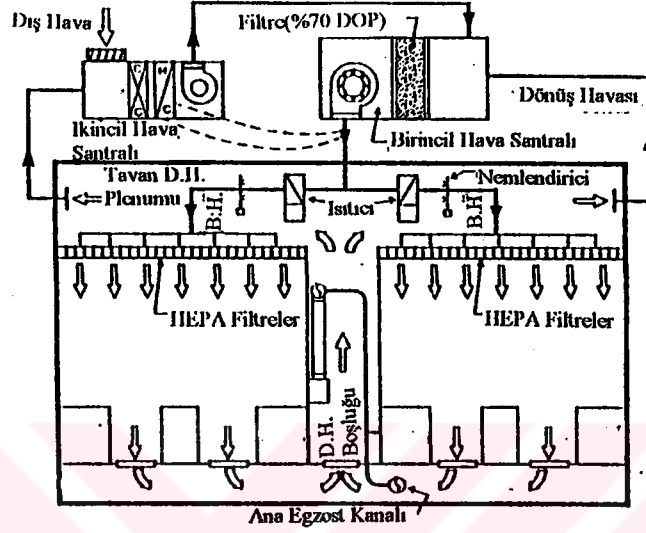
İkincil hava klima santralında bir karışım hücresi, ısıtıcı ve soğutucu serpantinlerin bulunduğu hücreler ve radyal fanlı bir vantilatör hücresi bulunur.

İlave hava ise Şekil 2.6’deki ilave hava santrali gibi bir santral tarafından şartlandırılır.

Temiz odadan alınan dönüş havası, döşemeye monte edilmiş kelebek sürgüler aracılığıyla hava-sızdırmaz dönüş havası plenumuna aktarılır. Tavandaki boşluklardan plenuma gönderilen hava daha sonra kanallarla birincil ve ikincil klima santrallerinin karışım hücrelerine taşınır. Plenumun üzerindeki boşluk dönüş havasının transferinde kullanılır. Çalışma istasyonlarının egzost havası atımında kullanılan branşman egzost kanalları aynı boşluk içerisine yerleştirilmiş olup tabanda yerleştirilmiş ana egzost kanalı ile bağlantılıdır. Egzost kanalları ile dönüş havası aynı boşluktan geçirildiğinden dönüş havasının ön filtreden geçirilmelidir.

İkincil hava santralının ısıtma ve soğutma serpantinlerinin görevi, birincil hava santrali fan çıkışındaki havanın belirli sıcaklıkta olmasını sağlamaktır. Her bir odanın tasarım sıcaklığı, o odanın besleme havası kanalına monte edilmiş elektrikli veya sıcak sulu ısıtma serpantinleri vasıtası ile sağlanır. Eğer herhangi bir odanın bağıl nemi istenen değerin üzerine çıkarsa

ikincil hava santralının soğutma serpantini daha fazla nem alma işlemi gerçekleştirir ve aynı zamanda ısıtma serpantini de tasarım sıcaklığını elde etmek için ısıtma konumunda olacaktır. Odanın bağıl nemi istenen değerin altına düşerse besleme kanalına monte edilmiş nemlendirici ile gereken nemlendirme işlemi yapılır.

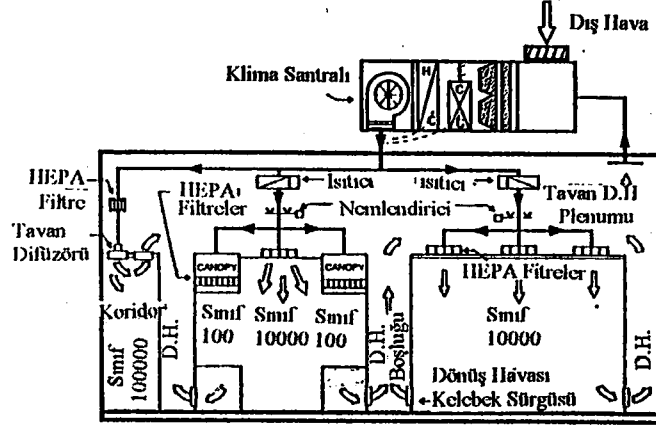


Şekil 2.7 Sınıf 100 (M3.5) temiz oda (Gladstone, 1997; s300)

2.4.5.3 Sınıf 10000 (M5.5) temiz odalar

Şekil 2.8'de, genel olarak Sınıf 10000 (M5.5) ve bölgesel olarak da Sınıf 100 (M3.5) temizlik şartlarının sağlandığı temiz oda sistemi görülmektedir. Klima santrali; bir karışım hücresi, 2 in. ön filtre ve %95 verimlilikte torba filtre, üzerinde karşı kanatlı bir damper yerleştirilmiş bir soğutma serpantini ile ısıtma serpantininin bulunduğu hücreler, içerisinde radyal fan bulunan içten izoleli ve kanatlı giriş damperli bir vantilatör hücresinden ibarettir. 2 in. (50 mm) ön filtreler sistemin sadece ilk işletmeye alınması sırasında kullanılır.

Ortam basıncındaki kanal sistemiyle taşınan hava odaya verilmeden önce HEPA filtrelerden geçirilir. %99.97 verimlilikteki HEPA filtreler ile Sınıf 10000 (M5.5) temiz oda şartları sağlanır. Çalışma istasyonlarının üzerine yerleştirilmiş 0.3 μm %99.99 DOP verimine sahip HEPA filtreler ile sadece o bölgede Sınıf 100 (M3.5) şartları oluşturulur.



Şekil 2.8 Sınıf 10000 (M5.5) temiz oda (Gladstone, 1997; s301)

Hava, odanın yan duvarlarının zemine yakın yerlerindeki kelebek sürgüler kullanılarak dönüş havası boşluğuna, dolayısıyla tavandaki dönüş plenumuna, oradan da kanallarla klima santralindeki karışım hücrelerine taşınır.

Temiz odaya komşu olan koridorun temizliliği Sınıf 100000 (M6.5) seviyesindedir. Hava koridora verilmeden önce kanallardaki HEPA filtrelerden ve tavandaki difüzörlerden geçer.

Dış hava, birkaç klima santrali ile bağlantılı olan merkezi bir klima santralinden temin edilir. Ön şartlandırılan dış hava ile temiz odalardan gelen dönüş havası, klima santralının karışım hücrelerinde karıştırılır. Karışım havasının bir kısmı soğutma serpantininde soğutulup nemi alınırken geri kalanı by-pass edilir. Soğutma serpantininden geçen hava miktarı sabit olup temiz odanın duyulur ve gizli ısı yüklerine bağlıdır.

3. HASTANELERDEKİ TEMİZ ODA VE HVAC SİSTEMLERİ

3.1 Genel Konular

Hastaneler, iyi bakım ve tedavinin yanı sıra hijyenin de en az bunlar kadar önemli olduğu ortamlardır. Hastanelerde hijyenin sağlanmasında tıbbi ve teknik personelin eğitimi, organizasyonu ve sorumluluğu söz konusudur. Ayrıca hastane binası ve yan tesislerinin projelendirilmesinde ve konstrüksiyonunda da yine hijyenik faktörler ön plana çıkar. Burada ise özellikle HVAC sistemlerinin projelendirilmesi, tatbiki, işletilmesi ve bakımı önemlidir.

3.2 HVAC Sisteminin Fonksiyonları

Hastanelerde kurulan HVAC sistemlerinden, normalde beklenen sıcaklık ve nem kontrolü ile taze hava ihtiyaçları dışında da çeşitli fonksiyonları yerine getirmesi beklenir. Havada var olan mikroorganizma ve toz oranındaki azalma hijyenin sağlanması için gereklidir. Sistemin yerine getirmesi gereken bir başka fonksiyon da atık anestezi gaz konsantrasyonunda azalma sağlanması ile kötü kokuların uzaklaştırılmasıdır. Bu nedenle klima tesisatı Çizelge 3.1'de görülen "+" işaretli odalarda zorunludur.

Ayrıca uygunsuz iç ve dış şartlar sebebiyle diğer odalarda da klima tesisatına gerek duyulabilir.

Hastanelerdeki uygunsuz iç şartlar:

- Cihazların yaydıkları ısı nedeniyle ısı yükünün fazla olması,
- Oda havasının narkoz gazları, dezenfeksiyon gazları ve diğer pis kokular nedeniyle aşırı kirlenmesi,
- Tedavi ve diğer bölümlerde hava debisinin dengelenmesi.

Yine Çizelge 3.1'de hastanelere özgü hijyenik ve klinik şartlar ile çalışma şartları mevcuttur.

Çizelge 3.1 Hastane kliması için gerekli şartlar (TMMOB Makina Müh. Odası, 1995; s9-10)

1 No	2 Hastane Bölümlü Oda Grubu Oda Türü	3 Oda Sınıfı	4 Klima Tesisi Zorunlu 1)		5 Enfeksiyon psikolojisi	6 Hijyenik min. taze hava debisi $m^3/(m^2h)$	7 Oda Havası Durumu 3) 4)			9 Nem 5)	10 Tesis için esas alınacak gürültü değerleri 6) dB (A)
			İklim	Enfeksiyon			Sıcaklıklar				
							min°C	max°C			
1	Muayene ve tedavi bölümü										
1.1	Ameliyat grubu										
1.1.1	A ve B tipi ameliyathaneler	I	+	+		bak. bölüm 5.6	22 7)	26 7)	+		40
1.1.2	Ameliyathane doğrudan dahil odalar										
1.1.2.1	Tedarik holü/-steril malz. deposu	I	+	+		15	8)	8)	+		40
1.1.2.2	Yıkama odaları	I	+	+		15	8)	8)	+		40
1.1.3	Diğer oda ve koridorlar	I	+	+		15	8)	8)	+		40
1.1.4	Narkoz etkisinden uyanma odası 9)	I	+	+		30	22 7)	26 7)	+		35
1.2	Doğum										
1.2.1	Doğum odası	II				15	24				40
1.2.2	Diğer oda ve koridorlar 4)	II				10					40
1.2.3	Ameliyathane	I	+	+		bak. bölüm 5.6	22 7)	26 7)	+		40
1.2.4	Ameliyathane doğrudan dahil odalar										
1.2.4.1	Tedarik holü/-steril malz. deposu	I	+	+		15	8)	8)	+		40
1.2.4.2	Yıkama odaları	I	+	+		15	8)	8)	+		40
1.3	Endoskopi										
1.3.1	Muayene odaları (aseptik, septik)	II				30					40
1.3.2	Diğer oda ve koridorlar 4)	II				10					40
1.4	Fizik tedavi										
1.4.1	Küvetli banyolar	II	+			10)	11)	11)			50
1.4.2	Yüzme havuzları ve hareket banyoları	II	+			10)	11)	11)			50
1.4.3	Diğer odalar ve koridorlar 4)	II				10					45
1.5	Diğer bölümler										
1.5.1	Acil durum ameliyathanesi	I	+	+		bak. bölüm 5.6	22 7)	26 7)	+		40
1.5.2	Acil durum ameliyathanesi ile doğrudan bağlantılı olan odalar										
1.5.2.1	Tedarik holü/-steril malzeme deposu	I	+	+		15	8)	8)	+		40
1.5.2.2	Yıkama odaları	I	+	+		15	8)	8)	+		40
1.5.3	Küçük operasyon odaları	II				15					40
1.5.4	Ameliyat bölümünün dışındaki narkoz etkisinden uyanma odaları	II	+ 12)								
1.5.5	Diğer odalar ve koridorlar 4) Örneğin;	II				30		26	+		35
1.5.5.1	Röntgen diyagnostik										
1.5.5.2	Muayeneler	II				15			13)		40
2	Tedavi bölümleri					15					40
2.1	Yoğun bakım										
2.1.1	Yataklı odalar										
2.1.1.1	Enfeksiyon tehlikesi olan hastalar için 14)	I	+	+		30	24	26	+		30
2.1.1.2	Diğer hastalar için	II	+ 15)			15	24	26	+		30
2.1.2	Acil durum odası	I	+	+		30 16)	24	26	+		40
2.1.3	Diğer odalar ve koridorlar 4)	II				15	8)	8)			40
2.2	Özel bakım 17)										
2.2.1	Yataklı odalar	I	+	+		30	24	26	+		30
2.2.2	Acil durum odası	I	+	+		30 16)	24	26	+		40
2.2.3	Diğer odalar ve koridorlar 4)	II				15	8)	8)			40
2.3	Enfeksiyon hastaları bakımı 18)										
2.3.1	Yataklı odalar	II				10					35 20)
2.3.2	Diğer odalar ve koridorlar 4)	II				10					40
2.4	Prematüre bebek bakımı										
2.4.1	Yataklı odalar	II	+ 21)			15	24	26	+ 22)		35 20)
2.4.2	Diğer odalar ve koridorlar 4)	II				10	8)	8)			40
2.5	Yeni doğmuş bebek bakımı										
2.5.1	Yataklı odalar	I				10					35 20)
2.5.2	Diğer odalar ve koridorlar 4)	II				10					40
2.6	Süt bebek bakımı										
2.6.1	Yataklı odalar	II				10					35 20)
2.6.2	Diğer odalar ve koridorlar 4)	II				10					40
2.7	Genel bakım										
2.7.1	Yataklı odalar	II				10					35 20)
2.7.2	Diğer odalar ve koridorlar 4)	II				10					40
2.8	Diğer bölümler	II				10					

3	Tedarik Bölümleri							
3.1	Eczane							
3.1.1	Steril odalar	II		+	10			45
3.1.2	Diğer odalar 23) ve koridorlar 4)	II			10			40
3.2	Sterilizasyon 24)							
3.2.1	Kirli odası, sterilizasyondan önce	II	25)	26)	27)			50
3.2.2	Temiz odası, sterilizasyondan sonra ve steril malzeme deposu	II	25)	26)	27)			50
3.3	Yatak hazırlama							
3.3.1	Kirli odası	II	25)	26)	27)			50
3.3.2	Temiz odası	II	25)	26)	27)			50
3.4	Çamaşır hazırlama ve çamaşırhane							
3.4.1	Kirli odası	II	25)	26)	27)			50
3.4.2	Temiz odası	II	25)	26)	27)			50
3.5	Patoloji / Prosektür	II					22 28)	50
3.6	Lağoratuvarlar							
3.6.1	Hijyenik - mikrobiyolojik	II			29)			45
3.6.2	Tıbbi - kimyasal	II			29)			45
3.6.3	Histolojik	II			29)			45
3.7	Soyunma ve saniter odaları							
3.7.1	Soyunma odaları	II			30) 31)			50
3.7.2	WC	II			30) 31)			33)
3.7.3	Banyo	II			30) 31)			33)
3.7.4	Islak hücreler	II			30) 31)			33)
3.8	Diğer bölümler	II			10			

- 1) Burada belirtilen iklim psikolojisi ve enfeksiyonik nedenlerden ayrı olarak Bölüm 3 Paragraf 2'de belirtilen nedenlerden dolayı klima tesisi gerekli olabilir.
- 2) Bölüm 3, 1. ve 2. paragrafta belirtilen nedenlerden ayrı olarak özel durumlarda daha yüksek hava debisi gerekli olabilir.
- 3) Burada değerlerin olmaması durumunda DIN 1946 Kısım 2'deki değerler geçerlidir; Bölüm 4.1.1 - 4.1.3'ü karşılaştırınız.
- 4) Tablo 2 için yapılan açıklamaya bakınız.
- 5) "+" nun anlamı DIN 1946 Kısım 2'deki değerlere bağlı kalınmasıdır.
- 6) Bu değerler sürekli insanların bulunduğu odalar için geçerlidir.
- 7) Ameliyathanedeki ilgili odaya bağlı olarak bütün yıl boyunca minimum ve maksimum değerler arasında serbest seçim yapılabilir. Ameliyathanelerde bu değer ameliyat bölgesi için geçerlidir.
- 8) Ameliyathaneler ve yataklı odalar için geçerli olan basma havası sıcaklığı ve nemi geçerlidir.
- 9) Ameliyat bölümü ile bağlantılıysa
- 10) Yapılacak tespitler fiziksel yapı şartlarına ve katlanılabilecek hava şartlarına göre yapılmalıdır.
- 11) 28°C oda sıcaklığına kadar oda sıcaklığı su sıcaklığının 2 ile 4°C üzerinde olmalıdır. 28°C'nin üzerindeki su sıcaklığında iki sıcaklık değeri de aynı olmalıdır.
- 12) Narkoz gazları tahliyesinden dolayı
- 13) Tıbbi-teknik cihazlar özel durumlarda nem değerinin sabit kalması için klima tesisi gerektirebilir.
- 14) BGA gereğince hastane enfeksiyonlarının teşhisi, korunması ve tedavisi için
- 15) Kap, kan dolaşımı ve solunum yolları hastalığı olan hastalar dışında tek yataklı odalarda klima gerekmez.
- 16) Normal zamanda sadece 15m³/(m² h).
- 17) Bağışıklık kazanmış hastalar için
- 18) Bakınız Bölüm 1 son cümle.
- 19) Hijyenist tarafından karar verilmelidir.
- 20) Hava debisinin azalmasından dolayı (en az 50 m³/(h kişi) gece değerleri 5 dB daha az.
- 21) Prematüre bebekle inkubatörlere konulmuşsa klima tesisi gerekmez.
- 22) En az %45 izafi nem.
- 23) Laboratuvarlar için VDI 2051.
- 24) Doğrudan ameliyat bölümünde ise, Nr. 1.1.2.1., 1.2.4.1. veya 1.5.2.1. geçerlidir.
- 25) Kimyasal sterilizasyon ve dezenfeksiyon yapıyorsa zararlı madde tehlikesi önemlidir; bakınız DIN 58948 Kısım 7.
- 26) Temiz ve kirli odaları arasında hava değişimi olmaması için yapısal önlemler alınmalıdır.
- 27) Taze hava debisi zararlı madde bilançosuna göre belirlenir.
- 28) Yalnız otopsi odaları için.
- 29) VDI 2051'e göre.
- 30) Yalnız egzost havası 100 m³ (kabin h).
- 31) Basma havası gerekirse klima tesisi ile emniyete alınmalıdır.
- 32) Yalnız egzost havası 60 m³ (obje h).
- 33) Birbirine komşu yataklı odalarda gündüzleri 35 dB(A) ve geceleri 30 dB(A)'dan fazla olmamalıdır.
- 34) Yalnız egzost havası 150 m³ (oda h).
- 35) Yalnız egzost havası 100 m³ (hücre h).

3.3 Hava Kalitesi ve Saflığı

3.3.1 Odaların sınıflandırılması

Hijyenik ve mikrobiyolojik faktörler sebebiyle hastanelerin mikroorganizmalardan arındırılması için basma ve oda havasında farklı şartlar gerekir. Hastane bölümleri iki sınıfa ayrılır.

- I. sınıf odalar : Yüksek derecede şartlar gerektiren mikroorganizmasız bölgeler
- II. sınıf odalar : Normal şartlar gerektiren mikroorganizmasız bölgeler

Hastanelerde hangi odaların hangi sınıfa dahil olduğu Çizelge 3.1'de görülmektedir.

3.3.2 Hava saflığı

Mikroorganizmaları da kapsayan parçacık kirliliğini önlemek için üfleme havası çok kademeli filtreden geçirilmelidir. II. sınıf odalar için iki kademeli filtre, I. sınıf odalar için üç kademeli filtre yapılmalıdır. Her bir filtre kademesi için aşağıdaki filtre sınıfları uygundur:

- 1. Kademe filtre : EU4 veya daha iyi
- 2. Kademe filtre : EU7 veya daha iyi
- 3. Kademe filtre : S veya R sınıfı

Hijyenik gerekçelerle her bir filtre kademesinin tesisattaki yerleşimi de aşağıdaki gibi yapılmalıdır:

- 1. Kademe filtre eğer taze hava emişi bina dışında ise emiş tarafında klima santralını temiz tutmak üzere taze hava girişinin hemen başlangıcına,
- 2. Kademe filtre kanal sistemini temiz tutmak amacıyla üfleme kanallarının başlangıcından hemen önce basma tarafına,

- 3. Kademe filtre basma tarafına hizmet edilecek odaya veya zona mümkün olabildiğince yakına, ameliyathanelerde bir terminal içerisine.

Pratikte 1. kademe filtre klima santralında taze hava girişine, 2. kademe filtre ise yine klima santralında vantilatörden sonraki hücrelerde kanala geçişten hemen önce yerleştirilir.

3.3.3 Taze hava oranları ve üfleme havası debileri

Hastanelerdeki HVAC sistemlerinin minimum taze hava debileri (ameliyathaneler hariç) Çizelge 3.1’de verilmiştir. Havada taşınabilen mikroorganizma sayısını daha da düşürebilmek ve ısı dengesini devam ettirebilmek için besleme hava debisinin Çizelge 3.1’de belirtilen taze hava oranları ile hesaplanan hava debisinden daha fazla olması gerekebilir. Eğer besleme hava debisi ile taze hava debisi arasındaki fark sirkülasyon havası ile telafi edilemiyorsa taze hava miktarı artırılmalıdır.

3.3.4 Sirkülasyon havası

Sirkülasyon havası aşağıdaki şartlarda kullanılabilir:

- Sirkülasyon havası olarak sadece aynı odanın veya oda grubunun egzost havası kullanılabilir.
- Sirkülasyon havası ya ayrı olarak ya da taze hava ile birlikte öngörülen filtre kademelerinden geçirilmelidir.

Sirkülasyon havasının kullanılması durumunda egzost gazının zararlı gazlar içermesi nedeniyle hijyenik-toksikolojik ortamın oluşabileceği dikkate alınmalıdır.

3.3.5 Odalar arasındaki hava akışı

Hava akışı hijyenik şartlardan dolayı steril odalardan daha az steril odalara doğru olmalıdır. Hastane odalarındaki hava akış yönleri Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2 Hastane odalarında hava akış yönleri (TMMOB Makina Müh. Odası, 1995; s5)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
	Aseptik ameliyathane	Septik ameliyathane	Yıkanma odası	Giriş holü	Çıkış holü	Cihaz odası (direkt ameliyathane)	Tedarik holü/-steril malzeme deposu 5)	Ortak tedarik holü/-steril malzeme ve dezenfekte edilmiş cihaz deposu	Ameliyathane koridoru	Cihaz hazırlama, temiz	Cihaz hazırlama, kirli	Steril malzeme hazırlama, strelizasyondan sonra	Steril malzeme hazırlama, strelizasyondan önce	Narkoz etkisinden uyanma odası	Personel odası	Temizlik malzemeleri deposu	Personel soyunma, iç temiz oda	Personel soyunma, iç kirli oda	Tuvaletli personel soyunma, dış kirli oda	Hastanenin diğer bölümleri	Taze Hava
1	Aseptik ameliyathane																				
2	Septik ameliyathane																				
3	Yıkanma odası	← ↑																			
4	Giriş holü	← ↑	○																		
5	Çıkış holü	← ↑	○	○																	
6	Cihaz odası (direkt ameliyathane)	← ↑	↑	↑	↑																
7	Tedarik holü/-steril malzeme deposu 5)	↑	↑																		
8	Ortak tedarik holü/-steril malzeme ve dezenfekte edilmiş cihaz deposu	← ↑																			
9	Ameliyathane koridoru			←	←	←	←	←	←												
10	Cihaz hazırlama, temiz					○	←	←	↑												
11	Cihaz hazırlama, kirli								←	←											
12	Steril malzeme hazırlama, strelizasyondan sonra	↑	↑				○	↑	↑	↑											
13	Steril malzeme hazırlama, strelizasyondan önce								←		○	←									
14	Narkoz etkisinden uyanma odası								←												
15	Personel odası								↑												
16	Temizlik malzemeleri deposu								←	←	○	←	○								
17	Personel soyunma, iç temiz oda								↑												
18	Personel soyunma, iç kirli oda								←										←		
19	Tuvaletli personel soyunma, dış kirli oda																		←	←	
20	Hastanenin diğer bölümleri											←	←	←	←	←	←	←	←	←	←
21	Taze Hava	←	←				←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←

Oklar odanın komşu odalara göre hava akış yönünü gösterir.

○'ın anlamı: Her iki yöne hava akışı istenmiyor

Örnek: 1. sütun "aseptik ameliyathane"

3. satır "yıkanma odası"

Ok yönü, hava akışının aseptik ameliyathaneden yıkanma odasına doğru olduğunu gösterir.

4) Deneyimlere göre gerekli hava akış yönünü emniyete almak için istenilen oda sızdırmazlık şartlarında yaklaşık 20 m³/ (metre aralık uzunluğu*h) hava debisi yeterli olacaktır.

5) Ameliyathaneye doğrudan servis penceresi ile bağlantılı

Klima sistemi dizayn edilirken besleme/egzost hava debilerinin uygun şekilde ayarlanması ile odalarda pozitif/negatif basınç temin edilir ve aradaki fark debisi önceden belirlenmiş yollara akar (kapı etrafındaki boşluklar vb.). Ancak sözü edilen bu boşluklar çok küçük olmalıdır, aksi halde bu hava akış şeması devam ettirilemez. Bu nedenle kapı, flap, servis kapakları ancak kısa süre açık kalabilecek şekilde projelendirilmelidir. Kapıları ya da diğer hava geçiş yerleri çok sık açılıp kapanan hastane bölümlerinde hava kilitleri kullanılmalıdır.

Hava kilidi aşağıdaki şartlarda mevcut olmalıdır:

- I. Sınıf odaları II. sınıf odalardan ayırmak için,
- I. Sınıf odaları dış havadan ayırmak için,
- Hijyenistin öngörmesi durumunda aynı sınıf iki odayı ayırmak için (örneğin ameliyathane ile yoğun bakım odalarını).

Hava kilitleri giriş ve çıkış kapılarının aynı anda açılmasını engelleyen bir mekanizma ile oluşturulur. Kapının açılması esnasında parçacık transfer oranının minimum düzeyde tutulabilmesi için kayar kapıların kullanılması uygundur. Bu önlemler olmaksızın klima tesisatı ile de olsa odaların hava tekniği açısından birbirinden ayrılması mümkün değildir.

3.4 Gürültü Kontrolü

Klima tesisatları tarafından üretilen gürültünün yapısal önlemlerle de desteklenerek Çizelge 3.1'de görülen gürültü seviyelerini aşmaması temin edilmelidir.

3.5 Teknik Özellikler

3.5.1 Taze hava emiş ve egzost havası panjurları

Taze hava emiş panjuru, toprak zemine yakın yerlerde mikroorganizma ve toz konsantrasyonu yüksek olduğundan toprak zeminden en az 3 m yüksekte olmalıdır. Aynı zamanda panjurun düz çatı ve diğer yatay yüzeylerden de yeteri kadar uzakta olması

sağlanmalıdır. Taze hava emiş panjurunun tam olarak hangi yüksekliğe yerleştirilmesi gerektiğine dair bir değer belirlemek, farklı iklim koşulları ve bina yapılarındaki farklılıklar nedeniyle olası değildir. Bunun yanında panjurun yeri belirlenirken egzost gazları, baca gazı ve diğer rahatsız edici koku vb. kaynaklardan uzak olmasına ve binanın gelecekteki yapılanmasına da dikkat edilmelidir.

Egzost gazları ise mümkün olduğunca çatı üzerinden atmosfere atılmalıdır. Yüksekliği, konumu ve egzost panjurunun yapısı, kendi binasına ve çevre binalara zarar vermeyecek ve rüzgar etkisi ile egzost havasının tahliyesi mümkün olacak şekilde belirlenmelidir.

3.5.2 Hava kanalları

3.5.2.1 Genel konular

Hava kanalları galvanizli sac ve eşdeğerleri gibi pürüzsüz yüzeylerden yapılmalıdır. Bunun yanında alüminyum ya da paslanmaz çelik kanallar da kullanılabilir. Kanallar mümkün olduğunca kısa tutulurken, fleksibl kanallar yalnızca branşmanlarda ve en fazla 2 m uzunlukta olacak şekilde kullanılmalıdır.

Hava kanallarında özel kesitler aerodinamik prensiplere göre dizayn edilmeli, parçacık birikmesine ve dış havanın kanallara kontrolsüz girişine neden olan lokal negatif basınç bölgelerinin oluşmasına müsaade edilmemelidir. Eğer 3. kademe filtreden sonra kanal kullanılacaksa, bu kanalların iç yüzeylerinin kolaylıkla temizlenebileceği şekilde projelendirilmesi sağlanmalıdır. Ayrıca 3. kademe filtreden sonra hiçbir şekilde fleksibl kanal, damper, susturucu vb. monte edilmemelidir.

Kendi hijyenik standartlarına göre birbirleri arasında hava akışı istenmeyen odalar sızdırmaz damperler kullanılarak ayrılmalı ve üfleme kanalındaki ayırım noktası, üç kademe filtreli sistemlerde mutlaka 3. kademe filtreden önce olacak şekilde tespit edilmelidir.

Kanallarda kullanılacak olan damper, debi ayar elemanlarının yakınlarına ve kanal üzerlerine gözleme kapakçıkları konulmalıdır.

Servis kanalları, çift duvarlar veya tavan boşlukları gibi yapısal boşluklar üfleme ve egzost havasının dağıtımını amacıyla inşa edildikleri şekilde kullanılamazlar.

Kanalların montajı sırasında içerisinde toz toprak kalmamasına dikkat edilmeli, kanallar yapıldıkça içleri temizlenmeli ve her gün iş bitiminde kapatılmalıdır. Bu işleme özellikle 2. ve 3. kademe filtreler arasındaki kanalların montajında titizlikle uyulmalıdır.

3.5.2.2 Taze hava emiş kanalları

Taze hava kanalları, bina içerisindeki istenmeyen pis havayı emmemesi ve buna bağlı olarak hastane enfeksiyonu tehlikesine yol açmamak için DIN V24194 Kısım 2 sızdırmazlık sınıfı II'ye uygun olmalıdır. Bu nedenle taze hava emiş panjuru ile hizmet verilecek oda arasındaki mesafenin uzun olması durumunda kısa emiş hattı uzun basma hattı seçeneği tercih edilmelidir.

Taze hava emiş kanalında insan delikleri bırakılmak suretiyle mekanik temizlik ve dezenfeksiyona uygun hale getirilmelidir.

Kanal iç yüzeylerinde pürüzlülük değeri $R_{max} = 0,3$ olması halinde gerekli şartlar yerine getirilmiş kabul edilir.

3.5.2.3 Basma kanalları

I. sınıf odalar için basma kanalları DIN V24194 Kısım 2 sızdırmazlık sınıfı III'e göre sızdırmaz olmalıdır. Hava kaçakları yapısal boşluklarda pozitif basınca sebep olmamalıdır. Bu sınıftaki odalar için basma kanalları kısa tutulmalı, bunun içinde klima santralının odalara mümkün olduğunca yakın yerleştirilmesine çalışılmalıdır.

II. sınıf oda veya oda gruplarının konumu kısa basma kanalları için uygun değilse, zorunlu olarak fazla istenmeyen uzun basma kanallarının tesisi gerekir.

3.5.3 Hava sızdırmaz damperler

Hijyenik şartların devamının sağlanmasında, hava kanallarında istenmeyen akımların oluşmasının önlenmesi gereklidir. Klima santrallerinin herhangi bir sebeple durdurulduğu zamanlarda rüzgar ve baca etkisi ile, bina içerisindeki havanın kalitesini bozacak şekilde kanallardan hava akışı olmamalıdır. Bunun için hava kanallarına motorlu damperler monte edilmelidir. Damperler klima santralleri çalışmadığında ve damper motorlarında enerji kesildiğinde kanalı kapatmalıdır.

100 Pa basınç farkında 1 m² kesitten sızan hava miktarı 10 m³/h'in altında ise hava kanalları bu anlamda kapatılmış demektir.

Yukarıdaki şartları sağlamak üzere hava sızdırmaz damperlerin hem besleme hem de egzost kanallarında en azından aşağıda belirtilen noktalara monte edilmesi gerekir.

- Santral değişik sınıflardaki odalara hizmet ediyorsa değişik zonların kesişme noktalarına,
- Santral birkaç kata hizmet ediyorsa bütün kat branşmanlarına,
- Hijyenistin şart koştuğu, aynı sınıftaki iki oda arasında havanın birbirine karışmaması gerektiği durumlarda zonlar arasına.

3. kademe filtrenin girişine veya paralel bir seri 3. kademe filtrenin girişlerine sistem çalışırken dahi filtreye servis verilecek veya değiştirilecek şekilde hava sızdırmaz damperler konulmalıdır.

3.5.4 Duman kanalları ve yangın damperleri

Duman kanalları hijyenik açıdan istenmeyen hava akışına izin vermeyecek şekilde yapılmalıdır.

Yangın damperlerinin 3. kademe filtreden sonra konulması mümkün değildir. I. sınıf odaların besleme kanallarına monte edilecek yangın damperleri tehlike anında kapandığında, diğer alanlara mikroorganizmaların taşınmasını önlemek için emme aspiratörlerini de durduracak şekilde birbiri ile bağlantılı olmalıdır.

3.5.5 Klima santralleri

Santraller kolayca müdahale edilecek bir yere monte edilmelidirler. Ancak müdahale için I. sınıf odalara bakım ve işletme personelinin girişi söz konusu olamaz. Bakım ve işletme personeli sadece 3. kademe filtrelerin bakımı veya değiştirilmesi amacıyla bu sınıftaki odalara girebilir.

Santral bileşenleri kanallardan beklenen tüm özellikleri sağlamalı, temizlik ve bakımları en kolay yapılabilecek şekilde dizayn ve monte edilmelidir. Bu amaçla,

- Santrallerin iç yüzeyleri düzgün ve temizlenmesi kolay olmalıdır (tercihen paslanmaz çelik),
- Santralin içindeki parçalar kolayca dışarıya alınabilecek şekilde kızaklı yapılmalıdır,
- Santrallerin en azından fan, filtre, nemlendirici, kurutucu hücrelerinin kapıları üzerinde gözetleme delikleri ve hücrelerin içinde de aydınlatma lambaları bulunmalıdır,
- Santrallerin bütün hücreleri kapılı olmalıdır,
- Santrallerin hücre kapakları hava sızdırmaz olmalıdır (DIN V24194 Kısım 2 Sınıf II)

3.5.5.1 Hava filtreleri

1. ve 2. filtre kademeleri için filtre malzemeleri nem etkisine dirençli olmalı ve akış direnci olumsuz etkilenmemelidir.

Toz filtre elemanları filtre gövdesine sıkı şekilde monte edilmeli, kontrol deliği kullanılması halinde 2000 Pa basınçta kontrol deliğinden kaçan hava miktarının, filtrenin anma debisinin %0,003'ünü geçmediği kanıtlanmalıdır.

Toz filtrelerinde yoğuşma sıcaklığının altına düşülmemeli ve filtre malzemesinden geçen havanın bağıl nemi %95'i geçmemelidir. Filtre direncinin fazla yükselmemesi için ise bağıl nem %90'ın üzerinde tutulmalıdır.

Her bir filtre kademesinde işletme şartlarını izlemek için diferansiyel basınç manometresi takılmalıdır. Filtrelerin üzerinde imalatçı tarafından filtre sınıfı, filtre akışkanının cinsi, başlangıç ve kabul edilebilir son diferansiyel basınçları gösteren bir etiket yerleştirilmelidir. İşletmeci tarafından ise aynı etiketin üzerine son filtre değişim günü işlenebilir.

3.5.5.2 Vantilatör

Basma vantilatörü 1. ve 2. kademe filtrelerin arasına yerleştirilmeli ve vantilatörde su oluşumu önlenmelidir.

3.5.5.3 Nemlendirici

Nemlendirici 2. kademe filtreden önce yerleştirilmelidir. Nemlendiriciler, basma hattında nemlendiriciden sonra damlacık oluşmayacak ve nemlendirme mesafesinin sonunda bağıl nem %90'ı geçmeyecek şekilde tesis edilmelidir.

Buharlı nemlendirmede, buhar sağlığa zararlı maddeler içermemeli ve su püskürtmeli nemlendirmede ise basma havasının kalitesi kimyasal maddelerle bozulmamalıdır. Mikrobiyolojik kaliteye bağlı olarak nemlendirme suyu en az içme suyu kalitesinde olmalıdır.

Nemlendirme sistemi kullanım amacına uygun olarak korozyona dayanıklı ve kolay temizlenebilir olmalıdır.

3.5.5.4 Nem alıcı hava soğutucuları

Nem alacak hava soğutucuları 2. kademe filtreden önce yerleştirilmelidir. Hava soğutucuların konstrüksiyonu yoğuşma sularını çok iyi atacak şekilde olmalı, yoğuşma

tavaları ve yeterli büyüklükte drenaj olmalıdır. Bütün ıslak bölgeler dezenfekte edilebilmelidir. İşletme halinde ya da sistem durdurulduğunda yoğuşma suyu drenajından katı, sıvı ve gaz şeklindeki kirliliğin basma havasına girmesi önlenmelidir. Yoğuşma suyu drenajı kesinlikle doğrudan doğruya pis su borusuna bağlanmamalıdır.

3.5.5.5 Eliminatör plakaları

2. kademe filtreden önce yerleştirilmeli, temizlik ve dezenfeksiyon için kolayca ulaşılabilir ve korozyona dayanıklı malzemeden imal edilmelidir. Nemlendirici ya da soğutucu serpantinden sisteme damlacık sürüklenmesini engellemelidir.

3.5.5.6 Susturucular

Susturucuların hava ile temas eden yüzeyleri aşınma ve çürümeye dayanıklı olmalı ve su tutmamalıdır. Susturucular mekanik darbelere karşı delikli sac veya örgülü tel ile korunmalıdır. Taze hava tarafındaki susturucular 1. kademe filtreden sonra ve vantilatörden önce yerleştirilmelidir. Üfleme havası susturucuları ise 2. kademe filtreden önce monte edilmelidir. Gerekli olduğu hallerde 3. kademe filtreden önce kanal tipi susturucular da kullanılabilir.

3.5.5.7 Menfezler

Temizlik ve dezenfeksiyon açısından menfezler kolay ulaşılabilir ve sökülebilir olmalıdır.

Ameliyathanelerdeki basma menfezleri, oda havasının tekrar içine kaçmasını önleyecek yapıda olmalıdır.

Ameliyathanelerdeki egzost havasının 1200 m³/h'i döşeme seviyesinden, geri kalan kısmı da tavana yakın yerden atılmalıdır. Egzost menfezlerinin alt ucu döşemeden birkaç cm yukarıda olmalıdır.

3.5.6 Ameliyathanelerde klima sistemleri

3.5.6.1 Klima sistemlerinin fonksiyonları

Ameliyathanelerde klima sistemi aşağıdaki fonksiyonları yerine getirmelidir:

- Ameliyat masasının üzeri ve alet masası gibi özel koruma gerektiren alanlarda (korunmuş bölgelerde) havadaki mikroorganizma konsantrasyonunu belirlenen sınırların altında tutmalıdır,
- Odalar arasında gerekli ve doğru yöndeki hava akışını sağlamalıdır,
- İnsanların bulunduğu bölgede, atık anestezi gaz konsantrasyonunu ve diğer malzeme yüklerini belirlenen sınırlar içinde tutmalıdır,
- Oda şartlarını sürdürmelidir (ısı ve malzeme yüklerini almalıdır).

3.5.6.2 Üfleme hava sistemleri ve debileri

Ameliyathanelerde, en azından ameliyat masasının üzerinde laminar akımlı havalandırma sistemi istenir. Laminar akımlı hava sistemi kullanıldığında, odadaki mikrop konsantrasyonu ekibin sayı ve disiplinine de bağlı olarak 100-500 CFU/m³'den 10 CFU/m³ seviyelerine indirilebilir ve bu da hastanın maruz kalabileceği enfeksiyon riskini %50 oranında azaltır. Ameliyat sırasında korunmuş bölgedeki hava içerisinde kabul edilebilir maksimum mikrop konsantrasyonu 20 CFU/m³'tür.

DIN 1946/4'e göre ameliyathaneler A ve B tipi olarak ikiye ayrılmıştır. A tipi ameliyathaneler çok yüksek seviyede steril şartlar gerektirir ve bu ameliyathanelerde havalandırma sistemi laminar akımlı olmalıdır (örneğin transplantasyon, açık kalp ameliyatları, ortopedi ameliyatları, plastik cerrahi vb.). B tipi ameliyathaneler de yüksek seviyede steril şartlar gerektirir ve havalandırma sistemi karışık akımlı ya da laminar akımlı olabilir.

Karışık akımlı bir ameliyathanede minimum üfleme debisi 2400 m³/h olmalıdır. Ameliyathanelerde minimum taze hava debisi ise 1200 m³/h olmalıdır.

3.5.7 Ameliyathane klima sistemlerinin normal kullanma saatleri dışında çalışması

Temel olarak sistem günde 24 saat çalıştırılarak odalar arasındaki doğru yönlü hava akışı sürdürülmelidir. Odalar kullanılmadığında kapılar, servis pencereleri, flaplar vb. sıkıca kapatılmalıdır. Bu şartlarda fan debileri %50 oranında azaltılıp soğutma ve nemlendirme durdurulabilir. Pozitif basınçlı odalarda üfleme fanı durdurulduğunda egzost fanı da otomatik olarak durdurulmalıdır.



4. HASTANE BİNASI UYGULAMA PROJESİ

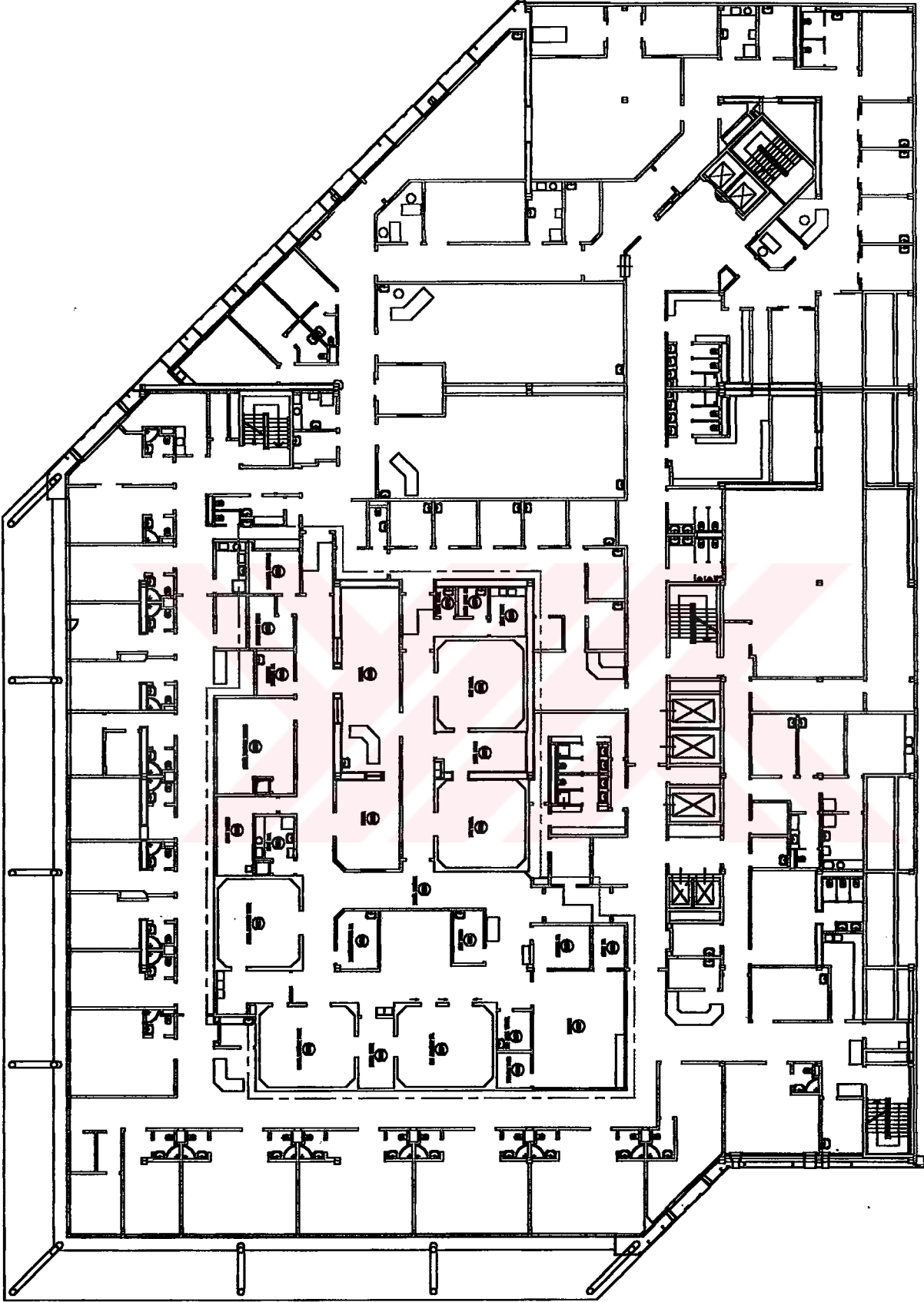
4.1 Hastane Binasının Tarifi

Hastane Binası, Bayındır Holding Batı Turizm Merkezi Projesi'nin bir parçasıdır. İstanbul Beylikdüzü'nde inşa edilmekte olan bina yaklaşık olarak 20000 m² kapalı alana sahiptir. Üç tarafı serbest olan binada 2 bodrum, 1 zemin ve 3 normal kat olmak üzere toplam 6 kat mevcuttur. İki kat döşemesi arasındaki yükseklik 5.4 m'dir ve bunun 2.7 m'lik kısmı asma tavan için ayrılmıştır.

Steril hacimler ise binanın zemin, ikinci ve üçüncü katlarına dağılmış olmakla birlikte asıl olarak ikinci katta bulunmaktadır. Konumuz dahilindeki ameliyathaneler, uyanma hacimleri, steril koridor ve diğer yardımcı hacimler de yine aynı kattadır. Çizelge 4.1 bu hacimlerin mahal numaraları ve isimlerini içermektedir. Steril hacimlerin kat planındaki yerleşimleri ise Şekil 4.1'de kesikli çizgi ile işaretlenmiştir.

Çizelge 4.1 Steril hacimler

Mahal No	Mahal Adı	Mahal No	Mahal Adı
2047	Genel Ameliyathane 2	2074	Temiz Malzeme Odası
2048	Cihaz Deposu	2075	Kirli Oda
2049	Kirli Oda	2095	Cihaz Odası
2050	Steril Malzeme Deposu	2096	Kontrol Odası
2052	Sorumlu Hemşire	2097	Koridor
2053	Doktorlar Odası	2101	Film Banyo
2054	Personel Dinlenme	2101A	Perfüzyonistler
2066	Uyanma	2102	Genel Ameliyathane 1
2067	Uyanma	2103	Pompa Odası
2069	Day Genel Ameliyathane 1	2104	KVC Ameliyathane
2070	Anestezi	2105	Kateter Malzeme Yıkama
2071	Day Genel Ameliyathane 2	2106	Kateter Depo
2073	Temizlik Odası	2107	Kateter



Şekil 4.1 Steril hacimlerin kat planındaki yerleşimleri

4.2 Uygulanan Havalandırma Tesisatının Esasları

4.2.1 Mahallerin temizlilik sınıflarının ve klima santrallerinin belirlenmesi

Steril bölgeyi oluşturan mahaller Çizelge 3.1 esas alınarak iki temizlilik sınıfına ayrılmıştır. Buna göre ameliyathanelerin tamamı, anestezi ve pompa odaları I. sınıfta yer alırken, geriye kalan hacimler II. sınıfa dahil edilmiştir.

Mahallerin temizlilik sınıflarına göre yapılan bu ayırım dikkate alınarak I. ve II. sınıf hacimlere iki klima santrali ile şartlandırma işlemi yapılması uygun görülmüştür. Burada farklı olarak uyanma hacimleri de ameliyathaneler ile aynı santrale bağlanmıştır. Tesis edilen santraller,

- Uyanma Hacimleri-Ameliyathaneler Klima Santrali,
- Steril Koridor ve Çevresi Klima Santrali'dir.

Santrallerin her ikisi de yine aynı kattaki bir teknik hacme yerleştirilmiş olup her iki santral de birbirinden farklı karakterdeki mahallere hizmet verdiği için hijyenik açıdan %100 dış havalı olacak şekilde tasarlanmıştır (Ek 11, Ek 12).

4.2.2 Mahallerin dizayn şartları

Tüm mahallerde yaz veya kış ayırımı yapılmaksızın iç sıcaklık 22 °C ve bağıl nem ise %50 olarak tayin edilmiştir.

4.2.3 Havanın veriş ve toplanış şekli

Havanın veriş ve toplanış şekli mahallerin özelliğine göre değişiklik göstermektedir.

Ameliyathanelerde hava, ameliyat masasının üzerinde bulunan ve tavana yerleştirilmiş bir üfleme plenumu vasıtasıyla üflenmektedir. Üfleme havasının toplanması ise ameliyathanenin

her bir köşesinden, hem tavana yakın mesafeye hem de döşemeye yakın mesafeye yerleştirilmiş emici menfezler vasıtası ile yapılmaktadır.

Ameliyathaneler dışındaki tüm hacimlerde ise havanın üflenmesi ve toplanması tavana yerleştirilmiş menfezler ile sağlanmaktadır.

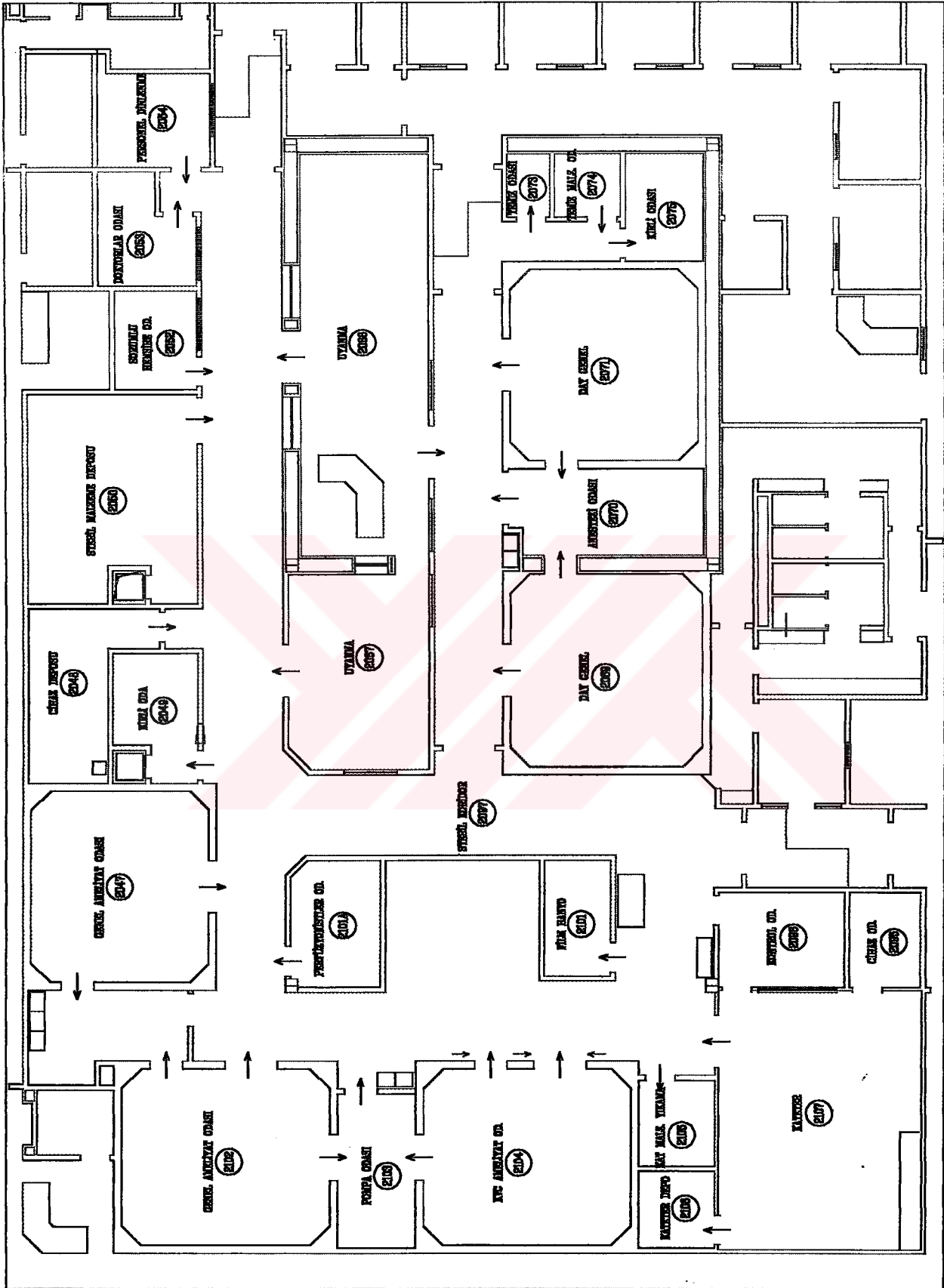
4.2.4 Havanın filtrelenmesi

I. sınıf mahallere üflenene havaya üç kademeli filtreleme, II sınıf mahallere üflenene havaya ise iki kademeli filtreleme uygulanmıştır. Her bir filtre kademesinde kullanılan filtre sınıfları ve filtrelerin tesisattaki konumları ise şöyledir,

- 1. Kademe filtre : EU2 sınıfı panel filtre ve EU4 sınıfı torba filtre; santral taze hava girişine,
- 2. Kademe filtre : EU7 sınıfı torba filtre; santral üfleme kanalı çıkışına,
- 3. Kademe filtre : S sınıfı HEPA filtre; I. sınıf odaların tavanındaki plenumlarda veya filtre kutularında.

4.2.5 Hacimlerin basınçlandırılması

Hacimlerin basınçlandırılması üfleme havası miktarı ile egzost havası miktarı arasında üfleme havası lehine %15 fark yaratılarak sağlanmıştır. Temiz oda teknolojisinde temiz oda ile çevresi arasında genel olarak 12 Pa basınç farkı uygulanır. Bu rakam farklı sınıflardaki temiz odalar arasında da aynen geçerlidir. Hastane binasının steril hacimleri arasındaki basınç ilişkisi ve buna bağlı olarak oluşturulan hava akışı yönleri Şekil 4.2’de görülmektedir. Hava akışı ameliyathaneler, pompa ve anestezi odaları, uyanma hacimleri ile diğer yan hacimlerden steril koridora, steril koridordan da steril olmayan diğer hastane bölümlerine olacak şekilde düzenlenmiştir.



Şekil 4.2 Steril hacimler arasındaki hava akışı

4.2.6 Gürültü seviyesi

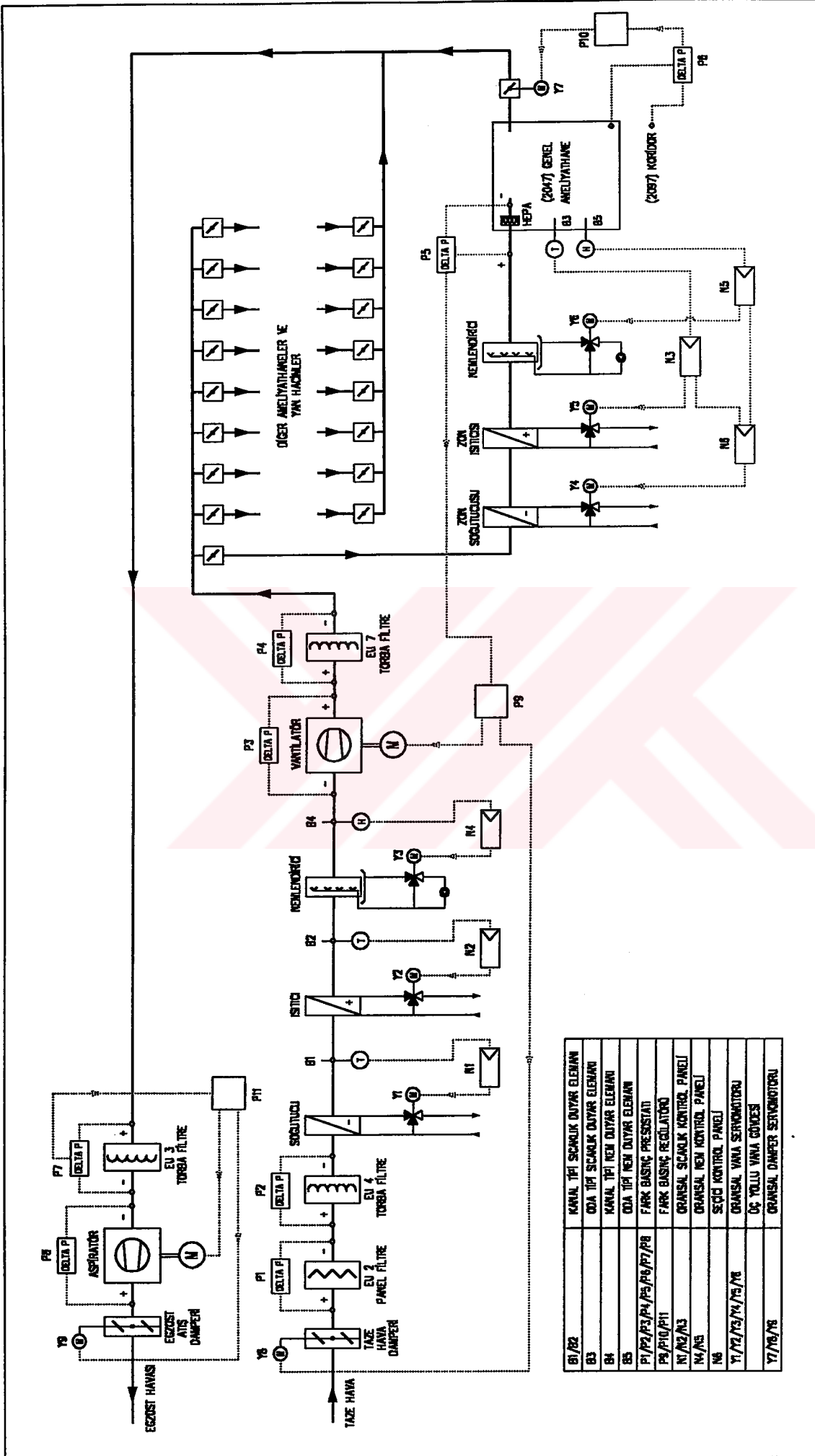
Tüm steril hacimlerde maksimum gürültü seviyesi 40 dBA olarak kabul edilmiştir. Bu sınır değerın uygulanabilmesi için de santrallerde üfleme kısmında vantilatörden sonra ve egzost kısmında aspiratörden önce susturucular kullanılmıştır.

4.2.7 Otomatik kontrol sistemi

4.2.7.1 Uyanma hacimleri-ameliyathaneler otomatik kontrol sistemi

Uyanma hacimleri-ameliyathaneler otomatik kontrol prensip şeması Şekil 4.3'te görülmektedir. Şekilden de anlaşılacağı üzere sistemde uygulanan otomatik kontrol; klima santrali ve üfleme kanalları üzerindeki olmak üzere iki kısma ayrılmaktadır.

Santral üzerinde sıcaklık, nem ve basınç kontrolü yapılmaktadır. Burada B1 ve B2 kanal tipi sıcaklık duyar elemanları ile hava sıcaklıkları ölçülmekte, ölçülen değer N1 ve N2 sıcaklık kontrol panellerinde önceden belirlenmiş sıcaklıklarla kıyaslanarak Y1 ve Y2 oransal vana servomotorları kontrol edilmektedir. Y1 ve Y2 oransal vana servomotorları ile ısıtıcı ve soğutucu serpantinlere giden ısıtıcı ve soğutucu akışkan debileri ayarlanmaktadır. Bu kısımdaki nem kontrolünde ise yine kanal tipi nem duyar elemanı B4'ün ölçüm değeri ile önceden ayarlanmış değer, N4 oransal nem kontrol paneli tarafından karşılaştırılmakta ve Y3 oransal vana servomotoru vasıtasıyla nemlendiriciye giden su debisi kontrol edilmektedir. P1, P2 ve P4 fark basınç presostatları ise ilgili oldukları filtrelerin kirlenmesini kontrol etmekle görevlidir. Bunlar filtrelerin giriş ve çıkışlarındaki basınç farkını tespit ederek basınç düşümünün belirlenmiş maksimum bir değerin üzerine çıkması halinde sesli ve ışıklı uyarı verilmesini sağlarlar. P3 fark basınç presostatının görevi ise hava debisinin, yani vantilatörün çalışmasını kontrol etmektir. Vantilatörün giriş-çıkışı arasındaki fark basıncının istenen değerin altına düşmesi halinde sesli ikaz verilir.



Şekil 4.3 Uyanma hacimleri-ameliyathaneler otomatik kontrol prensip şeması

Kanallar üzerindeki otomatik kontrolde ise yine sıcaklık, nem ve basınç kontrolü yapılmaktadır. Ancak buradaki fark, sıcaklık ve nem ölçümlerinin her bir bransman hava kanalının hizmet ettiği temiz odanın içerisinde yapılmasıdır. Bu klima santrali hacimlerinin daha kritik özelliklere sahip olması nedeniyle her bir oda için ilave kanal tipi ısıtıcı-soğutucu serpantinler ve nemlendiriciler öngörülmüştür. Her bir temiz odanın içerisinde yapılan ölçümler ise yalnızca kendisine hizmet eden bransman kanal üzerindeki ısıtıcı-soğutucu ve nemlendiriciyi etkilemektedir. Şekil 4.3'te sembolik olarak sadece 2047 nolu Genel Ameliyathane'ne için tasarlanan kontrol verilmiştir. Burada görülen kontrol sisteminin aynı santralin hizmet ettiği tüm diğer mahallerin bransman kanallarında da mevcuttur. Sıcaklık kontrolünde B3 oda tipi sıcaklık duyar elemanı ile tespit edilen değer, N3 oransal sıcaklık kontrol paneline iletilir ve burada ayar değeri ile karşılaştırılır. Bunun sonucunda ihtiyaca göre ya Y5 oransal vana servomotoru ya da N6 seçici kontrol paneli vasıtasıyla Y4 oransal vana servomotoruna kumanda edilerek üfleme sıcaklığı gereken değere ayarlanır. Diğer taraftan, oda tipi nem duyar elemanı B5'in ölçtüğü değer ise N5 oransal nem kontrol paneli tarafından ayar değeriyle karşılaştırılarak Y6 oransal vana servomotoruna veya N5 seçici kontrol paneli vasıtasıyla Y4 oransal vana servomotoruna kumanda edilir. Burada seçici panel N6 daima en kuvvetli sinyalin Y4 oransal vana servomotoruna ulaştırılmasını, yani soğutucu akışkan debisinin her zaman en kuvvetli sinyale göre ayarlanmasını temin eder. Yine aynı hattaki P5 fark basınç presostatı ise HEPA filtre kirlilik kontrolünden sorumludur. HEPA filtrenin kirlenmesi sistemdeki basınç ayarlarını değiştireceğinden ve her mahalle verilmesi gerekli hava debisinin sabit olması gerektiğinden HEPA filtre basınç düşümündeki değişiklikler sürekli izlenmekte ve elde edilen ölçümlere göre P9 fark basınç regülatörü aracılığıyla vantilatör frekans konvertörüne kumanda edilmektedir. HEPA filtre kirlendikçe fark basınç regülatörü tarafından vantilatör motorunun devri arttırılmakta ve sabit hava debisi elde edilmektedir. HEPA filtrede P5 fark basınç presostatı tarafından ölçülen basınç düşümü sınır değeri aştığında ise HEPA filtrenin değiştirilmesi gereklidir.

Temiz odaların içerisindeki pozitif basıncın temininde ise egzost havası debisinin ihtiyaca göre değiştirilmesi yöntemi kullanılmıştır. Burada temiz ve daha az temiz mahaller arasına P6 fark basınç presostatı yerleştirilmiştir. P6 fark basınç presostatı, uyanma hacimleri-ameliyathaneler klima santralinin hizmet ettiği hacimler ile 2097 nolu koridor arasındaki fark

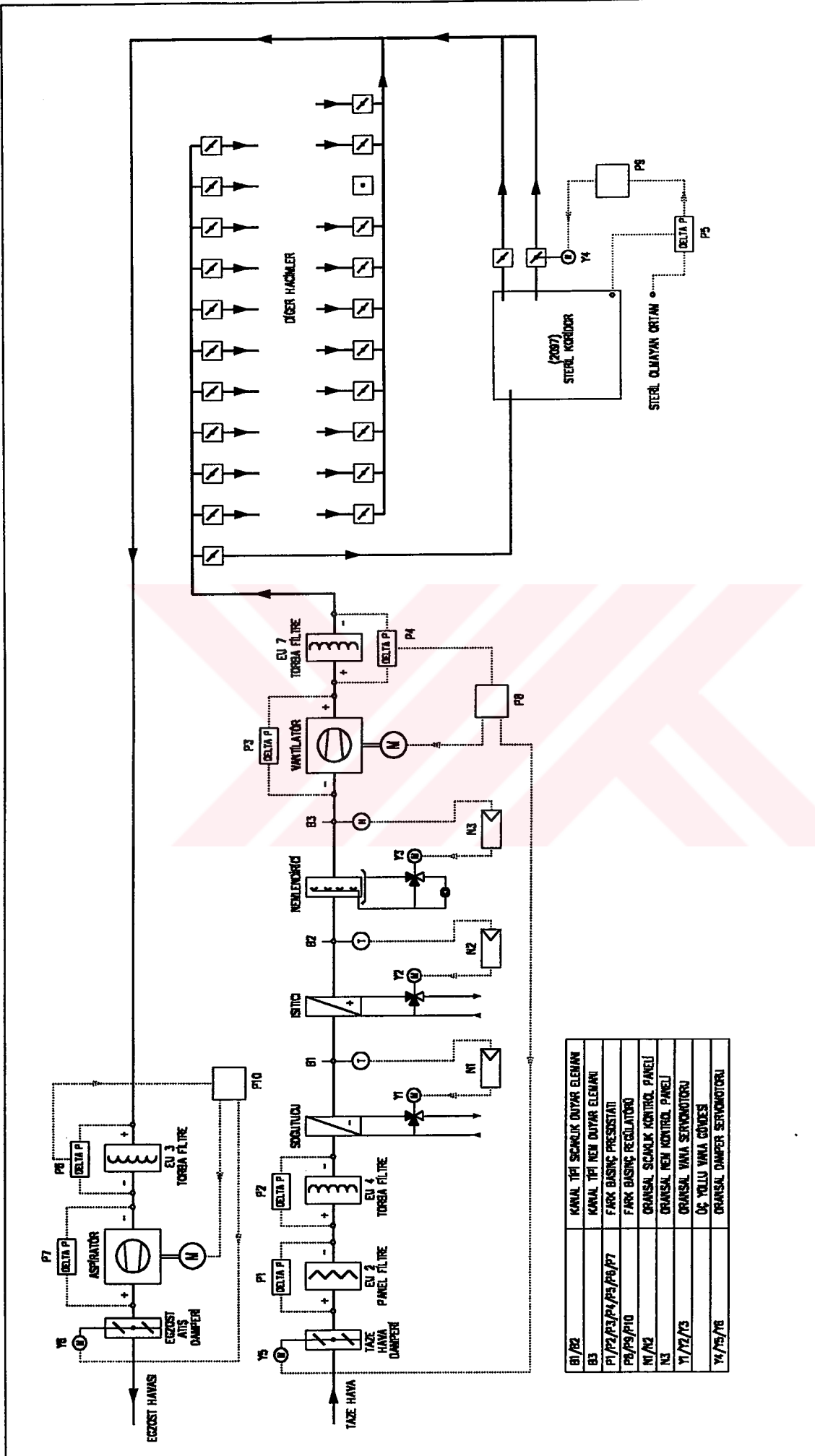
basıncını tespit eder. Ölçülen fark basıncı P10 fark basınç regülatörü tarafından ayar değeri ile kıyaslanarak Y7 oransal damper servomotoru aracılığı ile egzost damperi kontrol edilmektedir.

Egzost tarafında ise P8 fark basınç presostatı ile aspiratörün kontrolü yapılmaktadır. P7 fark basınç presostatı ile torba filtrenin kirlilik kontrolü yapılmakta ve P11 fark basınç regülatörü tarafından aspiratör frekans konvertörüne kumanda edilmektedir. Filtre kirlendikçe frekans konvertörü tarafından aspiratör motoru devri arttırılarak egzost havası debisi sabit tutulmaktadır.

4.2.7.2 Steril koridor ve çevresi otomatik kontrol sistemi

Steril koridor ve çevresi otomatik kontrol prensip şeması Şekil 4.4'te görülmektedir. Sistemde sıcaklık, nem ve basınç kontrolü yapılmaktadır. Burada B1 ve B2 kanal tipi sıcaklık duyar elemanları ile hava sıcaklıkları ölçülmekte, ölçülen değer N1 ve N2 sıcaklık kontrol panellerinde önceden belirlenmiş sıcaklıklarla kıyaslanarak Y1 ve Y2 oransal vana servomotorları kontrol edilmektedir. Y1 ve Y2 oransal vana servomotorları ile ısıtıcı ve soğutucu serpantinlere giden ısıtıcı ve soğutucu akışkan debileri ayarlanmaktadır. Nem kontrolünde ise yine kanal tipi nem duyar elemanı B3'ün ölçüm değeri ile önceden ayarlanmış değer, N3 oransal nem kontrol paneli tarafından karşılaştırılmakta ve Y3 oransal vana servomotoru vasıtasıyla nemlendiriciye giden su debisi kontrol edilmektedir. P1, P2 ve P4 fark basınç presostatları ise ilgili oldukları filtrelerin kirlenmesini kontrol etmekle görevlidir. Bunlar filtrelerin giriş ve çıkışlarındaki basınç farkını tespit ederek basınç düşümünün belirlenmiş maksimum bir değer üzerinde çıkması halinde sesli ve ışıklı uyarı verilmesini sağlarlar. P3 fark basınç presostatının görevi ise hava debisinin, yani vantilatörün çalışmasını kontrol etmektir. Vantilatörün giriş-çıkışı arasındaki fark basıncının istenen değer altına düşmesi halinde sesli ikaz verilir.

Bu sistemde hacimlerin daha az kritik özelliklere sahip olması nedeniyle her bir mahal için ilave kanal tipi ısıtıcı-soğutucu serpantinler ile nemlendiriciler öngörülmemiştir.



Şekil 4.4 Steril koridor ve çevresi otomatik kontrol prensip şeması

Temiz odaların içerisindeki pozitif basıncın temininde ise egzost havası debisinin üfleme havasına göre daha az tespiti ve fazla havanın 2097 nolu koridordan çekilmesi yöntemi uygulanmıştır. Burada temiz ve daha az temiz mahaller arasında P5 fark basınç presostatı yerleştirilmiştir. P5 fark basınç presostatı, koridor ile steril olmayan bir hacim arasındaki fark basıncını tespit eder. Ölçülen fark basıncı, P9 fark basınç regülatörü tarafından ayar değeri ile kıyaslanmakta ve Y4 oransal damper servomotoru aracılığı ile egzost damperi kontrol edilmektedir. Steril koridor ve çevresi otomatik kontrol sisteminde yalnızca steril koridorun emici kanallarında kontrol edilebilir damperler vardır.

Egzost tarafında ise P7 fark basınç presostatı ile aspiratörün kontrolü yapılmaktadır. P6 fark basınç presostatı ile torba filtrenin kirlilik kontrolü yapılmakta ve P10 fark basınç regülatörü tarafından aspiratör frekans konvertörüne kumanda edilmektedir. Filtre kirlendikçe frekans konvertörü tarafından aspiratör motoru devri artırılarak egzost havası debisi sabit tutulmaktadır.

4.3 Proje Hesapları

4.3.1 Isı kazancı hesapları

Şekil 4.1'de de görüldüğü üzere steril hacimlerin tamamı birer iç hacim niteliğinde olup bu durumda ısı kazancı hesapları açısından dış hava yükünden çok iç ısı yükleri önem kazanmaktadır. Her hacim için kabul edilen iç yükler ve ısı kazancı açısından gerekli diğer tüm veriler Ek 1'de verilmiştir. Ek 1'deki veriler kullanılarak yapılan hesaplarda Carrier E20-II / HAP v3.23 programı kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar ise Ek 2'de verilmiştir. Çizelge 4.2'de ise tüm hacimler için hesaplanan ısı kazançları toplu şekilde görülmektedir.

Çizelge 4.2 Mahallere göre hesaplanan gizli ve duyulur ısı kazançları

Mahal No	Duyulur Isı Kazancı (kj/h)	Gizli Isı Kazancı (kj/h)	Mahal No	Duyulur Isı Kazancı (kj/h)	Gizli Isı Kazancı (kj/h)
2047	22633,2	1494	2074	273,6	-
2048	1346,4	298,8	2075	565,2	-
2049	630	-	2095	817,2	-
2050	2217,6	-	2096	2145,6	597,6
2052	831,6	298,8	2097	19047,6	597,6
2053	925,2	298,8	2101	864	298,8
2054	1342,8	597,6	2101A	1659,6	896,4
2066	4989,6	1494	2102	22824	1494
2067	2404,8	597,6	2103	6458,4	-
2069	22824	1494	2104	22824	1494
2070	10195,2	1494	2105	410,4	-
2071	22766,4	1494	2106	367,2	-
2073	176,4	-	2107	6984	597,6

4.3.2 Isı kaybı hesapları

Hastane binasındaki steril hacimler, kat planından da anlaşılacağı gibi, dış hava ile temasta herhangi bir yapı bileşeni olmayan iç hacimlerdir (Şekil 4.1). Bu nedenle ısı kaybı hesaplarına gerek yoktur.

4.3.3 Üfleme ve egzost havası debileri ile menfez boyutlarının hesabı

Ameliyathaneler ve bunlarla doğrudan bağlantılı pompa ve anestezi odalarında üfleme havası debisi hesabında saatte 25 hava değişimi, uyanma hacimlerinin üfleme havası debisi hesabında ise saatte 15 hava değişimi kabul edilmiştir. Steril koridor ve diğer hacimler için ise saatte 10-15 hava değişimi öngörülmüştür.

Her hacimden egzost edilen hava debisinin hesabında ise Şekil 4.2'de belirtilen hava akışını temin edecek basınç farklarını oluşturacak şekilde kabuller yapılmıştır.

Çizelge 4.3 Uyanma hacimleri-ameliyathaneler klima santrali hacimlerinin üfleme ve egzost havası debileri ile menfez ebatları

MAHAL NO	MAHAL ADI	MAHAL DEBİ HESABI						ÜFLENEN HAVA						EMİLEN HAVA					
		ALAN (m ²)	YÜKSEKLİK (m)	HACİM (m ³)	HAVA DEĞİŞİMİ	HESAPLANAN (m ³ /h)	SEÇİLEN (m ³ /h)	KAT DEBİSİ (m ³ /h)	MENF. ADEDİ	MENF. BAŞINA (m ³ /h)	KENAR 1 (cm)	KENAR 2 (cm)	HIZ (m/s)	KAT DEBİSİ (m ³ /h)	MENF. ADEDİ	MENF. BAŞINA (m ³ /h)	KENAR 1 (cm)	KENAR 2 (cm)	HIZ (m/s)
2047	Genel Ameliyathane 2	30,81	3,0	92,4	25	2310,75	2500	17300	1	2500	240	140	0,21	1000	4	250	50	10	1,39
2066	Uyanma	48,52	2,6	126,2	15	1892,28	2000		4	500	30	25	1,85	1700	4	425	30	25	1,57
2067	Uyanma	25,17	2,6	65,4	15	981,63	1000		2	500	30	25	1,85	850	2	425	30	25	1,57
2069	Day Genel Ameliyathane 1	33,46	3,0	100,4	25	2509,5	2500		1	2500	240	140	0,21	1000	4	250	50	10	1,39
2070	Anestezi	15,32	3,0	46,0	25	1149	1100		1	1100	60	60	0,85	1000	2	500	30	25	1,85
2071	Day Genel Ameliyathane 2	32,66	3,0	98,0	25	2449,5	2500		1	2500	240	140	0,21	1000	4	250	50	10	1,39
2102	Genel Ameliyathane 1	33,47	3,0	100,4	25	2510,25	2500		1	2500	240	140	0,21	1000	4	250	50	10	1,39
2103	Pompa Odası	11,10	3,0	33,3	25	832,5	700		1	700	60	60	0,54	600	2	300	30	15	1,85
2104	KVC Ameliyathane	33,47	3,0	100,4	25	2510,25	2500		1	2500	240	140	0,21	1000	4	250	50	10	1,39
														1200	4	300	50	10	1,67

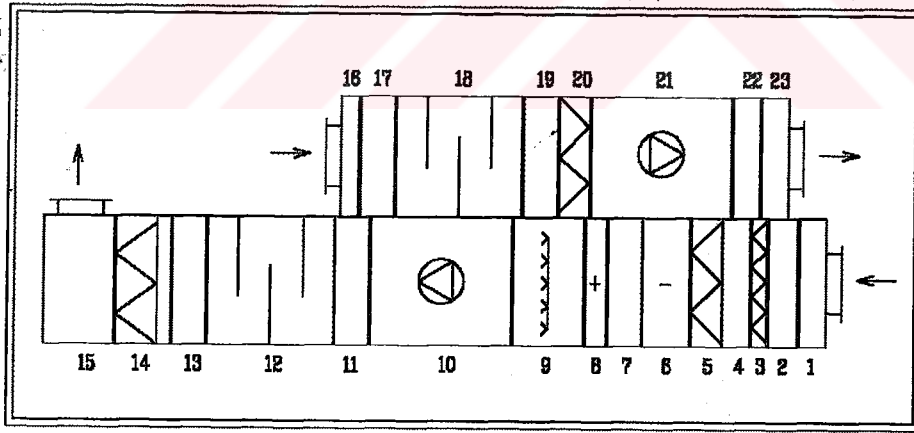
Üfleme ve egzost emiş menfezlerinin ebatlarının hesaplanmasında üfleme için maksimum 1,85 m/s, egzost için ise maksimum 2 m/s hava kabul edilmiştir. Ameliyathanelerde üfleme hızı ise 0.21 m/s'dir.

Tesisatta kullanılan her bir santralin hizmet ettiği hacimlere ait üfleme ve egzost havası debileri ile bu hacimlerde kullanılan üfleme ve egzost emiş menfezlerinin sayıları ve ebatları Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Her hacmin üfleme ve egzost havası debilerine göre tasarlanan üfleme ve egzost havası kanallarının kat planındaki dağılımları ve boyutları her bir santral için ayrı ayrı olmak üzere Ek 11 ve Ek 12'de verilmiştir.

4.3.4 Klima santrallerinin tasarımı

Klima santralleri %100 dış havalı ve çift katlı olarak tasarlanmıştır. Tipik santral şeması Şekil 4.5'te görülmektedir.



Şekil 4.5 Tipik klima santrali şeması

Şekil 4.5'teki şemada,

- | | | |
|--------------------------|---------------------|---------------------|
| 1. Damperli emiş hücresi | 2. Boş hücre | 3. EU2 panel filtre |
| 4. Boş hücre | 5. EU4 torba filtre | 6. Soğutucu |
| 7. Boş hücre | 8. Isıtıcı | 9. Nemlendirici |

10. Ventilatör	11. Boş hücre	12. Susturucu
13. Boş hücre	14. EU7 torba filtre	15. Damperli atış hücresi
16. Damperli emiş hücresi	17. Boş hücre	18. Susturucu
19. Boş hücre	20. EU3 torba filtre	21. Aspiratör
22. Boş hücre	23. Damperli atış hücresi' dir.	

4.3.5 Klima santralleri hesapları

4.3.5.1 Isıl hesaplar

4.3.5.1.1 Uyanma hacimleri-ameliyathaneler klima santrali ısı hesapları

Klima santrali üfleme ve egzost hava debileri Çizelge 4.3'e göre belirlenmiştir. Ventilatör ve aspiratör toplam basma yükseklikleri ise Ek 3'ten alınmıştır. Buna göre,

Ventilatör hava debisi,	$V_h = 17300 \text{ m}^3/\text{h}$,
Ventilatör basma yüksekliği,	$H = 137,1 \text{ mmSS}$
Aspiratör hava debisi,	$V_h = 15150 \text{ m}^3/\text{h}$,
Aspiratör basma yüksekliği,	$H = 52,5 \text{ mmSS}$

Dış hava şartları ;

Yaz için,

Kuru Termometre, $KT = 33 \text{ }^\circ\text{C}$

Bağıl Nem, $\phi = \% 47,7$

Yaş Termometre, $YT = 24 \text{ }^\circ\text{C}$

Özgül Nem, $x = 15,128 \text{ g SB/kg KH}$

Özgül Hacim, $v = 0,8889 \text{ m}^3/\text{kg}$

Entalpi, $i = 71,927 \text{ kJ/kg}$

Kış için,

Kuru Termometre, $KT = -3 \text{ }^\circ\text{C}$

Bağıl Nem, $\phi = \% 90$

Yaş Termometre, $YT = -3,483 \text{ }^\circ\text{C}$

Özgül Nem, $x = 2,704 \text{ g SB/kg KH}$

Özgül Hacim, $v = 0,7691 \text{ m}^3/\text{kg}$

Entalpi, $i = 3,735 \text{ kJ/kg}$

İç hava şartları ;

Yaz için,

Kuru Termometre, $KT = 22 \text{ }^\circ\text{C}$

Bağıl Nem, $\phi = \% 50$

Yaş Termometre, $YT = 15,4 \text{ }^\circ\text{C}$

Özgül Nem, $x = 8,241 \text{ g SB/kg KH}$

Özgül Hacim, $v = 0,8477 \text{ m}^3/\text{kg}$

Entalpi, $i = 43,055 \text{ kJ/kg}$

Kış için,

Kuru Termometre, $KT = 22 \text{ }^\circ\text{C}$

Bağıl Nem, $\phi = \% 50$

Yaş Termometre, $YT = 15,4 \text{ }^\circ\text{C}$

Özgül Nem, $x = 8,241 \text{ g SB/kg KH}$

Özgül Hacim, $v = 0,8477 \text{ m}^3/\text{kg}$

Entalpi, $i = 43,055 \text{ kJ/kg}$

Yaz kliması hesapları;

Isı kazançları;

Duyulur ısı kazancı, $Q_D = 137919,6 \text{ kJ/h}$

Gizli ısı kazancı, $Q_G = 11052 \text{ kJ/h}$

Dış hava ısısı;

$$DHDI = \frac{V_h}{v} \cdot c_p \cdot (t_d - t_i) = \frac{17300}{0,8889} \cdot 1,02 \cdot (33 - 22) = 218366,52 \text{ kJ/h}$$

$$h_{fg} = 2501 + 1,805 \cdot 33 - 4,186 \cdot 33 = 2422,42 \text{ kJ/kg}$$

$$DHGI = \frac{V_h}{v} \cdot h_{fg} \cdot (x_d - x_i) = \frac{17300}{0,8889} \cdot 2422,42 \cdot (15,128 - 8,241) \cdot 10^{-3} = 324692,84 \text{ kJ/h}$$

Fan duyulur ısısı;

$$\text{Fan duyulur ısısı, } Q_{FD} = \frac{H \cdot V_h}{\eta} = \frac{1371,4,8}{0,815} = 8074,6 \text{ W} = 29068,56 \text{ kJ/h}$$

Duyulur ısı oranı;

$$\text{Duyulur ısı oranı, } DIO = \frac{Q_D}{Q_D + Q_G} = \frac{137919,6}{137919,6 + 11052} = 0,93$$

Efektif duyulur ısı oranı;

$$\text{Efektif duyulur ısı oranı, } EDIO = \frac{Q_D + Q_{FD} + (BF \cdot DHDI)}{Q_D + Q_{FD} + (BF \cdot HDI) + Q_G + (BF \cdot DHGI)}$$

$$EDIO = \frac{137919,6 + 29068,56 + (0,05 \cdot 218366,52)}{137919,6 + 29068,56 + (0,05 \cdot 218366,52) + 11052 + (0,05 \cdot 324692,84)} = 0,865$$

EDIO = 0,865 ve iç hava şartları için $t_3 = t_{CCN} = 9,56 \text{ }^\circ\text{C}$ 'dir.

Fan çıkış sıcaklığı;

Fan çıkış sıcaklığı, $t_6 = 14,6 \text{ }^\circ\text{C}$ olarak kabul edilmiştir.

Fan giriş sıcaklığı;

$$\text{Fan giriş sıcaklığı, } t_5 = t_6 - \frac{Q_{FD} \cdot v}{c_p \cdot V_h} = 14,6 - \frac{29068,56 \cdot 0,823}{1,02 \cdot 17300} = 13,24 \text{ }^\circ\text{C}$$

Soğutucu çıkış sıcaklığı;

Soğutucu çıkış sıcaklığı, $t_4 = 11,4 \text{ }^\circ\text{C}$ olarak kabul edilmiştir.

Soğutucu kapasitesi;

$$\text{Soğutucu kapasitesi, } Q_s = V_h \cdot (i_2 - i_4) \cdot \rho = 17300 \cdot (71,927 - 31,634) \cdot 1,2 = 836482,68 \text{ kJ/h}$$

Isıtıcı kapasitesi;

$$\text{Isıtıcı kapasitesi, } Q_I = V_h \cdot \rho \cdot c_p \cdot (t_5 - t_4) = 17300 \cdot 1,2 \cdot 1,02 \cdot (13,24 - 11,4) = 38962,36 \text{ kJ/h}$$

Kış kliması hesapları;

Tüm mahaller şartlandırılmış ortamlarla komşu olduğundan ısı kaybı alınmamıştır.

Isıtıcı kapasitesi;

$$\text{Isıtıcı kapasitesi, } Q_I = V_h \cdot \rho \cdot c_p \cdot (t_3 - t_2) = 17300 \cdot 1,2 \cdot 1,02 \cdot (35,6 - (-3)) = 817362,72 \text{ kJ/h}$$

Sulu nemlendirici kapasitesi;

$$\text{Nemlendirici kapasitesi} = V_h \cdot \rho \cdot (x_1 - x_3) = 17300 \cdot 1,2 \cdot (8,241 - 2,704) \cdot 10^{-3} = 114,95 \text{ kg/h}$$

Zon ısıtıcı ve soğutucuları kapasitelerinin hesabı;

(2047-2069-2070-2071-2102-2103-2104) numaralı mahallerin zon ısıtıcı ve soğutucularının hesaplanmasında $\Delta t = 3 \text{ }^\circ\text{C}$ olarak alınmıştır.

$$\text{Soğutucu kapasitesi, } Q_s = V_h \cdot (i_g - i_\varphi) \cdot \rho = 2500 \cdot (34,981 - 31,922) \cdot 1,2 = 9177 \text{ kJ/h}$$

$$\text{Isıtıcı kapasitesi, } Q_I = V_h \cdot \rho \cdot c_p \cdot (t_\varphi - t_g) = 2500 \cdot 1,2 \cdot 1,02 \cdot (17,6 - 14,6) = 9180 \text{ kJ/h}$$

(2066-2067) numaralı mahaller için,

$$\text{Duyulur ısı kazancı, } Q_D = 7394,4 \text{ kJ/h} \quad \text{Gizli ısı kazancı, } Q_G = 2091,6 \text{ kJ/h}$$

$$\text{Menfez çıkış sıcaklığı, } t_m = t_1 - \frac{Q_D \cdot v}{c_p \cdot V_h} = 22 - \frac{7394,4 \cdot 0,825}{1,02 \cdot 3000} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

Zon ısıtıcı kapasitesinin hesaplanmasında $\Delta t = 8,4 \text{ }^\circ\text{C}$ olarak alınmıştır.

Zon soğutucusu kapasitesinin hesaplanmasında $\Delta t = 3 \text{ }^\circ\text{C}$ olarak alınmıştır.

$$\text{Soğutucu kapasitesi, } Q_s = V_h \cdot (i_g - i_\varphi) \cdot \rho = 3000 \cdot (34,981 - 31,922) \cdot 1,2 = 11012,4 \text{ kJ/h}$$

$$\text{Isıtıcı kapasitesi, } Q_I = V_h \cdot \rho \cdot c_p \cdot (t_\varphi - t_g) = 3000 \cdot 1,2 \cdot 1,02 \cdot (23 - 14,6) = 30844,8 \text{ kJ/h}$$

Zon nemlendiricileri kapasitelerinin hesabı;

(2047-2069-2071-2102-2104) numaralı mahallerin zon nemlendiricilerinin hesaplanmasında $\Delta\phi = \%10$ olarak alınmıştır.

$$\text{Nemlendirici kapasitesi} = V_h \cdot \rho \cdot (x_\varphi - x_g) = 2500 \cdot 1,2 \cdot (9 - 8,241) \cdot 10^{-3} = 2,227 \text{ kg/h}$$

(2066-2067) numaralı mahallerin zon nemlendiricisinin hesaplanmasında $\Delta\phi = \%10$ olarak alınmıştır.

$$\text{Nemlendirici kapasitesi} = V_h \cdot \rho \cdot (x_\varphi - x_g) = 3000 \cdot 1,2 \cdot (9 - 8,241) \cdot 10^{-3} = 2,732 \text{ kg/h}$$

(2070) numaralı mahallin zon nemlendiricisinin hesaplanmasında $\Delta\phi = \%10$ olarak alınmıştır.

$$\text{Nemlendirici kapasitesi} = V_h \cdot \rho \cdot (x_\varphi - x_g) = 1100 \cdot 1,2 \cdot (9 - 8,241) \cdot 10^{-3} = 1,001 \text{ kg/h}$$

(2103) numaralı mahallin zon nemlendiricisinin hesaplanmasında $\Delta\phi = \%10$ olarak alınmıştır.

$$\text{Nemlendirici kapasitesi} = V_h \cdot \rho \cdot (x_c - x_g) = 700 \cdot 1,2 \cdot (9 - 8,241) \cdot 10^{-3} = 0,637 \text{ kg/h}$$

Hem yaz hem de kış klimasında hava şartlandırılması sırasında gerçekleşen prosesler yukarıdaki hesaplara göre psikrometrik diyagramda gösterilmiştir (Ek 5, Ek 6).

4.3.5.1.2 Steril koridor ve çevresi klima santrali ısı hesapları

Klima santrali üfleme ve egzost hava debileri Çizelge 4.4'e göre belirlenmiştir. Vantilatör ve aspiratör toplam basma yükseklikleri ise Ek 4'ten alınmıştır. Buna göre,

Vantilatör hava debisi,	$V_h = 13750 \text{ m}^3/\text{h}$,
Vantilatör basma yüksekliği,	$H = 154,1 \text{ mmSS}$
Aspiratör hava debisi,	$V_h = 15900 \text{ m}^3/\text{h}$,
Aspiratör basma yüksekliği,	$H = 66,8 \text{ mmSS}$

Dış hava şartları;

Yaz için,	Kış için,
Kuru Termometre, $KT = 33 \text{ }^\circ\text{C}$	Kuru Termometre, $KT = -3 \text{ }^\circ\text{C}$
Bağıl Nem, $\phi = \% 47,7$	Bağıl Nem, $\phi = \% 90$
Yaş Termometre, $YT = 24 \text{ }^\circ\text{C}$	Yaş Termometre, $YT = -3,48 \text{ }^\circ\text{C}$
Özgül Nem, $x = 15,128 \text{ g SB/kg KH}$	Özgül Nem, $x = 2,704 \text{ g SB/kg KH}$
Özgül Hacim, $v = 0,8889 \text{ m}^3/\text{kg}$	Özgül Hacim, $v = 0,7691 \text{ m}^3/\text{kg}$
Entalpi, $i = 71,927 \text{ kJ/kg}$	Entalpi, $i = 3,735 \text{ kJ/kg}$

İç hava şartları;

Yaz için,	Kış için,
Kuru Termometre, $KT = 22 \text{ }^\circ\text{C}$	Kuru Termometre, $KT = 22 \text{ }^\circ\text{C}$
Bağıl Nem, $\phi = \% 50$	Bağıl Nem, $\phi = \% 50$
Yaş Termometre, $YT = 15,4 \text{ }^\circ\text{C}$	Yaş Termometre, $YT = 15,4 \text{ }^\circ\text{C}$

Özgül Nem,	$x = 8,241 \text{ g SB/kg KH}$	Özgül Nem,	$x = 8,241 \text{ g SB/kg KH}$
Özgül Hacim,	$v = 0,8477 \text{ m}^3/\text{kg}$	Özgül Hacim,	$v = 0,8477 \text{ m}^3/\text{kg}$
Entalpi,	$i = 43,055 \text{ kJ/kg}$	Entalpi,	$i = 43,055 \text{ kJ/kg}$

Yaz kliması hesapları;

Isı kazançları;

Duyulur ısı kazancı, $Q_D = 40608 \text{ kJ/h}$ Gizli ısı kazancı, $Q_G = 4464 \text{ kJ/h}$

Dış hava ısısı;

$$\text{DHDI} = \frac{V_h}{v} \cdot c_p \cdot (t_d - t_i) = \frac{13750}{0,8889} \cdot 1,02 \cdot (33 - 22) = 173557,2 \text{ kJ/h}$$

$$h_{fg}' = 2501 + 1,805 \cdot 33 - 4,186 \cdot 33 = 2422,42 \text{ kJ/kg}$$

$$\text{DHGI} = \frac{V_h}{v} \cdot h_{fg}' \cdot (x_d - x_i) = \frac{13750}{0,8889} \cdot 2422,42 \cdot (15,128 - 8,241) \cdot 10^{-3} = 258065,12 \text{ kJ/h}$$

Fan duyulur ısısı;

$$\text{Fan duyulur ısısı, } Q_{FD} = \frac{H \cdot V_h}{\eta} = \frac{1541,3,82}{0,804} = 7319,75 \text{ W} = 26351,1 \text{ kJ/h}$$

Duyulur ısı oranı;

$$\text{Duyulur ısı oranı, } \text{DIO} = \frac{Q_D}{Q_D + Q_G} = \frac{40608}{40608 + 4464} = 0,9$$

Efektif duyulur ısı oranı;

$$\text{Efektif duyulur ısı oranı, } \text{EDIO} = \frac{Q_D + Q_{FD} + (\text{BF} \cdot \text{DHDI})}{Q_D + Q_{FD} + (\text{BF} \cdot \text{HDI}) + Q_G + (\text{BF} \cdot \text{DHGI})}$$

$$\text{EDIO} = \frac{40608 + 26351,1 + (0,05 \cdot 173557,2)}{40608 + 26351,1 + (0,05 \cdot 173557,2) + 4464 + (0,05 \cdot 258065,12)} = 0,81$$

EDIO = 0,81 ve iç hava şartları için $t_3 = t_{\text{ÇÇN}} = 8,6 \text{ }^\circ\text{C}$ 'dir.

Fan çıkış sıcaklığı;

Fan çıkış sıcaklığı, $t_6 = 19,75$ °C olarak kabul edilmiştir.

Fan giriş sıcaklığı;

$$\text{Fan giriş sıcaklığı, } t_5 = t_6 - \frac{Q_{FD} \cdot v}{c_p \cdot V_h} = 17,7 - \frac{26351,1 \cdot 0,83}{1,02 \cdot 13750} = 18,19 \text{ °C}$$

Soğutucu çıkış sıcaklığı;

Soğutucu çıkış sıcaklığı, $t_4 = 12$ °C olarak kabul edilmiştir.

Soğutucu kapasitesi;

$$\text{Soğutucu kapasitesi, } Q_s = V_h \cdot (i_2 - i_4) \cdot \rho = 13750 \cdot (71,927 - 32,605) \cdot 1,2 = 648813 \text{ kJ/h}$$

Isıtıcı kapasitesi;

$$\text{Isıtıcı kapasitesi, } Q_I = V_h \cdot \rho \cdot c_p \cdot (t_5 - t_4) = 13750 \cdot 1,2 \cdot 1,02 \cdot (18,19 - 12) = 104177,7 \text{ kJ/h}$$

Kış kliması hesapları:

Tüm mahaller şartlandırılmış ortamlarla komşu olduğundan ısı kaybı alınmamıştır.

Isıtıcı kapasitesi;

$$\text{Isıtıcı kapasitesi, } Q_I = V_h \cdot \rho \cdot c_p \cdot (t_3 - t_2) = 13750 \cdot 1,2 \cdot 1,02 \cdot (35,6 - (-3)) = 649638 \text{ kJ/h}$$

Sulu nemlendirici kapasitesi;

$$\text{Nemlendirici kapasitesi} = V_h \cdot \rho \cdot (x_1 - x_3) = 13750 \cdot 1,2 \cdot (8,241 - 2,704) \cdot 10^{-3} = 91,36 \text{ kg/h}$$

Hem yaz hem de kış klimasında hava şartlandırılması sırasında gerçekleşen prosesler yukarıdaki hesaplara göre psikrometrik diyagramda gösterilmiştir (Ek 7, Ek 8).

4.3.5.2 Kritik devre hesapları

4.3.5.2.1 Uyanma hacimleri-ameliyathaneler klima santrali kritik devreleri hesabı

Uyanma hacimleri-ameliyathaneler klima santrali üfleme kanalları için verici kritik devre prensip şeması Ek 9'da verilmiştir. Her bir parça için toplam ζ değerinin hesabı aşağıda görülmektedir. Aşağıdaki hesaplarda [1] nolu kaynaktan yararlanılmıştır.

1. Taze Hava Panjuru

2. Kanal

Dirsek ; $\zeta = 1,2 \times 3 \text{ adet} = 3,6$

$$r/W \cong 0,5 ; H/W = 1 \text{ için } \zeta' = 1,2$$

$$\theta \cong 90^\circ \text{ için } K_\theta = 1$$

$$r/W \cong 0,5 ; Re \geq 20.10^4 \text{ için } K_{Re} = 1$$

3. Kanal

Genişleme; $\zeta = 0,3 \times 1 \text{ adet} = 0,3$

$$A_0/A_1 \cong 0,5 ; \theta \cong 60^\circ \text{ için}$$

4. Kanal

Genişleme; $\zeta = 0,25 \times 1 \text{ adet} = 0,25$

$$A_0/A_1 \cong 0,5 ; \theta \cong 45^\circ \text{ için}$$

5. Kanal

Dirsek ; $\zeta = 1,7 \times 1 \text{ adet} = 1,7$

$$H_0/W_0 \cong 1 ; W_1/W_0 \cong 0,6 \text{ için } \zeta' = 1,7$$

$$Re \geq 14.10^4 \text{ için } K_{Re} = 1$$

Dirsek ; $\zeta = 1,3 \times 2 \text{ adet} = 2,6$

$$r/W \cong 0,5 ; H/W \cong 0,5 \text{ için } \zeta' = 1,3$$

$$\theta \cong 90^\circ \text{ için } K_\theta = 1$$

$$r/W \cong 0,5 ; Re \geq 20.10^4 \text{ için } K_{Re} = 1$$

6. Kanal

Geçiş Ayrılma; $\zeta = 0,06 \times 1 \text{ adet} = 0,06$

$$V_0/V_c \cong 0,6 \text{ için}$$

Daralma; $\zeta = 0,2 \times 1 \text{ adet} = 0,2$

$$A_0/A_1 \cong 2 ; \theta \cong 30^\circ \text{ için}$$

7. Kanal

Geçiş Ayrılma; $\zeta = 0,02 \times 1 \text{ adet} = 0,02$

$$V_0/V_c \cong 0,8 \text{ için}$$

Daralma; $\zeta = 0,2 \times 1 \text{ adet} = 0,2$

$$A_0/A_1 \cong 2 ; \theta \cong 20^\circ \text{ için}$$

Dirsek ; $\zeta = 0,39 \times 2 \text{ adet} = 0,78$

$$r/W \cong 0,75 ; H/W \cong 3 \text{ için } \zeta' = 0,39$$

$$\theta \cong 90^\circ \text{ için } K_\theta = 1$$

$$r/W \geq 0,75 ; Re > 20 \cdot 10^4 \text{ için } K_{Re} = 1$$

Dirsek ; $\zeta = 1,3 \times 1 \text{ adet} = 1,3$

$$r/W \cong 0,5 ; H/W \cong 0,5 \text{ için } \zeta' = 1,3$$

$$\theta \cong 90^\circ \text{ için } K_\theta = 1$$

$$r/W \cong 0,5 ; Re > 20 \cdot 10^4 \text{ için } K_{Re} = 1$$

8. Kanal

Geçiş Ayrılma; $\zeta = 0,02 \times 1 \text{ adet} = 0,02$

$$V_0/V_c \cong 0,8 \text{ için}$$

Daralma; $\zeta = 0,2 \times 1 \text{ adet} = 0,2$

$$A_0/A_1 \cong 2 ; \theta \cong 30^\circ \text{ için}$$

9. Kanal

Geçiş Ayrılma; $\zeta = 0,06 \times 1 \text{ adet} = 0,06$

$$V_0/V_c \cong 0,6 \text{ için}$$

Dirsek ; $\zeta = 1,35 \times 1 \text{ adet} = 1,35$

$$r/W \cong 0,5 ; H/W \cong 0,5 \text{ için } \zeta' = 1,3$$

$$\theta \cong 90^\circ \text{ için } K_\theta = 1$$

$$r/W \cong 0,5 ; Re \cong 10 \cdot 10^4 \text{ için } K_{Re} = 1,04$$

10. Kanal

Daralma; $\zeta = 0,2 \times 1 \text{ adet} = 0,2$

$$A_0/A_1 \cong 2 ; \theta \cong 30^\circ \text{ için}$$

11. Kanal

Geçiş Ayrılma; $\zeta = 0,02 \times 1 \text{ adet} = 0,02$

$$V_s/V_c \cong 0,8 \text{ için}$$

Daralma; $\zeta = 0,23 \times 1 \text{ adet} = 0,23$

$$A_0/A_1 \cong 2 ; \theta \cong 10^\circ \text{ için}$$

Dirsek ; $\zeta = 0,572 \times 1 \text{ adet} = 0,572$

$$r/W \cong 0,75 ; H/W \cong 1 \text{ için } \zeta' = 0,44$$

$$\theta \cong 90^\circ \text{ için } K_\theta = 1$$

$$r/W \cong 0,75 ; Re \cong 10 \cdot 10^4 \text{ için } K_{Re} = 1,3$$

12. Kanal

T Ayrılma; $\zeta = 1 \times 1 \text{ adet} = 1$

$$V_{1b}/V_c \cong 0,5 ; \theta \cong 90^\circ \text{ için}$$

Dirsek ; $\zeta = 0,584 \times 1 \text{ adet} = 0,584$

$$r/W \cong 0,75 ; H/W \cong 1,5 \text{ için } \zeta' = 0,4$$

$$\theta \cong 90^\circ \text{ için } K_\theta = 1$$

$$r/W \cong 0,75 ; Re \cong 6 \cdot 10^4 \text{ için } K_{Re} = 1,46$$

13. Plenum

Genişleme; $\zeta = 0,64 \times 1 \text{ adet} = 0,64$

$$A_0/A_1 \cong 0,25 ; \theta \cong 180^\circ \text{ için}$$

14. Laminar Üflemeli Tavan

Uyanma hacimleri-ameliyathaneler klima santrali egzost kanalları için emici kritik devre prensip şeması Ek 9'da verilmiştir. Her bir parça için toplam ζ değerinin hesabı aşağıdadır.

1. Menfez

2. Kanal

Geçiş Birleşme; $\zeta = 0,53 \times 1 \text{ adet} = 0,53$

$$Q_b/Q_c \cong 0,5 \text{ için}$$

3. Kanal

Dirsek ; $\zeta = 1,235 \times 1 \text{ adet} = 1,235$

$H/W \cong 3 ; \theta \cong 90^\circ$ için $\zeta' = 0,98$

$Re \cong 2.10^{-4}$ için $K_{Re} = 1,26$

4. Kanal

Geçiş Birleşme; $\zeta = 0,53 \times 1 \text{ adet} = 0,53$

$Q_b/Q_c \cong 0,5$ için

5. Kanal

Dirsek ; $\zeta = 1,526 \times 1 \text{ adet} = 1,526$

$H_0/W_0 \cong 0,25 ; W_1/W_0 \cong 0,8$ için $\zeta' = 1,4$

$Re \cong 6.10^{-4}$ için $K_{Re} = 1,09$

6. Kanal

Geçiş Birleşme; $\zeta = 0,53 \times 1 \text{ adet} = 0,53$

$Q_b/Q_c \cong 0,5$ için

7. Kanal

Dirsek ; $\zeta = 0,572 \times 1 \text{ adet} = 0,572$

$r/W \cong 0,75 ; H/W \cong 1$ için $\zeta' = 0,44$

$\theta \cong 90^\circ$ için $K_\theta = 1$

$r/W \cong 0,75 ; Re \cong 10.10^{-4}$ için $K_{Re} = 1,3$

Genişleme; $\zeta = 0,14 \times 1 \text{ adet} = 0,14$

$A_0/A_1 \cong 0,5 ; \theta \cong 10^\circ$ için

Geçiş Birleşme; $\zeta = 0,53 \times 1 \text{ adet} = 0,53$

$Q_b/Q_c \cong 0,5$ için

8. Kanal

Dirsek ; $\zeta = 0,17 \times 2 \text{ adet} = 0,34$

$H/W \cong 0,5 ; \theta \cong 30^\circ$ için $\zeta' = 0,17$

$Re \geq 14.10^{-4}$ için $K_{Re} = 1$

Genişleme; $\zeta = 0,21 \times 1 \text{ adet} = 0,21$

$A_0/A_1 \cong 0,5 ; \theta \cong 30^\circ$ için

Geçiş Birleşme; $\zeta = 0,46 \times 1 \text{ adet} = 0,46$

$Q_b/Q_c \cong 0,4$ için

9. Kanal

Dirsek ; $\zeta = 0,48 \times 1 \text{ adet} = 0,48$

$$r/W \cong 0,75 ; H/W \cong 0,75 \text{ için } \zeta' = 0,48$$

$$\theta \cong 90^\circ \text{ için } K_\theta = 1$$

$$r/W \cong 0,75 ; Re \geq 20 \cdot 10^4 \text{ için } K_{Re} = 1$$

Genişleme; $\zeta = 0,14 \times 1 \text{ adet} = 0,14$

$$A_0/A_1 \cong 0,5 ; \theta \cong 10^\circ \text{ için}$$

Geçiş Birleşme; $\zeta = 0,27 \times 1 \text{ adet} = 0,27$

$$Q_b/Q_c \cong 0,2 \text{ için}$$

10. Kanal

Geçiş Birleşme; $\zeta = 0,16 \times 1 \text{ adet} = 0,16$

$$Q_b/Q_c \cong 0,1 \text{ için}$$

11. Kanal

Genişleme; $\zeta = 0,35 \times 1 \text{ adet} = 0,35$

$$A_0/A_1 \cong 0,5 ; \theta \cong 45^\circ \text{ için}$$

Geçiş Birleşme; $\zeta = 0,27 \times 1 \text{ adet} = 0,27$

$$Q_b/Q_c \cong 0,2 \text{ için}$$

12. Kanal

Dirsek ; $\zeta = 0,39 \times 2 \text{ adet} = 0,78$

$$r/W \cong 0,75 ; H/W \cong 2 \text{ için } \zeta' = 0,39$$

$$\theta \cong 90^\circ \text{ için } K_\theta = 1$$

$$r/W \cong 0,75 ; Re \geq 20 \cdot 10^4 \text{ için } K_{Re} = 1$$

Geçiş Birleşme; $\zeta = 0,27 \times 1 \text{ adet} = 0,27$

$$Q_b/Q_c \cong 0,2 \text{ için}$$

13. Kanal

Dirsek ; $\zeta = 1,3 \times 3 \text{ adet} = 3,9$

$$r/W \cong 0,5 ; H/W \cong 0,5 \text{ için } \zeta' = 1,3$$

$$\theta \cong 90^\circ \text{ için } K_\theta = 1$$

$$r/W \cong 0,5 ; Re \geq 20 \cdot 10^4 \text{ için } K_{Re} = 1$$

Genişleme; $\zeta = 0,3 \times 1 \text{ adet} = 0,3$

$$A_0/A_1 \cong 0,5 ; \theta \cong 60^\circ \text{ için}$$

14. Kanal

Dirsek ; $\zeta = 1,2 \times 1 \text{ adet} = 1,2$

$$r/W \cong 0,5 ; H/W \cong 1 \text{ için } \zeta' = 1,2$$

$$\theta \cong 90^\circ \text{ için } K_\theta = 1$$

$$r/W \cong 0,5 ; Re \geq 20.10^4 \text{ için } K_{Re} = 1$$

Dirsek ; $\zeta = 1,2 \times 1 \text{ adet} = 1,2$

$$r/W \cong 0,5 ; H/W \cong 1 \text{ için } \zeta' = 1,2$$

$$\theta \cong 90^\circ \text{ için } K_\theta = 1$$

$$r/W \cong 0,5 ; Re \geq 20.10^4 \text{ için } K_{Re} = 1$$

15. Kanal

Daralma; $\zeta = 0,2 \times 1 \text{ adet} = 0,2$

$$A_0/A_1 \cong 2 ; \theta \cong 60^\circ \text{ için}$$

16. Kanal

Dirsek ; $\zeta = 1,2 \times 3 \text{ adet} = 3,6$

$$r/W \cong 0,5 ; H/W \cong 1 \text{ için } \zeta' = 1,2$$

$$\theta \cong 90^\circ \text{ için } K_\theta = 1$$

$$r/W \cong 0,5 ; Re \geq 20.10^4 \text{ için } K_{Re} = 1$$

17. Egzost Panjuru

Yukarıda hesaplanan ζ değerleri de kullanılarak uyanma hacimleri-ameliyathaneler klima santralı vantilatör ve aspiratörü için cihaz dışı basınç kaybı hesabı Çizelge 4.5 ve Çizelge 4.6'da görülmektedir.

Çizelge 4.5 Uyanma hacimleri-ameliyathaneler vantilatörü verici kritik devresi basınç kaybı hesabı

PARÇA NO no	BOY I m	Ksi S Ksı -	DEBİ Q m ³ /h	n		EŞ CAP cm	HIZ W m/sn	BASINÇ KAYBI		LOKAL K. Z mmSS	TOPLAM K. (R * L) + Z mmSS
				a cm	b cm			R mmSS/m	R X L mmSS		
1											2,350
2	22,4	3,60	17300	90	90	101,55	5,93	0,044	0,994	7,603	8,596
3	1,8	0,30	17300	140	120	146,25	2,86	0,007	0,013	0,147	0,160
4	2,4	0,25	17300	160	125	159,58	2,40	0,005	0,011	0,087	0,097
5	23,1	4,30	17300	125	70	105,55	5,49	0,036	0,843	7,782	8,625
6	12,8	0,26	11200	100	55	83,68	5,66	0,050	0,644	0,499	1,143
7	29,2	2,30	8200	100	40	71,36	5,69	0,061	1,781	4,475	6,256
8	5,6	0,22	5700	70	40	59,71	5,65	0,074	0,412	0,422	0,834
9	2,3	1,41	3200	70	40	59,71	3,17	0,024	0,055	0,853	0,907
10	2,3	0,20	3200	45	40	47,87	4,94	0,072	0,167	0,293	0,459
11	8,2	0,82	2500	40	40	45,14	4,34	0,060	0,493	0,929	1,422
12	2,3	1,58	1250	50	30	43,70	2,31	0,018	0,042	0,509	0,551
13	0,4	0,64	1125	240	30	95,75	0,43	0,000	0,000	0,007	0,007
14											16,500
Zon Isıtıcısı - Soğutucusu											2,000
Zon Nemlendiricisi											1,000
TOPLAM											50,908

niyetle 55 mmSS seçilmiştir.

Çizelge 4.6 Uyanma hacimleri-ameliyathaneler aspiratörü emici kritik devresi basınç kaybı hesabı

PARÇA NO no	BOY I m	Ksi S Ksı -	DEBİ Q m ³ /h	n		EŞ CAP cm	HIZ W m/sn	BASINÇ KAYBI		LOKAL K. Z mmSS	TOPLAM K. (R * L) + Z mmSS
				a cm	b cm			R mmSS/m	R X L mmSS		
1											0,230
2	2,3	0,53	250			39,89	0,72	0,001	0,003	0,016	0,019
3	1,6	1,24	550			39,89	1,39	0,006	0,009	0,143	0,152
4	5,0	0,53	550	55	20	37,42	1,39	0,008	0,040	0,061	0,101
5	1,8	1,53	1100	55	20	37,42	2,78	0,031	0,056	0,706	0,762
6	5,4	0,53	1100	40	40	45,14	1,91	0,012	0,065	0,116	0,181
7	4,2	1,24	2200	40	40	45,14	3,82	0,047	0,196	1,087	1,284
8	7,5	1,01	4400	55	40	52,93	5,56	0,081	0,611	1,870	2,481
9	11,0	0,89	7200	60	60	67,70	5,56	0,062	0,678	1,648	2,327
10	3,3	0,16	9400	75	70	81,76	4,97	0,040	0,132	0,237	0,370
11	6,1	0,62	10400	75	70	81,76	5,50	0,049	0,298	1,126	1,425
12	10,0	1,05	12600	120	70	103,42	4,17	0,022	0,217	1,094	1,311
13	24,8	4,20	15150	120	70	103,42	5,01	0,031	0,773	6,325	7,098
14	5,3	2,40	15150	140	120	146,25	2,50	0,005	0,029	0,904	0,932
15	1,5	0,20	15150	140	120	146,25	2,50	0,005	0,008	0,075	0,083
16	18,2	3,60	15150	85	85	95,91	5,82	0,046	0,831	7,328	8,159
17											1,400
TOPLAM											28,316

niyetle 35 mmSS seçilmiştir.

4.3.5.2.2 Steril koridor ve çevresi klima santrali kritik devreleri hesabı

Steril koridor ve çevresi klima santrali üfleme kanalları için verici kritik devre prensip şeması Ek 10'da verilmiştir. Her bir parça için toplam ζ değerinin hesabı aşağıda görülmektedir. Aşağıdaki hesaplarda [1] nolu kaynaktan yararlanılmıştır.

1. Taze Hava Panjuru

2. Kanal

Dirsek ; $\zeta = 0,44 \times 3 \text{ adet} = 1,32$

$$r/W \cong 0,75 ; H/W = 1 \text{ için } \zeta' = 0,44$$

$$\theta \cong 90^\circ \text{ için } K_\theta = 1$$

$$r/W \cong 0,75 ; Re \geq 20 \cdot 10^4 \text{ için } K_{Re} = 1$$

3. Kanal

Genişleme; $\zeta = 0,3 \times 1 \text{ adet} = 0,3$

$$A_0/A_1 \cong 0,5 ; \theta \cong 60^\circ \text{ için}$$

4. Kanal

Genişleme; $\zeta = 0,62 \times 1 \text{ adet} = 0,62$

$$A_1/A_0 \cong 4 ; \theta \cong 60^\circ \text{ için}$$

5. Kanal

Dirsek ; $\zeta = 1,8 \times 1 \text{ adet} = 1,8$

$$H_0/W_0 \cong 0,25 ; W_1/W_0 \cong 0,6 \text{ için } \zeta' = 1,8$$

$$Re \geq 14 \cdot 10^4 \text{ için } K_{Re} = 1$$

Dirsek ; $\zeta = 1,3 \times 2 \text{ adet} = 2,6$

$$r/W \cong 0,5 ; H/W \cong 0,5 \text{ için } \zeta' = 1,3$$

$$\theta \cong 90^\circ \text{ için } K_\theta = 1$$

$$r/W \cong 0,5 ; Re \geq 20 \cdot 10^4 \text{ için } K_{Re} = 1$$

6. Kanal

Branşman Ayrılma; $\zeta = 0,74 \times 1 \text{ adet} = 0,74$

$$Q_b/Q_c \cong 0,5 ; V_b/V_c \cong 1 \text{ için}$$

Damper ; $\zeta = 2,6 \times 1 \text{ adet} = 2,6$

$$L/R \cong 1 ; \theta \cong 30^\circ \text{ için}$$

7. Kanal

$$\text{Geçiş Ayrılma; } \zeta = 0 \times 1 \text{ adet} = 0$$

$$V_s/V_c \cong 1 \text{ için}$$

8. Kanal

$$\text{Geçiş Ayrılma; } \zeta = 0,02 \times 1 \text{ adet} = 0,02$$

$$V_s/V_c \cong 0,8 \text{ için}$$

$$\text{Daralma; } \zeta = 0,23 \times 1 \text{ adet} = 0,23$$

$$A_0/A_1 \cong 2 ; \theta \cong 10^\circ \text{ için}$$

$$\text{Dirsek ; } \zeta = 0,37 \times 2 \text{ adet} = 0,74$$

$$H/W \cong 0,5 ; \theta \cong 45^\circ \text{ için } \zeta' = 0,37$$

$$Re \geq 14 \cdot 10^4 \text{ için } K_{Re} = 1$$

9. Kanal

$$\text{Geçiş Ayrılma; } \zeta = 0,02 \times 1 \text{ adet} = 0,02$$

$$V_s/V_c \cong 0,8 \text{ için}$$

10. Kanal

$$\text{Geçiş Ayrılma; } \zeta = 0,06 \times 1 \text{ adet} = 0,06$$

$$V_s/V_c \cong 0,6 \text{ için}$$

$$\text{Daralma; } \zeta = 0,2 \times 1 \text{ adet} = 0,2$$

$$A_0/A_1 \cong 2 ; \theta \cong 30^\circ \text{ için}$$

11. Kanal

$$\text{Geçiş Ayrılma; } \zeta = 0,2 \times 1 \text{ adet} = 0,2$$

$$V_s/V_c \cong 0,3 \text{ için}$$

$$\text{Daralma; } \zeta = 0,23 \times 1 \text{ adet} = 0,23$$

$$A_0/A_1 \cong 2 ; \theta \cong 10^\circ \text{ için}$$

$$\text{Dirsek ; } \zeta = 0,68 \times 1 \text{ adet} = 0,68$$

$$r/W \cong 0,75 ; H/W \cong 1 \text{ için } \zeta' = 0,44$$

$$\theta \cong 90^\circ \text{ için } K_\theta = 1$$

$$r/W \cong 0,75 ; Re \cong 4 \cdot 10^4 \text{ için } K_{Re} = 1,56$$

12. Kanal

Geçiş Ayrılma; $\zeta = 0,1 \times 1 \text{ adet} = 0,1$

$$V_s/V_c \cong 0,5 \text{ için}$$

13. Kanal

Dirsek ; $\zeta = 1,66 \times 1 \text{ adet} = 1,66$

$$H_0/W_0 \cong 1 ; W_1/W_0 \cong 0,8 \text{ için } \zeta' = 1,4$$

$$Re \cong 3.10^{-4} \text{ için } K_{Re} = 1,19$$

14. Menfez

Steril koridor ve çevresi klima santralı egzost kanalları için emici kritik devre prensip şeması Ek 10'da verilmiştir. Her bir parça için toplam ζ değerinin hesabı aşağıdadır.

1. Menfez

2. Kanal

Dirsek ; $\zeta = 0,584 \times 1 \text{ adet} = 0,584$

$$r/W \cong 0,75 ; H/W \cong 1,5 \text{ için } \zeta' = 0,4$$

$$\theta \cong 90^\circ \text{ için } K_\theta = 1$$

$$r/W \cong 0,75 ; Re \cong 6.10^{-4} \text{ için } K_{Re} = 1,46$$

Dirsek ; $\zeta = 0,759 \times 1 \text{ adet} = 0,759$

$$r/W \cong 0,75 ; H/W \cong 0,5 \text{ için } \zeta' = 0,52$$

$$\theta \cong 90^\circ \text{ için } K_\theta = 1$$

$$r/W \cong 0,75 ; Re \cong 6.10^{-4} \text{ için } K_{Re} = 1,46$$

Geçiş Birleşme; $\zeta = 0,38 \times 1 \text{ adet} = 0,38$

$$Q_b/Q_c \cong 0,3 \text{ için}$$

3. Kanal

Geçiş Birleşme; $\zeta = 0,38 \times 1 \text{ adet} = 0,38$

$$Q_b/Q_c \cong 0,3 \text{ için}$$

4. Kanal

Dirsek ; $\zeta = 0,176 \times 2 \text{ adet} = 0,352$

$$\theta \cong 30^\circ ; H/W \cong 0,75 \text{ için } \zeta' = 0,17$$

$$Re \cong 10.10^{-4} \text{ için } K_{Re} = 1,04$$

Genişleme; $\zeta = 0,14 \times 1 \text{ adet} = 0,14$

$$A_0/A_1 \cong 0,5 ; \theta \cong 10^\circ \text{ için}$$

Geçiş Birleşme; $\zeta = 0,38 \times 1 \text{ adet} = 0,38$

$$Q_b/Q_c \cong 0,3 \text{ için}$$

5. Kanal

Genişleme; $\zeta = 0,2 \times 1 \text{ adet} = 0,2$

$$A_0/A_1 \cong 0,5 ; \theta \cong 20^\circ \text{ için}$$

Geçiş Birleşme; $\zeta = 0,16 \times 1 \text{ adet} = 0,16$

$$Q_b/Q_c \cong 0,1 \text{ için}$$

6. Kanal

Geçiş Birleşme; $\zeta = 0,16 \times 1 \text{ adet} = 0,16$

$$Q_b/Q_c \cong 0,1 \text{ için}$$

Geçiş Birleşme; $\zeta = 0,27 \times 1 \text{ adet} = 0,27$

$$Q_b/Q_c \cong 0,2 \text{ için}$$

7. Kanal

Dirsek ; $\zeta = 0,55 \times 1 \text{ adet} = 0,55$

$$r/W \cong 0,75 ; H/W \cong 0,75 \text{ için } \zeta' = 0,48$$

$$\theta \cong 90^\circ \text{ için } K_\theta = 1$$

$$r/W \cong 0,75; Re \cong 14.10^4 \text{ için } K_{Re} = 1,15$$

Dirsek ; $\zeta = 0,46 \times 2 \text{ adet} = 0,92$

$$r/W \cong 0,75 ; H/W \cong 1,5 \text{ için } \zeta' = 0,4$$

$$\theta \cong 90^\circ \text{ için } K_\theta = 1$$

$$r/W \cong 0,75; Re \cong 14.10^4 \text{ için } K_{Re} = 1,15$$

Genişleme; $\zeta = 0,14 \times 1 \text{ adet} = 0,14$

$$A_0/A_1 \cong 0,5 ; \theta \cong 10^\circ \text{ için}$$

Geçiş Birleşme; $\zeta = 0,38 \times 1 \text{ adet} = 0,38$

$$Q_b/Q_c \cong 0,3 \text{ için}$$

8. Kanal

Genişleme; $\zeta = 0,21 \times 1 \text{ adet} = 0,21$

$$A_0/A_1 \cong 0,5 ; \theta \cong 30^\circ \text{ için}$$

Geçiş Birleşme; $\zeta = 0,53 \times 1 \text{ adet} = 0,53$

$$Q_b/Q_c \cong 0,5 \text{ için}$$

9. Kanal

Dirsek ; $\zeta = 1,3 \times 2 \text{ adet} = 2,6$

$$r/W \cong 0,5 ; H/W \cong 0,5 \text{ için } \zeta' = 1,3$$

$$\theta \cong 90^\circ \text{ için } K_\theta = 1$$

$$r/W \cong 0,5 ; Re \geq 20.10^4 \text{ için } K_{Re} = 1$$

Genişleme; $\zeta = 0,3 \times 1 \text{ adet} = 0,3$

$$A_0/A_1 \cong 0,5 ; \theta \cong 60^\circ \text{ için}$$

10. Kanal

Dirsek ; $\zeta = 1,2 \times 1 \text{ adet} = 1,2$

$$r/W \cong 0,5 ; H/W \cong 0,75 \text{ için } \zeta' = 1,2$$

$$\theta \cong 90^\circ \text{ için } K_\theta = 1$$

$$r/W \cong 0,5 ; Re \geq 20.10^4 \text{ için } K_{Re} = 1$$

Dirsek ; $\zeta = 1,1 \times 1 \text{ adet} = 1,1$

$$r/W \cong 0,5 ; H/W \cong 1,5 \text{ için } \zeta' = 1,1$$

$$\theta \cong 90^\circ \text{ için } K_\theta = 1$$

$$r/W \cong 0,5 ; Re \geq 20.10^4 \text{ için } K_{Re} = 1$$

11. Kanal

Daralma; $\zeta = 0,2 \times 1 \text{ adet} = 0,2$

$$A_0/A_1 \cong 2 ; \theta \cong 60^\circ \text{ için}$$

12. Kanal

Dirsek ; $\zeta = 1,2 \times 3 \text{ adet} = 3,6$

$$r/W \cong 0,5 ; H/W \cong 1 \text{ için } \zeta' = 1,2$$

$$\theta \cong 90^\circ \text{ için } K_\theta = 1$$

$$r/W \cong 0,5 ; Re \geq 20.10^4 \text{ için } K_{Re} = 1$$

13. Egzost Panjuru

Yukarıda hesaplanan ζ değerleri de kullanılarak steril koridor ve çevresi klima santrali vantilatör ve aspiratörü için cihaz dışı basınç kaybı hesabı Çizelge 4.7 ve Çizelge 4.8'dedir.

Çizelge 4.7 Steril koridor ve çevresi vantilatörü verici kritik devresi basınç kaybı hesabı

PARÇA NO no	BOY l m	Ksi S Ksi	DEBI Q m ³ /h	n		EŞ CAP cm	HIZ W m/sn	BASINÇ KAYBI		LOKAL K. Z mmSS	TOPLAM K. (R * L) + Z mmSS
				a cm	b cm			R mmSS/m	R X L mmSS		
1											2,350
2	21,8	1,32	13750	80	80	90,27	5,97	0,051	1,118	2,821	3,938
3	1,2	0,30	13750	140	80	119,42	3,41	0,012	0,015	0,209	0,224
4	1,0	0,62	13750	160	115	153,06	2,08	0,004	0,004	0,160	0,164
5	29,5	4,40	13750	115	60	93,73	5,54	0,042	1,251	8,089	9,340
6	1,7	3,34	7300	70	50	66,76	5,79	0,068	0,116	6,727	6,842
7	12,5	0,00	7200	70	50	66,76	5,71	0,066	0,828	0,000	0,828
8	10,6	0,99	5450	70	40	59,71	5,41	0,067	0,714	1,736	2,451
9	1,0	0,02	4450	70	40	59,71	4,41	0,045	0,045	0,023	0,069
10	3,4	0,26	2700	40	40	45,14	4,69	0,070	0,238	0,343	0,580
11	4,4	1,11	900	30	30	33,85	2,78	0,035	0,153	0,514	0,666
12	3,3	0,10	450	30	30	33,85	1,39	0,009	0,029	0,012	0,041
13	2,2	1,66	450	30	20	27,64	2,08	0,025	0,055	0,432	0,487
14											0,550
TOPLAM											28,531

Emniyetle 35 mmSS seçilmiştir.

Çizelge 4.8 Steril koridor ve çevresi aspiratörü emici kritik devresi basınç kaybı hesabı

PARÇA NO no	BOY l m	Ksi S Ksi	DEBI Q m ³ /h	n		EŞ CAP cm	HIZ W m/sn	BASINÇ KAYBI		LOKAL K. Z mmSS	TOPLAM K. (R * L) + Z mmSS
				a cm	b cm			R mmSS/m	R X L mmSS		
1											0,370
2	8,3	1,72	1300	50	30	43,70	2,41	0,020	0,163	0,599	0,762
3	6,2	0,38	1800	50	30	43,70	3,33	0,037	0,230	0,253	0,484
4	8,2	0,87	2450	50	30	43,70	4,54	0,068	0,558	1,077	1,635
5	6,8	0,36	3525	55	35	49,51	5,09	0,074	0,503	0,559	1,061
6	2,7	0,43	4025	70	40	59,71	3,99	0,037	0,100	0,411	0,512
7	11,9	1,99	5725	70	40	59,71	5,68	0,074	0,883	3,852	4,735
8	13,5	0,74	8400	80	40	63,83	7,29	0,112	1,517	2,361	3,878
9	20,7	2,90	15900	105	70	96,74	6,01	0,048	0,995	6,283	7,278
10	4,0	2,30	15900	140	100	133,51	3,15	0,009	0,038	1,373	1,411
11	1,0	0,20	15900	140	100	133,51	3,15	0,009	0,009	0,119	0,129
12	16,8	3,60	15900	85	85	95,91	6,11	0,050	0,843	8,072	8,915
13											1,400
TOPLAM											32,569

Emniyetle 40 mmSS seçilmiştir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Görüldüğü gibi temiz oda tasarımı, daha mimari proje aşamasından başlayıp tesisin işletmeye alınışına kadar süren bir çalışmayı gerektirir. Her bir birimin birbirinden bağımsız aldıkları kararlar ile gerçekten steril ortamın sağlandığı bir temiz oda kurulamaz. Mimari, mekanik ve işletmenin birlikte çalışması ile istenen sonuç elde edilebilir.

Mekanik tesisatı projelerinde ise standartlarda belirtilen tüm kriterlere uyum konusunda azami özen gösterilmelidir. Projelendirme esnasında mimari veya mal sahibinin birtakım ticari kaygılarına bakılarak standartlardan en ufak sapmaya müsaade edilmemelidir. Öncelikle işverenin bu konuda maksimum düzeyde bilgilendirilmesi yerinde olacaktır. Burada amacın yalnızca sıcaklık ve nem gibi konfora yönelik kriterlerin sağlanması olmadığı, mikrobik özellikleri olabilecek parçacık konsantrasyonunun belirli limitleri aşmamasının sağlanmasının gerektiği de açıktır. Bu ise kesinlikle riske atılmayacak olan insan sağlığı ile doğrudan alakalıdır.

Diğer taraftan, ülkemizde tam teçhizatlı olarak lanse edilen hastanelerin önemli bir kısmında gereken steril şartların sağlanabildiği temiz odaların bulunmadığı da ne yazık ki gerçektir. Bu ise insan hayatının değeri konusunda apaçık fikir verebilir. Öncelikle toplumumuzda insan hayatına bakışın değişmesini ve buna paralel olarak da, hastanelerimizde steril şartların sağlandığı temiz odaların yaygınlaşmasını dilerim.

KAYNAKLAR

ASHRAE 1989 Handbook of Fundamentals I-P Edition, American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc., Atlanta.

Çilingirođlu, K. (1988), Klima Projesi Hazırlama Kuralları ve Seminer Notları, TMMOB Makina Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi, İstanbul.

Gladstone, J. ve Bevirt, W.D. (1997), HVAC Testing, Adjusting and Balancing Manual, The McGraw-Hill Companies, Inc., New York.

Güngör, M.Y. (1993), "İklimlendirme Sistemlerinde Otomatik Kontrol", I. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi, 15-17 Nisan 1993, İzmir.

Hiçsönmez, A. (1994), Temiz Oda Tasarımı ve Klima Sistemleri, Tetisan A.Ş. Teknik Yayınları, İstanbul.

Hiçsönmez, A. (1995), "Hastanelerde Ameliyathane İklimlendirmesi", Tesisat Mühendisliği Dergisi, 24:35-42.

Isısan Çalışmaları (1997), Klima-Havalandırma Tesisatı No:158, Birsen Yayınevi, İstanbul.

Köktürk, U. (1995), "İklimlendirme Tesislerinde Gerçeklenen Ayarlama Donatımları", Tesisat Mühendisliği Dergisi, 20:44-51.

Özkaynak, F.T. (1994), Temiz Oda Tasarımı ve Klima Sistemleri, Tetisan A.Ş. Teknik Yayınları, İstanbul.

Özkaynak, T. (1997), Havada Bulunan Kirletici Maddeler, Tesisat Mühendisleri Derneđi Teknik Yayınlar:2, İstanbul.

The American Institute of Architects Academy of Architecture for Health with assistance from the U.S. Department of Health and Human Services (1996), Guidelines for Design, and Construction of Hospital and Health Care Facilities, The American Institute of Architects Press, Washington, D.C.

TMMOB Makina Mühendisleri Odası (1995), "Hastanelerde Klima Tesisatı ve Havalandırma Esasları (DIN 1946, 4. Kısım)", Tesisat Mühendisliği Dergisi Süreli Teknik Yayın, 24:1-16.

Whyte, W. (1995), Cleanroom Design, John Wiley & Sons Ltd., Chichester.

Ek 1 Steril hacimlerin ısı kazancı hesapları için gerekli veriler

SPACE DESCRIPTION

Prepared by: ELMAK A.S.

05-07-99

IAP v3.23

Page 1

GENERAL

Name.....: 2047 GN.AMELIYATHANE 2
 Floor Area.....: 30.8 sqm
 Building Weight..: 341.8 kg/sqm
 Windows Shaded..?: N
 Partitions Used..? N

SCHEDULES

Lighting....: AYDINLATMA
 Task Lights.: AYDINLATMA
 People.....: INSAN YO|UNLU|U
 Equipment...: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR
 Misc. Sens..: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR
 Misc. Latent: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR

LIGHTING

Overhead Fixture: Recessed
 Lamp Wattage....: 15.00 W/sqm
 Ballast Mult....: 1.25
 Task Lighting...: 0.00 W/sqm

INFILTRATION

Cooling.....: 0.00 L/s/sqm
 Heating.....: 0.00 L/s/sqm
 Typical.....: 0.00 L/s/sqm
 When Fan On.? N

PEOPLE

Occupancy.....: 5 People
 Activity Level..: Sedentary Work
 Sensible.....: 82.1 W
 Latent.....: 79.1 W

FLOOR

Type.....:Above Conditioned Space

OTHER LOADS

Equipment.....: 0.0 W
 Misc. Sensible..: 5000.0 W
 Misc. Latent....: 0.0 W

=====
 No external wall or window data for this space.
 =====

=====
 No roof or door data for this space.
 =====

=====
 No partition data for this space.
 =====

SPACE DESCRIPTION

Prepared by: ELMAK A.S.
HAP v3.23

05-07-99
Page 1

GENERAL

Name.....: 2048 CIHAZ DEPOSU
Floor Area.....: 14.6 sqm
Building Weight.: 341.8 kg/sqm
Windows Shaded..?: N
Partitions Used.?: N

SCHEDULES

Lighting.....: AYDINLATMA
Task Lights.: AYDINLATMA
People.....: INSAN YO!UNLU!U
Equipment...: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR
Misc. Sens...: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR
Misc. Latent: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR

LIGHTING

Overhead Fixture: Recessed
Lamp Wattage....: 15.00 W/sqm
Ballast Mult....: 1.25
Task Lighting...: 0.00 W/sqm

INFILTRATION

Cooling.....: 0.00 L/s/sqm
Heating.....: 0.00 L/s/sqm
Typical.....: 0.00 L/s/sqm
When Fan On.? N

PEOPLE

Occupancy.....: 1.0 sqm/per
Activity Level..: Sedentary Work
Sensible.....: 82.1 W
Latent.....: 79.1 W

FLOOR

Type.....:Above Conditioned Space

OTHER LOADS

Equipment.....: 0.00 W/sqm
Misc. Sensible..: 0.0 W
Misc. Latent....: 0.0 W

=====
No external wall or window data for this space.
=====

=====
No roof or door data for this space.
=====

=====
No partition data for this space.
=====



SPACE DESCRIPTION

05-07-99

repared by: ELMAK A.S.

AP v3.23

Page 1

GENERAL		SCHEDULES	
Name.....:	2049 KIRLI ODA	Lighting....:	AYDINLATMA
Floor Area.....:	8.9 sqm	Task Lights..:	AYDINLATMA
Building Weight.:	341.8 kg/sqm	People.....:	INSAN YO UNLU U
Windows Shaded..?	N	Equipment...:	ELEKTRIKLI EKIPMANLAR
Partitions Used.?	N	Misc. Sens..:	ELEKTRIKLI EKIPMANLAR
LIGHTING		Misc. Latent:	ELEKTRIKLI EKIPMANLAR
Overhead Fixture:	Recessed	INFILTRATION	
Lamp Wattage....:	15.00 W/sqm	Cooling.....:	0.00 L/s/sqm
Ballast Mult....:	1.25	Heating.....:	0.00 L/s/sqm
Task Lighting...:	0.00 W/sqm	Typical.....:	0.00 L/s/sqm
PEOPLE		When Fan On.?	N
Occupancy.....:	0 People	FLOOR	
Activity Level..:	Sedentary Work	Type.....:	Above Conditioned Space
Sensible.....:	82.1 W		
Latent.....:	79.1 W		
OTHER LOADS			
Equipment.....:	0.00 W/sqm		
Misc. Sensible..:	0.0 W		
Misc. Latent....:	0.0 W		

=====
 No external wall or window data for this space.
 =====

=====
 No roof or door data for this space.
 =====

=====
 No partition data for this space.
 =====

SPACE DESCRIPTION

Prepared by: ELMAK A.S.
HAP v3.23

05-07-99
Page 1

GENERAL

Name.....: 2050 STERIL MALZ.DEPOSU
Floor Area.....: 31.3 sqm
Building Weight..: 341.8 kg/sqm
Windows Shaded..?: N
Partitions Used..? N

SCHEDULES

Lighting.....: AYDINLATMA
Task Lights.: AYDINLATMA
People.....: INSAN YO|UNLU|U
Equipment...: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR
Misc. Sens..: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR
Misc. Latent: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR

LIGHTING

Overhead Fixture: Recessed
Lamp Wattage....: 15.00 W/sqm
Ballast Mult....: 1.25
Task Lighting...: 0.00 W/sqm

INFILTRATION

Cooling.....: 0.00 L/s/sqm
Heating.....: 0.00 L/s/sqm
Typical.....: 0.00 L/s/sqm
When Fan On.? N

PEOPLE

Occupancy.....: 0 People
Activity Level..: Sedentary Work
Sensible.....: 82.1 W
Latent.....: 79.1 W

FLOOR

Type.....: Above Conditioned Space

OTHER LOADS

Equipment.....: 0.00 W/sqm
Misc. Sensible..: 0.0 W
Misc. Latent....: 0.0 W

=====
No external wall or window data for this space.
=====

=====
No roof or door data for this space.
=====

=====
No partition data for this space.
=====

SPACE DESCRIPTION

05-07-99

Prepared by: ELMAK A.S.

HAP v3.23

Page 1

GENERAL

Name.....: 2052 SORUMLU HEMSIRE
 Floor Area.....: 7.4 sqm
 Building Weight.: 341.8 kg/sqm
 Windows Shaded..?: N
 Partitions Used.?: N

LIGHTING

Overhead Fixture: Recessed
 Lamp Wattage.....: 15.00 W/sqm
 Ballast Mult.....: 1.25
 Task Lighting...: 0.00 W/sqm

PEOPLE

Occupancy.....: 1 People
 Activity Level..: Sedentary Work
 Sensible.....: 82.1 W
 Latent.....: 79.1 W

OTHER LOADS

Equipment.....: 0.00 W/sqm
 Misc. Sensible...: 0.0 W
 Misc. Latent.....: 0.0 W

SCHEDULES

Lighting.....: AYDINLATMA
 Task Lights.: AYDINLATMA
 People.....: INSAN YO|UNLU|U
 Equipment...: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR
 Misc. Sens...: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR
 Misc. Latent: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR

INFILTRATION

Cooling.....: 0.00 L/s/sqm
 Heating.....: 0.00 L/s/sqm
 Typical.....: 0.00 L/s/sqm
 When Fan On.? N

FLOOR

Type.....:Above Conditioned Space

=====
 No external wall or window data for this space.
 =====

=====
 No roof or door data for this space.
 =====

=====
 No partition data for this space.
 =====

SPACE DESCRIPTION

Prepared by: ELMAK A.S.
IAP v3.23

05-07-99
Page 1

GENERAL

Name.....: 2053 DOKTORLAR ODASI
Floor Area.....: 8.7 sqm
Building Weight.: 341.8 kg/sqm
Windows Shaded..?: N
Partitions Used.?: N

SCHEDULES

Lighting.....: AYDINLATMA
Task Lights.: AYDINLATMA
People.....: INSAN YO|UNLU|U
Equipment...: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR
Misc. Sens..: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR
Misc. Latent: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR

LIGHTING

Overhead Fixture: Recessed
Lamp Wattage....: 15.00 W/sqm
Ballast Mult....: 1.25
Task Lighting...: 0.00 W/sqm

INFILTRATION

Cooling.....: 0.00 L/s/sqm
Heating.....: 0.00 L/s/sqm
Typical.....: 0.00 L/s/sqm
When Fan On.? N

PEOPLE

Occupancy.....: 1 People
Activity Level..: Sedentary Work
Sensible.....: 82.1 W
Latent.....: 79.1 W

FLOOR

Type.....: Above Conditioned Space

OTHER LOADS

Equipment.....: 0.00 W/sqm
Misc. Sensible..: 0.0 W
Misc. Latent....: 0.0 W

=====
No external wall or window data for this space.
=====

=====
No roof or door data for this space.
=====

=====
No partition data for this space.
=====

SPACE DESCRIPTION

Prepared by: ELMAK A.S.

05-07-99

IAP v3.23

Page 1

GENERAL

Name.....: 2054 PERSONEL DINLENME
 Floor Area.....: 10.2 sqm
 Building Weight.: 341.8 kg/sqm
 Windows Shaded..?: N
 Partitions Used..?: N

LIGHTING

Overhead Fixture: Recessed
 Lamp Wattage....: 15.00 W/sqm
 Ballast Mult....: 1.25
 Task Lighting...: 0.00 W/sqm

PEOPLE

Occupancy.....: 2 People
 Activity Level..: Sedentary Work
 Sensible.....: 82.1 W
 Latent.....: 79.1 W

OTHER LOADS

Equipment.....: 0.00 W/sqm
 Misc. Sensible..: 2000.0 W
 Misc. Latent....: 0.0 W

SCHEDULES

Lighting.....: AYDINLATMA
 Task Lights.: AYDINLATMA
 People.....: INSAN YO|UNLU|U
 Equipment...: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR
 Misc. Sens...: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR
 Misc. Latent: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR

INFILTRATION

Cooling.....: 0.00 L/s/sqm
 Heating.....: 0.00 L/s/sqm
 Typical.....: 0.00 L/s/sqm
 When Fan On.? N

FLOOR

Type.....:Above Conditioned Space

=====
 No external wall or window data for this space.
 =====

=====
 No roof or door data for this space.
 =====

=====
 No partition data for this space.
 =====

SPACE DESCRIPTION

Prepared by: ELMAK A.S.

05-07-99

IAP v3.23

Page 1

GENERAL

Name.....: 2066 UYANMA
 Floor Area.....: 48.5 sqm
 Building Weight..: 341.8 kg/sqm
 Windows Shaded..?: N
 Partitions Used..? N

SCHEDULES

Lighting.....: AYDINLATMA
 Task Lights..: AYDINLATMA
 People.....: INSAN YO|UNLU|U
 Equipment...: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR
 Misc. Sens...: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR
 Misc. Latent: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR

LIGHTING

Overhead Fixture: Recessed
 Lamp Wattage....: 15.00 W/sqm
 Ballast Mult....: 1.25
 Task Lighting...: 0.00 W/sqm

INFILTRATION

Cooling.....: 0.00 L/s/sqm
 Heating.....: 0.00 L/s/sqm
 Typical.....: 0.00 L/s/sqm
 When Fan On.? N

PEOPLE

Occupancy.....: 5 People
 Activity Level..: Sedentary Work
 Sensible.....: 82.1 W
 Latent.....: 79.1 W

FLOOR

Type.....: Above Conditioned Space

OTHER LOADS

Equipment.....: 0.0 W
 Misc. Sensible..: 2000.0 W
 Misc. Latent....: 0.0 W

=====

No external wall or window data for this space.

=====

No roof or door data for this space.

=====

No partition data for this space.

=====

SPACE DESCRIPTION

Prepared by: ELMAK A.S.
HAP v3.23

05-07-99
Page 1

GENERAL

Name.....: 2067 UYANMA
Floor Area.....: 25.0 sqm
Building Weight.: 341.8 kg/sqm
Windows Shaded..?: N
Partitions Used.? N

SCHEDULES

Lighting.....: AYDINLATMA
Task Lights.: AYDINLATMA
People.....: INSAN YO|UNLU|U
Equipment...: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR
Misc. Sens...: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR
Misc. Latent: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR

LIGHTING

Overhead Fixture: Recessed
Lamp Wattage....: 15.00 W/sqm
Ballast Mult....: 1.25
Task Lighting...: 0.00 W/sqm

INFILTRATION

Cooling.....: 0.00 L/s/sqm
Heating.....: 0.00 L/s/sqm
Typical.....: 0.00 L/s/sqm
When Fan On.? N

PEOPLE

Occupancy.....: 2 People
Activity Level..: Sedentary Work
Sensible.....: 82.1 W
Latent.....: 79.1 W

FLOOR

Type.....:Above Conditioned Space

OTHER LOADS

Equipment.....: 0.0 W
Misc. Sensible...: 2000.0 W
Misc. Latent.....: 0.0 W

=====
No external wall or window data for this space.
=====

=====
No roof or door data for this space.
=====

=====
No partition data for this space.
=====



SPACE DESCRIPTION

Prepared by: ELMAK A.S.

05-07-99

IAP v3.23

Page 1

GENERAL

Name.....: 2069 DAY GN.AMEL. 1
 Floor Area.....: 33.5 sqm
 Building Weight..: 341.8 kg/sqm
 Windows Shaded..?: N
 Partitions Used..? N

SCHEDULES

Lighting.....: AYDINLATMA
 Task Lights..: AYDINLATMA
 People.....: INSAN YO|UNLU|U
 Equipment...: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR
 Misc. Sens..: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR
 Misc. Latent: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR

LIGHTING

Overhead Fixture: Recessed
 Lamp Wattage....: 15.00 W/sqm
 Ballast Mult....: 1.25
 Task Lighting...: 0.00 W/sqm

INFILTRATION

Cooling.....: 0.00 L/s/sqm
 Heating.....: 0.00 L/s/sqm
 Typical.....: 0.00 L/s/sqm
 When Fan On.? N

PEOPLE

Occupancy.....: 5 People
 Activity Level..: Sedentary Work
 Sensible.....: 82.1 W
 Latent.....: 79.1 W

FLOOR

Type.....:Above Conditioned Space

OTHER LOADS

Equipment.....: 0.0 W
 Misc. Sensible..: 5000.0 W
 Misc. Latent....: 0.0 W

=====
 No external wall or window data for this space.
 =====

=====
 No roof or door data for this space.
 =====

=====
 No partition data for this space.
 =====

SPACE DESCRIPTION

Prepared by: ELMAK A.S.

05-07-99

HAP v3.23

Page 1

GENERAL

Name.....: 2070 ANESTEZ~
 Floor Area.....: 15.3 sqm
 Building Weight.: 341.8 kg/sqm
 Windows Shaded..?: N
 Partitions Used.? N

SCHEDULES

Lighting.....: AYDINLATMA
 Task Lights.: AYDINLATMA
 People.....: INSAN YO|UNLU|U
 Equipment...: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR
 Misc. Sens...: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR
 Misc. Latent: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR

LIGHTING

Overhead Fixture: Recessed
 Lamp Wattage....: 15.00 W/sqm
 Ballast Mult....: 1.25
 Task Lighting...: 0.00 W/sqm

INFILTRATION

Cooling.....: 0.00 L/s/sqm
 Heating.....: 0.00 L/s/sqm
 Typical.....: 0.00 L/s/sqm
 When Fan On.? N

PEOPLE

Occupancy.....: 5 People
 Activity Level..: Sedentary Work
 Sensible.....: 82.1 W
 Latent.....: 79.1 W

FLOOR

Type.....:Above Conditioned Space

OTHER LOADS

Equipment.....: 0.0 W
 Misc. Sensible..: 1000.0 W
 Misc. Latent....: 0.0 W

=====
 No external wall or window data for this space.
 =====

=====
 No roof or door data for this space.
 =====

=====
 No partition data for this space.
 =====

SPACE DESCRIPTION

repared by: ELMAK A.S.

05-07-99

AP v3.23

Page 1

GENERAL		SCHEDULES	
Name.....:	2071 DAY GN.AMEL. 2	Lighting....:	AYDINLATMA
Floor Area.....:	32.7 sqm	Task Lights..:	AYDINLATMA
Building Weight..:	341.8 kg/sqm	People.....:	INSAN YO!UNLU!U
Windows Shaded..?	N	Equipment...:	ELEKTRIKLI EKIPMANLAR
Partitions Used.?	N	Misc. Sens..:	ELEKTRIKLI EKIPMANLAR
LIGHTING		Misc. Latent:	ELEKTRIKLI EKIPMANLAR
Overhead Fixture:	Recessed	INFILTRATION	
Lamp Wattage....:	15.00 W/sqm	Cooling.....:	0.00 L/s/sqm
Ballast Mult....:	1.25	Heating.....:	0.00 L/s/sqm
Task Lighting...:	0.00 W/sqm	Typical.....:	0.00 L/s/sqm
PEOPLE		When Fan On.?	N
Occupancy.....:	5 People	FLOOR	
Activity Level..:	Sedentary Work	Type.....:	Above Conditioned Space
Sensible.....:	82.1 W		
Latent.....:	79.1 W		
OTHER LOADS			
Equipment.....:	0.0 W		
Misc. Sensible..:	5000.0 W		
Misc. Latent....:	0.0 W		

=====

o external wall or window data for this space.

=====

o roof or door data for this space.

=====

o partition data for this space.

=====

SPACE DESCRIPTION

Prepared by: ELMAK A.S.
 MAP v3.23

05-07-99
 Page 1

GENERAL

Name.....: 2073 TEMIZLIK ODASI
 Floor Area.....: 2.5 sqm
 Building Weight.: 341.8 kg/sqm
 Windows Shaded..?: N
 Partitions Used.?: N

SCHEDULES

Lighting.....: AYDINLATMA
 Task Lights.: AYDINLATMA
 People.....: INSAN YO;UNLU;U
 Equipment...: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR
 Misc. Sens..: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR
 Misc. Latent: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR

LIGHTING

Overhead Fixture: Recessed
 Lamp Wattage....: 15.00 W/sqm
 Ballast Mult....: 1.25
 Task Lighting...: 0.00 W/sqm

INFILTRATION

Cooling.....: 0.00 L/s/sqm
 Heating.....: 0.00 L/s/sqm
 Typical.....: 0.00 L/s/sqm
 When Fan On.? N

PEOPLE

Occupancy.....: 0 People
 Activity Level.: Sedentary Work
 Sensible.....: 82.1 W
 Latent.....: 79.1 W

FLOOR

Type.....:Above Conditioned Space

OTHER LOADS

Equipment.....: 0.00 W/sqm
 Misc. Sensible..: 0.0 W
 Misc. Latent....: 0.0 W

=====

no external wall or window data for this space.

=====

no roof or door data for this space.

=====

no partition data for this space.

=====

SPACE DESCRIPTION

Prepared by: ELMAK A.S.

05-07-99

IAP v3.23

Page 1

GENERAL		SCHEDULES	
Name.....:	2074 TEM~Z MALZ.ODASI	Lighting....:	AYDINLATMA
Floor Area.....:	3.8 sqm	Task Lights.:	AYDINLATMA
Building Weight.:	341.8 kg/sqm	People.....:	INSAN YO UNLU U
Windows Shaded..?	N	Equipment...:	ELEKTRIKLI EKIPMANLAR
Partitions Used.?	N	Misc. Sens...:	ELEKTRIKLI EKIPMANLAR
LIGHTING		Misc. Latent:	ELEKTRIKLI EKIPMANLAR
Overhead Fixture:	Recessed	INFILTRATION	
Lamp Wattage....:	15.00 W/sqm	Cooling.....:	0.00 L/s/sqm
Ballast Mult....:	1.25	Heating.....:	0.00 L/s/sqm
Task Lighting...:	0.00 W/sqm	Typical.....:	0.00 L/s/sqm
PEOPLE		When Fan On.?	N
Occupancy.....:	0 People	FLOOR	
Activity Level..:	Sedentary Work	Type.....:	Above Conditioned Space
Sensible.....:	82.1 W		
Latent.....:	79.1 W		
OTHER LOADS			
Equipment.....:	0.00 W/sqm		
Misc. Sensible..:	0.0 W		
Misc. Latent....:	0.0 W		

=====

to external wall or window data for this space.

=====

to roof or door data for this space.

=====

to partition data for this space.

=====

SPACE DESCRIPTION

Prepared by: ELMAK A.S.
HAP v3.23

05-07-99
Page 1

GENERAL
Name.....: 2075 KIRLI ODA
Floor Area.....: 8.0 sqm
Building Weight.: 341.8 kg/sqm
Windows Shaded..?: N
Partitions Used.? N

SCHEDULES
Lighting.....: AYDINLATMA
Task Lights.: AYDINLATMA
People.....: INSAN YO|UNLU|U
Equipment...: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR
Misc. Sens...: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR
Misc. Latent: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR

LIGHTING
Overhead Fixture: Recessed
Lamp Wattage....: 15.00 W/sqm
Ballast Mult....: 1.25
Task Lighting...: 0.00 W/sqm

INFILTRATION
Cooling.....: 0.00 L/s/sqm
Heating.....: 0.00 L/s/sqm
Typical.....: 0.00 L/s/sqm
When Fan On.? N

PEOPLE
Occupancy.....: 0 People
Activity Level..: Sedentary Work
Sensible.....: 82.1 W
Latent.....: 79.1 W

FLOOR
Type.....:Above Conditioned Space

OTHER LOADS
Equipment.....: 0.00 W/sqm
Misc. Sensible..: 0.0 W
Misc. Latent....: 0.0 W

=====
No external wall or window data for this space.
=====

=====
No roof or door data for this space.
=====

=====
No partition data for this space.
=====



SPACE DESCRIPTION

Prepared by: ELMAK A.S.
 MAP v3.23

05-07-99
 Page 1

GENERAL

Name.....: 2095 CIHAZ ODASI
 Floor Area.....: 6.2 sqm
 Building Weight.: 341.8 kg/sqm
 Windows Shaded..? N
 Partitions Used.? N

SCHEDULES

Lighting.....: AYDINLATMA
 Task Lights.: AYDINLATMA
 People.....: INSAN YO;UNLU;U
 Equipment...: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR
 Misc. Sens..: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR
 Misc. Latent: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR

LIGHTING

Overhead Fixture: Recessed
 Lamp Wattage....: 15.00 W/sqm
 Ballast Mult....: 1.25
 Task Lighting...: 0.00 W/sqm

INFILTRATION

Cooling.....: 0.00 L/s/sqm
 Heating.....: 0.00 L/s/sqm
 Typical.....: 0.00 L/s/sqm
 When Fan On.? N

PEOPLE

Occupancy.....: 0 People
 Activity Level..: Office Work
 Sensible.....: 71.8 W
 Latent.....: 60.1 W

FLOOR

Type.....:Above Conditioned Space

OTHER LOADS

Equipment.....: 0.00 W/sqm
 Misc. Sensible..: 500.0 W
 Misc. Latent....: 0.0 W

=====

No external wall or window data for this space.

=====

No roof or door data for this space.

=====

No partition data for this space.

=====

SPACE DESCRIPTION

Prepared by: ELMAK A.S.

05-07-99

HAP v3.23

Page 1

GENERAL

Name.....: 2096 KONTROL ODASI

Floor Area.....: 10.9 sqm

Building Weight.: 341.8 kg/sqm

Windows Shaded..?: N

Partitions Used.?: N

SCHEDULES

Lighting.....: AYDINLATMA

Task Lights.: AYDINLATMA

People.....: INSAN YO|UNLU|U

Equipment...: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR

Misc. Sens...: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR

Misc. Latent: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR

LIGHTING

Overhead Fixture: Recessed

Lamp Wattage....: 15.00 W/sqm

Ballast Mult....: 1.25

Task Lighting...: 0.00 W/sqm

INFILTRATION

Cooling.....: 0.00 L/s/sqm

Heating.....: 0.00 L/s/sqm

Typical.....: 0.00 L/s/sqm

When Fan On.?: N

PEOPLE

Occupancy.....: 2 People

Activity Level..: Sedentary Work

Sensible.....: 82.1 W

Latent.....: 79.1 W

FLOOR

Type.....:Above Conditioned Space

OTHER LOADS

Equipment.....: 0.00 W/sqm

Misc. Sensible...: 1000.0 W

Misc. Latent.....: 0.0 W

=====
 No external wall or window data for this space.
 =====

=====
 No roof or door data for this space.
 =====

=====
 No partition data for this space.
 =====

SPACE DESCRIPTION

repared by: ELMAK A.S.
 AP v3.23

05-07-99
 Page 1

GENERAL		SCHEDULES	
Name.....:	2097 STERIL KORIDOR	Lighting.....:	AYDINLATMA
Floor Area.....:	260.0 sqm	Task Lights..:	AYDINLATMA
Building Weight..:	341.8 kg/sqm	People.....:	INSAN YO;UNLU;U
Windows Shaded..?	N	Equipment...:	ELEKTRIKLI EKIPMANLAR
Partitions Used.?	N	Misc. Sens...:	ELEKTRIKLI EKIPMANLAR
LIGHTING		Misc. Latent:	ELEKTRIKLI EKIPMANLAR
Overhead Fixture:	Recessed	INFILTRATION	
Lamp Wattage....:	15.00 W/sqm	Cooling.....:	0.00 L/s/sqm
Ballast Mult....:	1.25	Heating.....:	0.00 L/s/sqm
Task Lighting...:	0.00 W/sqm	Typical.....:	0.00 L/s/sqm
PEOPLE		When Fan On.?	N
Occupancy.....:	2 People	FLOOR	
Activity Level..:	Sedentary Work	Type.....:	Above Conditioned Space
Sensible.....:	82.1 W		
Latent.....:	79.1 W		
OTHER LOADS			
Equipment.....:	0.00 W/sqm		
Misc. Sensible..:	0.0 W		
Misc. Latent....:	0.0 W		

=====

o external wall or window data for this space.

=====

o roof or door data for this space.

=====

o partition data for this space.

=====

SPACE DESCRIPTION

repared by: ELMAK A.S.

05-07-99

AP v3.23

Page 1

GENERAL		SCHEDULES	
Name.....:	2101 FILM BANYO	Lighting....:	AYDINLATMA
Floor Area.....:	7.8 sqm	Task Lights..:	AYDINLATMA
Building Weight..:	341.8 kg/sqm	People.....:	INSAN YO UNLU U
Windows Shaded..?	N	Equipment...:	ELEKTRIKLI EKIPMANLAR
Partitions Used.?	N	Misc. Sens...:	ELEKTRIKLI EKIPMANLAR
LIGHTING		Misc. Latent:	ELEKTRIKLI EKIPMANLAR
Overhead Fixture:	Recessed	INFILTRATION	
Lamp Wattage....:	15.00 W/sqm	Cooling.....:	0.00 L/s/sqm
Ballast Mult....:	1.25	Heating.....:	0.00 L/s/sqm
Task Lighting...:	0.00 W/sqm	Typical.....:	0.00 L/s/sqm
PEOPLE		When Fan On.?	N
Occupancy.....:	1 People	FLOOR	
Activity Level...:	Sedentary Work	Type.....:	Above Conditioned Space
Sensible.....:	82.1 W		
Latent.....:	79.1 W		
THER LOADS			
Equipment.....:	0.00 W/sqm		
Misc. Sensible...:	0.0 W		
Misc. Latent....:	0.0 W		

=====

o external wall or window data for this space.

=====

o roof or door data for this space.

=====

o partition data for this space.

=====

SPACE DESCRIPTION

repared by: ELMAK A.S.
AP v3.23

05-07-99
Page 1

GENERAL
Name.....: 2101A PERFUZYONISTLER
Floor Area.....: 10.3 sqm
Building Weight.: 341.8 kg/sqm
Windows Shaded..?: N
Partitions Used..? N

SCHEDULES
Lighting.....: AYDINLATMA
Task Lights.: AYDINLATMA
People.....: INSAN YO;UNLU;U
Equipment...: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR
Misc. Sens...: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR
Misc. Latent: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR

LIGHTING
Overhead Fixture: Recessed
Lamp Wattage....: 15.00 W/sqm
Ballast Mult....: 1.25
Task Lighting...: 0.00 W/sqm
PEOPLE
Occupancy.....: 3 People
Activity Level..: Sedentary Work
Sensible.....: 82.1 W
Latent.....: 79.1 W

INFILTRATION
Cooling.....: 0.00 L/s/sqm
Heating.....: 0.00 L/s/sqm
Typical.....: 0.00 L/s/sqm
When Fan On.? N

THER LOADS
Equipment.....: 0.00 W/sqm
Misc. Sensible..: 0.0 W
Misc. Latent....: 0.0 W

FLOOR
Type.....:Above Conditioned Space

=====

o external wall or window data for this space.

=====

o roof or door data for this space.

=====

o partition data for this space.

=====



SPACE DESCRIPTION

Prepared by: ELMAK A.S.
HAP v3.23

05-07-99
Page 1

GENERAL
Name.....: 2102 GN.AMELIYATHANE 1
Floor Area.....: 33.5 sqm
Building Weight.: 341.8 kg/sqm
Windows Shaded..? N
Partitions Used.? N

SCHEDULES
Lighting.....: AYDINLATMA
Task Lights.: AYDINLATMA
People.....: INSAN YO|UNLU|U
Equipment...: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR
Misc. Sens...: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR
Misc. Latent: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR

LIGHTING
Overhead Fixture: Recessed
Lamp Wattage....: 15.00 W/sqm
Ballast Mult....: 1.25
Task Lighting...: 0.00 W/sqm

INFILTRATION
Cooling.....: 0.00 L/s/sqm
Heating.....: 0.00 L/s/sqm
Typical.....: 0.00 L/s/sqm
When Fan On.? N

PEOPLE
Occupancy.....: 5 People
Activity Level..: Sedentary Work
Sensible.....: 82.1 W
Latent.....: 79.1 W

FLOOR
Type.....:Above Conditioned Space

OTHER LOADS
Equipment.....: 0.0 W
Misc. Sensible..: 5000.0 W
Misc. Latent....: 0.0 W

=====
No external wall or window data for this space.
=====

=====
No roof or door data for this space.
=====

=====
No partition data for this space.
=====



SPACE DESCRIPTION

Prepared by: ELMAK A.S.

05-07-99

HAP v3.23

Page 1

GENERAL

Name.....: 2103 POMPA ODASI
 Floor Area.....: 11.1 sqm
 Building Weight..: 341.8 kg/sqm
 Windows Shaded..?: N
 Partitions Used..? N

LIGHTING

Overhead Fixture: Recessed
 Lamp Wattage....: 15.00 W/sqm
 Ballast Mult....: 1.25
 Task Lighting...: 0.00 W/sqm

PEOPLE

Occupancy.....: 0 People
 Activity Level..: Sedentary Work
 Sensible.....: 82.1 W
 Latent.....: 79.1 W

OTHER LOADS

Equipment.....: 1000.0 W
 Misc. Sensible..: 0.0 W
 Misc. Latent....: 0.0 W

SCHEDULES

Lighting.....: AYDINLATMA
 Task Lights..: AYDINLATMA
 People.....: INSAN YO!UNLU!U
 Equipment...: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR
 Misc. Sens..: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR
 Misc. Latent: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR

INFILTRATION

Cooling.....: 0.00 L/s/sqm
 Heating.....: 0.00 L/s/sqm
 Typical.....: 0.00 L/s/sqm
 When Fan On.? N

FLOOR

Type.....:Above Conditioned Space

=====
 No external wall or window data for this space.
 =====

=====
 No roof or door data for this space.
 =====

=====
 No partition data for this space.
 =====

SPACE DESCRIPTION

Prepared by: ELMAK A.S.

05-07-99

HAP v3.23

Page 1

GENERAL

Name.....: 2104 KVC AMELIYATHANE
 Floor Area.....: 33.5 sqm
 Building Weight.: 341.8 kg/sqm
 Windows Shaded..?: N
 Partitions Used.? N

LIGHTING

Overhead Fixture: Recessed
 Lamp Wattage.....: 15.00 W/sqm
 Ballast Mult.....: 1.25
 Task Lighting....: 0.00 W/sqm

PEOPLE

Occupancy.....: 5 People
 Activity Level..: Sedentary Work
 Sensible.....: 82.1 W
 Latent.....: 79.1 W

OTHER LOADS

Equipment.....: 0.00 W/sqm
 Misc. Sensible...: 5000.0 W
 Misc. Latent.....: 0.0 W

SCHEDULES

Lighting.....: AYDINLATMA
 Task Lights.: AYDINLATMA
 People.....: INSAN YO!UNLU!U
 Equipment...: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR
 Misc. Sens..: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR
 Misc. Latent: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR

INFILTRATION

Cooling.....: 0.00 L/s/sqm
 Heating.....: 0.00 L/s/sqm
 Typical.....: 0.00 L/s/sqm
 When Fan On.? N

FLOOR

Type.....:Above Conditioned Space

=====
 No external wall or window data for this space.
 =====

=====
 No roof or door data for this space.
 =====

=====
 No partition data for this space.
 =====

SPACE DESCRIPTION

Prepared by: ELMAK A.S.

05-07-99

HAP v3.23

Page 1

GENERAL

Name.....: 2105 KATETER MALZ.YIKAMA
 Floor Area.....: 5.8 sqm
 Building Weight.: 341.8 kg/sqm
 Windows Shaded..?: N
 Partitions Used.? N

SCHEDULES

Lighting.....: AYDINLATMA
 Task Lights.: AYDINLATMA
 People.....: INSAN YO!UNLU!U
 Equipment...: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR
 Misc. Sens...: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR
 Misc. Latent: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR

LIGHTING

Overhead Fixture: Recessed
 Lamp Wattage....: 15.00 W/sqm
 Ballast Mult....: 1.25
 Task Lighting...: 0.00 W/sqm

INFILTRATION

Cooling.....: 0.00 L/s/sqm
 Heating.....: 0.00 L/s/sqm
 Typical.....: 0.00 L/s/sqm
 When Fan On.? N

PEOPLE

Occupancy.....: 0 People
 Activity Level..: Sedentary Work
 Sensible.....: 82.1 W
 Latent.....: 79.1 W

FLOOR

Type.....:Above Conditioned Space

OTHER LOADS

Equipment.....: 0.00 W/sqm
 Misc. Sensible...: 0.0 W
 Misc. Latent....: 0.0 W

=====
 No external wall or window data for this space.
 =====

=====
 No roof or door data for this space.
 =====

=====
 No partition data for this space.
 =====

SPACE DESCRIPTION

repared by: ELMAK A.S.

05-07-99

AP v3.23

Page 1

GENERAL		SCHEDULES	
Name.....:	2106 KATETER DEPO	Lighting.....:	AYDINLATMA
Floor Area.....:	5.2 sqm	Task Lights..:	AYDINLATMA
Building Weight.:	341.8 kg/sqm	People.....:	INSAN YO!UNLU!U
Windows Shaded..?	N	Equipment...:	ELEKTRIKLI EKIPMANLAR
Partitions Used.?	N	Misc. Sens...:	ELEKTRIKLI EKIPMANLAR
LIGHTING		Misc. Latent:	ELEKTRIKLI EKIPMANLAR
Overhead Fixture:	Recessed	INFILTRATION	
Lamp Wattage....:	15.00 W/sqm	Cooling.....:	0.00 L/s/sqm
Ballast Mult....:	1.25	Heating.....:	0.00 L/s/sqm
Task Lighting...:	0.00 W/sqm	Typical.....:	0.00 L/s/sqm
PEOPLE		When Fan On.?	N
Occupancy.....:	0 People	FLOOR	
Activity Level...:	Sedentary Work	Type.....:	Above Conditioned Space
Sensible.....:	82.1 W		
Latent.....:	79.1 W		
OTHER LOADS			
Equipment.....:	0.00 W/sqm		
Misc. Sensible...:	0.0 W		
Misc. Latent....:	0.0 W		

=====

o external wall or window data for this space.

=====

o roof or door data for this space.

=====

o partition data for this space.

=====

SPACE DESCRIPTION

Prepared by: ELMAK A.S.

05-07-99

HAP v3.23

Page 1

GENERAL

Name.....: 2107 KATETER
 Floor Area.....: 47.1 sqm
 Building Weight.: 341.8 kg/sqm
 Windows Shaded..?: N
 Partitions Used.? N

SCHEDULES

Lighting.....: AYDINLATMA
 Task Lights.: AYDINLATMA
 People.....: INSAN YO|UNLU|U
 Equipment...: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR
 Misc. Sens...: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR
 Misc. Latent: ELEKTRIKLI EKIPMANLAR

LIGHTING

Overhead Fixture: Recessed
 Lamp Wattage....: 15.00 W/sqm
 Ballast Mult....: 1.25
 Task Lighting...: 0.00 W/sqm

INFILTRATION

Cooling.....: 0.00 L/s/sqm
 Heating.....: 0.00 L/s/sqm
 Typical.....: 0.00 L/s/sqm
 When Fan On.? N

PEOPLE

Occupancy.....: 2 People
 Activity Level..: Sedentary Work
 Sensible.....: 82.1 W
 Latent.....: 79.1 W

FLOOR

Type.....:Above Conditioned Space

OTHER LOADS

Equipment.....: 0.00 W/sqm
 Misc. Sensible..: 5000.0 W
 Misc. Latent....: 0.0 W

=====
 No external wall or window data for this space.
 =====

=====
 No roof or door data for this space.
 =====

=====
 No partition data for this space.
 =====

Ek 2 Steril hacimlerin ısı kazancı hesabı çıktıları

SPACE DESIGN LOAD SUMMARY

Air System.: UYANMA HACIMLERI-AMELIYATHANELER
 Weather....: Istanbul, Turkey
 Prepared By: ELMAK A.S.

09-07-99
 HAP v3.23
 Page 4

TABLE 4A. SPACE AND ZONE NAME

SPACE...: 2047 G.AMELIYATHANE2	COOLING AT.....: Jan @ 2300
IN ZONE: Zone 1	COOLING OA DB/RH..: 15.1 C / 94 %
	HEATING OA DB.....: -3.0 C

TABLE 4B. SPACE COMPONENT LOADS

Load Component	Details	C O O L I N G		HEATING
		Sensible (W)	Latent (W)	Sensible (W)
Solar Loads	0 sqm	0	-	-
Wall Transmission	0 sqm	0	-	0
Roof Transmission	0 sqm	0	-	0
Glass Transmission	0 sqm	0	-	0
Skylight Transmission	0 sqm	0	-	0
Door Transmission	0 sqm	0	-	0
Floor Transmission	0 sqm	0	-	0
Partitions	0 sqm	0	-	0
Ceiling	0 sqm	0	-	0
Overhead Lights	578 W	578	-	-
Task Lights	0 W	0	-	-
Electric Equipment	0 W	0	-	-
People	5 people	410	396	-
Infiltration		0	0	0
Miscellaneous		5000	0	-
Safety Factor	5/ 5/ 5 %	299	20	0
>>Total Space Loads (1)		6287	415	0

| Note: (1) Zone loads calculated at 22.0 C cooling, 22.0 C heating. |

TABLE 4C. WALL, WINDOW, DOOR, ROOF

Area (sqm) Type	U-val	Shade Coeff	C O O L I N G		HEATING
			TRANS. (W)	SOLAR (W)	TRANS. (W)

SPACE DESIGN LOAD SUMMARY

Air System.: STERIL KORIDOR VE CEVRESI
 Weather....: Istanbul, Turkey
 Prepared By: ELMAK A.S.

09-07-99
 HAP v3.23
 Page 1

TABLE 1A. SPACE AND ZONE NAME

SPACE..: 2048 CIHAZ DEPOSU	COOLING AT.....: Jan @ 2300
IN ZONE: Zone 1	COOLING OA DB/RH..: 15.1 C / 94 %
	HEATING OA DB.....: -3.0 C

TABLE 1B. SPACE COMPONENT LOADS

Load Component	Details	C O O L I N G		HEATING
		Sensible (W)	Latent (W)	Sensible (W)
Solar Loads	0 sqm	0	-	-
Wall Transmission	0 sqm	0	-	0
Roof Transmission	0 sqm	0	-	0
Glass Transmission	0 sqm	0	-	0
Skylight Transmission	0 sqm	0	-	0
Door Transmission	0 sqm	0	-	0
Floor Transmission	0 sqm	0	-	0
Partitions	0 sqm	0	-	0
Ceiling	0 sqm	0	-	0
Overhead Lights	274 W	274	-	-
Task Lights	0 W	0	-	-
Electric Equipment	0 W	0	-	-
People	1 people	82	79	-
Infiltration		0	0	0
Miscellaneous		0	0	-
Safety Factor	5/ 5/ 5 %	18	4	0
>>Total Space Loads (1)		374	83	0

Note: (1) Zone loads calculated at 22.0 C cooling, 22.0 C heating.

TABLE 1C. WALL, WINDOW, DOOR, ROOF

Area (sqm)	Type	U-val	Shade Coeff	C O O L I N G		HEATING
				TRANS. (W)	SOLAR (W)	TRANS. (W)

SPACE DESIGN LOAD SUMMARY

Air System.: STERIL KORIDOR VE CEVRESI

09-07-99

Weather....: Istanbul, Turkey

HAP v3.23

Prepared By: ELMAK A.S.

Page 3

TABLE 3A. SPACE AND ZONE NAME

SPACE..: 2050 STERIL MALZ.DEPOSU	COOLING AT.....: Jan @ 2300
IN ZONE: Zone 1	COOLING OA DB/RH...: 15.1 C / 94 %
	HEATING OA DB.....: -3.0 C

TABLE 3B. SPACE COMPONENT LOADS

Load Component	Details	C O O L I N G		HEATING
		Sensible (W)	Latent (W)	Sensible (W)
Solar Loads	0 sqm	0	-	-
Wall Transmission	0 sqm	0	-	0
Roof Transmission	0 sqm	0	-	0
Glass Transmission	0 sqm	0	-	0
Skylight Transmission	0 sqm	0	-	0
Door Transmission	0 sqm	0	-	0
Floor Transmission	0 sqm	0	-	0
Partitions	0 sqm	0	-	0
Ceiling	0 sqm	0	-	0
Overhead Lights	587 W	587	-	-
Task Lights	0 W	0	-	-
Electric Equipment	0 W	0	-	-
People	0 people	0	0	-
Infiltration		0	0	0
Miscellaneous		0	0	-
Safety Factor	5/ 5/ 5 %	29	0	0
>>Total Space Loads (1)		616	0	0

Note: (1) Zone loads calculated at 22.0 C cooling, 22.0 C heating.

TABLE 3C. WALL, WINDOW, DOOR, ROOF

Area (sqm)	Type	U-val	Shade Coeff	C O O L I N G		HEATING
				TRANS. (W)	SOLAR (W)	TRANS. (W)

SPACE DESIGN LOAD SUMMARY

Air System.: STERIL KORIDOR VE CEVRESI

09-07-99

Weather....: Istanbul, Turkey

HAP v3.23

Prepared By: ELMAK A.S.

Page 4

TABLE 4A. SPACE AND ZONE NAME

SPACE...: 2052 SORUMLU HEMSIRE	COOLING AT.....: Jan @ 2300
IN ZONE: Zone 1	COOLING OA DB/RH...: 15.1 C / 94 %
	HEATING OA DB.....: -3.0 C

TABLE 4B. SPACE COMPONENT LOADS

Load Component	Details	C O O L I N G		HEATING
		Sensible (W)	Latent (W)	Sensible (W)
Solar Loads	0 sqm	0	-	-
Wall Transmission	0 sqm	0	-	0
Roof Transmission	0 sqm	0	-	0
Glass Transmission	0 sqm	0	-	0
Skylight Transmission	0 sqm	0	-	0
Door Transmission	0 sqm	0	-	0
Floor Transmission	0 sqm	0	-	0
Partitions	0 sqm	0	-	0
Ceiling	0 sqm	0	-	0
Overhead Lights	138 W	138	-	-
Task Lights	0 W	0	-	-
Electric Equipment	0 W	0	-	-
People	1 people	82	79	-
Infiltration		0	0	0
Miscellaneous		0	0	-
Safety Factor	5/ 5/ 5 %	11	4	0
>>Total Space Loads (1)		231	83	0

Note: (1) Zone loads calculated at 22.0 C cooling, 22.0 C heating.

TABLE 4C. WALL, WINDOW, DOOR, ROOF

Area (sqm)	Type	U-val	Shade Coeff	C O O L I N G		HEATING
				TRANS. (W)	SOLAR (W)	TRANS. (W)

SPACE DESIGN LOAD SUMMARY

Air System.: STERIL KORIDOR VE CEVRESI

09-07-99

Weather...: Istanbul, Turkey

HAP v3.23

Prepared By: ELMAK A.S.

Page 5

TABLE 5A. SPACE AND ZONE NAME

SPACE...: 2053 DOKTORLAR ODASI	COOLING AT.....: Jan @ 2300
IN ZONE: Zone 1	COOLING OA DB/RH...: 15.1 C / 94 %
	HEATING OA DB.....: -3.0 C

TABLE 5B. SPACE COMPONENT LOADS

Load Component	Details	C O O L I N G		HEATING
		Sensible (W)	Latent (W)	Sensible (W)
Solar Loads	0 sqm	0	-	-
Wall Transmission	0 sqm	0	-	0
Roof Transmission	0 sqm	0	-	0
Glass Transmission	0 sqm	0	-	0
Skylight Transmission	0 sqm	0	-	0
Door Transmission	0 sqm	0	-	0
Floor Transmission	0 sqm	0	-	0
Partitions	0 sqm	0	-	0
Ceiling	0 sqm	0	-	0
Overhead Lights	163 W	163	-	-
Task Lights	0 W	0	-	-
Electric Equipment	0 W	0	-	-
People	1 people	82	79	-
Infiltration		0	0	0
Miscellaneous		0	0	-
Safety Factor	5/ 5/ 5 %	12	4	0
>>Total Space Loads (1)		257	83	0

Note: (1) Zone loads calculated at 22.0 C cooling, 22.0 C heating.

TABLE 5C. WALL, WINDOW, DOOR, ROOF

Area (sqm)	Type	U-val	Shade Coeff	C O O L I N G		HEATING
				TRANS. (W)	SOLAR (W)	TRANS. (W)

SPACE DESIGN LOAD SUMMARY

Air System.: UYANMA HACIMLERI-AMELIYATHANELER
 Weather.....: Istanbul, Turkey
 Prepared By: ELMAK A.S.

09-07-99
 HAP v3.23
 Page 9

TABLE 9A. SPACE AND ZONE NAME

SPACE..: 2067 UYANMA	COOLING AT.....: Jan @ 2300
IN ZONE: Zone 1	COOLING OA DB/RH...: 15.1 C / 94 %
	HEATING OA DB.....: -3.0 C

TABLE 9B. SPACE COMPONENT LOADS

Load Component	Details	C O O L I N G		HEATING
		Sensible (W)	Latent (W)	Sensible (W)
Solar Loads	0 sqm	0	-	-
Wall Transmission	0 sqm	0	-	0
Roof Transmission	0 sqm	0	-	0
Glass Transmission	0 sqm	0	-	0
Skylight Transmission	0 sqm	0	-	0
Door Transmission	0 sqm	0	-	0
Floor Transmission	0 sqm	0	-	0
Partitions	0 sqm	0	-	0
Ceiling	0 sqm	0	-	0
Overhead Lights	472 W	472	-	-
Task Lights	0 W	0	-	-
Electric Equipment	0 W	0	-	-
People	2 people	164	158	-
Infiltration		0	0	0
Miscellaneous		0	0	-
Safety Factor	5/ 5/ 5 %	32	8	0
>>Total Space Loads (1)		668	166	0

Note: (1) Zone loads calculated at 22.0 C cooling, 22.0 C heating.

TABLE 9C. WALL, WINDOW, DOOR, ROOF

Area (sqm) Type	U-val	Shade Coeff	C O O L I N G		HEATING
			TRANS. (W)	SOLAR (W)	TRANS. (W)

SPACE DESIGN LOAD SUMMARY

Air System.: UYANMA HACIMLERI-AMELIYATHANELER
 Weather....: Istanbul, Turkey
 Prepared By: ELMAK A.S.

09-07-99
 HAP v3.23
 Page 6

TABLE 6A. SPACE AND ZONE NAME

SPACE..: 2070 ANESTEZI	COOLING AT.....: Jan @ 2300
IN ZONE: Zone 1	COOLING OA DB/RH..: 15.1 C / 94 %
	HEATING OA DB.....: -3.0 C

TABLE 6B. SPACE COMPONENT LOADS

Load Component	Details	C O O L I N G		HEATING
		Sensible (W)	Latent (W)	Sensible (W)
Solar Loads	0 sqm	0	-	-
Wall Transmission	0 sqm	0	-	0
Roof Transmission	0 sqm	0	-	0
Glass Transmission	0 sqm	0	-	0
Skylight Transmission	0 sqm	0	-	0
Door Transmission	0 sqm	0	-	0
Floor Transmission	0 sqm	0	-	0
Partitions	0 sqm	0	-	0
Ceiling	0 sqm	0	-	0
Overhead Lights	287 W	287	-	-
Task Lights	0 W	0	-	-
Electric Equipment	0 W	0	-	-
People	5 people	410	396	-
Infiltration		0	0	0
Miscellaneous		2000	0	-
Safety Factor	5/ 5/ 5 %	135	20	0
>>Total Space Loads (1)		2832	415	0

Note: (1) Zone loads calculated at 22.0 C cooling, 22.0 C heating.

TABLE 6C. WALL, WINDOW, DOOR, ROOF

SPACE DESIGN LOAD SUMMARY

Air System.: UYANMA HACIMLERI-AMELIYATHANELER
 Weather....: Istanbul, Turkey
 Prepared By: ELMAK A.S.

09-07-99
 HAP v3.23
 Page 7

TABLE 7A. SPACE AND ZONE NAME

SPACE...: 2071 DAY G.AMELIYATHANE2	COOLING AT.....: Jan @ 2300
IN ZONE: Zone 1	COOLING OA DB/RH..: 15.1 C / 94 %
	HEATING OA DB.....: -3.0 C

TABLE 7B. SPACE COMPONENT LOADS

Load Component	Details	C O O L I N G		HEATING
		Sensible (W)	Latent (W)	Sensible (W)
Solar Loads	0 sqm	0	-	-
Wall Transmission	0 sqm	0	-	0
Roof Transmission	0 sqm	0	-	0
Glass Transmission	0 sqm	0	-	0
Skylight Transmission	0 sqm	0	-	0
Door Transmission	0 sqm	0	-	0
Floor Transmission	0 sqm	0	-	0
Partitions	0 sqm	0	-	0
Ceiling	0 sqm	0	-	0
Overhead Lights	612 W	612	-	-
Task Lights	0 W	0	-	-
Electric Equipment	0 W	0	-	-
People	5 people	410	396	-
Infiltration		0	0	0
Miscellaneous		5000	0	-
Safety Factor	5/ 5/ 5 %	301	20	0
>>Total Space Loads (1)		6324	415	0

Note: (1) Zone loads calculated at 22.0 C cooling, 22.0 C heating.

TABLE 7C. WALL, WINDOW, DOOR, ROOF

Area (sqm) Type	U-val	Shade Coeff	C O O L I N G		HEATING
			TRANS. (W)	SOLAR (W)	TRANS. (W)

SPACE DESIGN LOAD SUMMARY

Air System.: STERIL KORIDOR VE CEVRESI

09-07-99

Weather....: Istanbul, Turkey

HAP v3.23

Prepared By: ELMAK A.S.

Page 8

TABLE 8A. SPACE AND ZONE NAME

SPACE...: 2074 TEMİZ MALZ.ODASI	COOLING AT.....: Jan @ 2300
IN ZONE: Zone 1	COOLING OA DB/RH...: 15.1 C / 94 %
	HEATING OA DB.....: -3.0 C

TABLE 8B. SPACE COMPONENT LOADS

Load Component	Details	C O O L I N G		HEATING
		Sensible (W)	Latent (W)	Sensible (W)
Solar Loads	0 sqm	0	-	-
Wall Transmission	0 sqm	0	-	0
Roof Transmission	0 sqm	0	-	0
Glass Transmission	0 sqm	0	-	0
Skylight Transmission	0 sqm	0	-	0
Door Transmission	0 sqm	0	-	0
Floor Transmission	0 sqm	0	-	0
Partitions	0 sqm	0	-	0
Ceiling	0 sqm	0	-	0
Overhead Lights	72 W	72	-	-
Task Lights	0 W	0	-	-
Electric Equipment	0 W	0	-	-
People	0 people	0	0	-
Infiltration		0	0	0
Miscellaneous		0	0	-
Safety Factor	5/ 5/ 5 %	4	0	0
>>Total Space Loads (1)		76	0	0

| Note: (1) Zone loads calculated at 22.0 C cooling, 22.0 C heating. |

TABLE 8C. WALL, WINDOW, DOOR, ROOF

Area (sqm)	Type	U-val	Shade Coeff	C O O L I N G		HEATING
				TRANS. (W)	SOLAR (W)	TRANS. (W)

SPACE DESIGN LOAD SUMMARY

Air System.: STERIL KORIDOR VE CEVRESI

09-07-99

Weather....: Istanbul, Turkey

HAP v3.23

Prepared By: ELMAK A.S.

Page 9

TABLE 9A. SPACE AND ZONE NAME

SPACE...: 2075 KIRLI ODA	COOLING AT.....: Jan @ 2300
IN ZONE: Zone 1	COOLING OA DB/RH...: 15.1 C / 94 %
	HEATING OA DB.....: -3.0 C

TABLE 9B. SPACE COMPONENT LOADS

Load Component	Details	C O O L I N G		HEATING
		Sensible (W)	Latent (W)	Sensible (W)
Solar Loads	0 sqm	0	-	-
Wall Transmission	0 sqm	0	-	0
Roof Transmission	0 sqm	0	-	0
Glass Transmission	0 sqm	0	-	0
Skylight Transmission	0 sqm	0	-	0
Door Transmission	0 sqm	0	-	0
Floor Transmission	0 sqm	0	-	0
Partitions	0 sqm	0	-	0
Ceiling	0 sqm	0	-	0
Overhead Lights	149 W	149	-	-
Task Lights	0 W	0	-	-
Electric Equipment	0 W	0	-	-
People	0 people	0	0	-
Infiltration		0	0	0
Miscellaneous		0	0	-
Safety Factor	5/ 5/ 5 %	7	0	0
>>Total Space Loads (1)		157	0	0

| Note: (1) Zone loads calculated at 22.0 C cooling, 22.0 C heating. |

TABLE 9C. WALL, WINDOW, DOOR, ROOF

Area (sqm)	Type	U-val	Shade Coeff	C O O L I N G		HEATING
				TRANS. (W)	SOLAR (W)	TRANS. (W)

SPACE DESIGN LOAD SUMMARY

Air System.: STERIL KORIDOR VE CEVRESI

09-07-99

Weather....: Istanbul, Turkey

HAP v3.23

Prepared By: ELMAK A.S.

Page 14

TABLE 14A. SPACE AND ZONE NAME

SPACE...: 2095 CIHAZ ODASI	COOLING AT.....: Jan @ 2300
IN ZONE: Zone 1	COOLING OA DB/RH...: 15.1 C / 94 %
	HEATING OA DB.....: -3.0 C

TABLE 14B. SPACE COMPONENT LOADS

Load Component	Details	C O O L I N G		HEATING
		Sensible (W)	Latent (W)	Sensible (W)
Solar Loads	0 sqm	0	-	-
Wall Transmission	0 sqm	0	-	0
Roof Transmission	0 sqm	0	-	0
Glass Transmission	0 sqm	0	-	0
Skylight Transmission	0 sqm	0	-	0
Door Transmission	0 sqm	0	-	0
Floor Transmission	0 sqm	0	-	0
Partitions	0 sqm	0	-	0
Ceiling	0 sqm	0	-	0
Overhead Lights	116 W	116	-	-
Task Lights	0 W	0	-	-
Electric Equipment	0 W	0	-	-
People	0 people	0	0	-
Infiltration		0	0	0
Miscellaneous		100	0	-
Safety Factor	5/ 5/ 5 %	11	0	0
>>Total Space Loads (1)		227	0	0

Note: (1) Zone loads calculated at 22.0 C cooling, 22.0 C heating.

TABLE 14C. WALL, WINDOW, DOOR, ROOF

Area (sqm)	Type	U-val	Shade Coeff	C O O L I N G		HEATING
				TRANS. (W)	SOLAR (W)	TRANS. (W)

SPACE DESIGN LOAD SUMMARY

Air System.: STERIL KORIDOR VE CEVRESI
 Weather....: Istanbul, Turkey
 Prepared By: ELMAK A.S.

09-07-99
 HAP v3.23
 Page 10

TABLE 10A. SPACE AND ZONE NAME

SPACE...: 2097 STERIL KORIDOR	COOLING AT.....: Jan @ 2300
IN ZONE: Zone 1	COOLING OA DB/RH...: 15.1 C / 94 %
	HEATING OA DB.....: -3.0 C

TABLE 10B. SPACE COMPONENT LOADS

Load Component	Details	C O O L I N G		HEATING
		Sensible (W)	Latent (W)	Sensible (W)
Solar Loads	0 sqm	0	-	-
Wall Transmission	0 sqm	0	-	0
Roof Transmission	0 sqm	0	-	0
Glass Transmission	0 sqm	0	-	0
Skylight Transmission	0 sqm	0	-	0
Door Transmission	0 sqm	0	-	0
Floor Transmission	0 sqm	0	-	0
Partitions	0 sqm	0	-	0
Ceiling	0 sqm	0	-	0
Overhead Lights	4875 W	4875	-	-
Task Lights	0 W	0	-	-
Electric Equipment	0 W	0	-	-
People	2 people	164	158	-
Infiltration		0	0	0
Miscellaneous		0	0	-
Safety Factor	5/ 5/ 5 %	252	8	0
>>Total Space Loads (1)		5291	166	0

Note: (1) Zone loads calculated at 22.0 C cooling, 22.0 C heating.

TABLE 10C. WALL, WINDOW, DOOR, ROOF

Area (sqm)	Type	U-val	Shade Coeff	C O O L I N G		HEATING
				TRANS. (W)	SOLAR (W)	TRANS. (W)

SPACE DESIGN LOAD SUMMARY

Air System.: STERIL KORIDOR VE CEVRESI

09-07-99

Weather....: Istanbul, Turkey

HAP v3.23

Prepared By: ELMAK A.S.

Page 12

TABLE 12A. SPACE AND ZONE NAME

SPACE...: 2101A PERFUZYONISTLER	COOLING AT.....: Jan @ 2300
IN ZONE: Zone 1	COOLING OA DB/RH...: 15.1 C / 94 %
	HEATING OA DB.....: -3.0 C

TABLE 12B. SPACE COMPONENT LOADS

Load Component	Details	C O O L I N G		HEATING
		Sensible (W)	Latent (W)	Sensible (W)
Solar Loads	0 sqm	0	-	-
Wall Transmission	0 sqm	0	-	0
Roof Transmission	0 sqm	0	-	0
Glass Transmission	0 sqm	0	-	0
Skylight Transmission	0 sqm	0	-	0
Door Transmission	0 sqm	0	-	0
Floor Transmission	0 sqm	0	-	0
Partitions	0 sqm	0	-	0
Ceiling	0 sqm	0	-	0
Overhead Lights	193 W	193	-	-
Task Lights	0 W	0	-	-
Electric Equipment	0 W	0	-	-
People	3 people	246	237	-
Infiltration		0	0	0
Miscellaneous		0	0	-
Safety Factor	5/ 5/ 5 %	22	12	0
>>Total Space Loads (1)		461	249	0

Note: (1) Zone loads calculated at 22.0 C cooling, 22.0 C heating.

TABLE 12C. WALL, WINDOW, DOOR, ROOF

Area (sqm)	Type	U-val	Shade Coeff	C O O L I N G		HEATING
				TRANS. (W)	SOLAR (W)	TRANS. (W)

SPACE DESIGN LOAD SUMMARY

Air System.: UYANMA HACIMLERI-AMELIYATHANELER
 Weather....: Istanbul, Turkey
 Prepared By: ELMAK A.S.

09-07-99
 HAP v3.23
 Page 1

TABLE 1A. SPACE AND ZONE NAME

SPACE...: 2102 G.AMELIYATHANE1	COOLING AT.....: Jan @ 2300
IN ZONE: Zone 1	COOLING OA DB/RH...: 15.1 C / 94 %
	HEATING OA DB.....: -3.0 C

TABLE 1B. SPACE COMPONENT LOADS

Load Component	Details	C O O L I N G		HEATING
		Sensible (W)	Latent (W)	Sensible (W)
Solar Loads	0 sqm	0	-	-
Wall Transmission	0 sqm	0	-	0
Roof Transmission	0 sqm	0	-	0
Glass Transmission	0 sqm	0	-	0
Skylight Transmission	0 sqm	0	-	0
Door Transmission	0 sqm	0	-	0
Floor Transmission	0 sqm	0	-	0
Partitions	0 sqm	0	-	0
Ceiling	0 sqm	0	-	0
Overhead Lights	628 W	628	-	-
Task Lights	0 W	0	-	-
Electric Equipment	0 W	0	-	-
People	5 people	410	396	-
Infiltration		0	0	0
Miscellaneous		5000	0	-
Safety Factor	5/ 5/ 5 %	302	20	0
>>Total Space Loads (1)		6340	415	0

| Note: (1) Zone loads calculated at 22.0 C cooling, 22.0 C heating. |

TABLE 1C. WALL, WINDOW, DOOR, ROOF

Area (sqm) Type	U-val	Shade Coeff	C O O L I N G		HEATING
			TRANS. (W)	SOLAR (W)	TRANS. (W)

SPACE DESIGN LOAD SUMMARY

Air System.: UYANMA HACIMLERI-AMELIYATHANELER
 Weather....: Istanbul, Turkey
 Prepared By: ELMAK A.S.

09-07-99
 HAP v3.23
 Page 2

TABLE 2A. SPACE AND ZONE NAME

SPACE...: 2103 POMPA ODASI	COOLING AT.....: Jan @ 2300
IN ZONE: Zone 1	COOLING OA DB/RH...: 15.1 C / 94 %
	HEATING OA DB.....: -3.0 C

TABLE 2B. SPACE COMPONENT LOADS

Load Component	Details	C O O L I N G		HEATING
		Sensible (W)	Latent (W)	Sensible (W)
Solar Loads	0 sqm	0	-	-
Wall Transmission	0 sqm	0	-	0
Roof Transmission	0 sqm	0	-	0
Glass Transmission	0 sqm	0	-	0
Skylight Transmission	0 sqm	0	-	0
Door Transmission	0 sqm	0	-	0
Floor Transmission	0 sqm	0	-	0
Partitions	0 sqm	0	-	0
Ceiling	0 sqm	0	-	0
Overhead Lights	208 W	208	-	-
Task Lights	0 W	0	-	-
Electric Equipment	0 W	0	-	-
People	0 people	0	0	-
Infiltration		0	0	0
Miscellaneous		1500	0	-
Safety Factor	5/ 5/ 5 %	85	0	0
>>Total Space Loads (1)		1794	0	0

Note: (1) Zone loads calculated at 22.0 C cooling, 22.0 C heating.

TABLE 2C. WALL, WINDOW, DOOR, ROOF

Area (sqm)	Type	U-val	Shade Coeff	C O O L I N G		HEATING
				TRANS. (W)	SOLAR (W)	TRANS. (W)

SPACE DESIGN LOAD SUMMARY

Air System.: STERIL KORIDOR VE CEVRESI
 Weather....: Istanbul, Turkey
 Prepared By: ELMAK A.S.

09-07-99
 HAP v3.23
 Page 13

TABLE 13A. SPACE AND ZONE NAME

SPACE...: 2105 KATETER MALZ.YIKAMA	COOLING AT.....: Jan @ 2300
IN ZONE: Zone 1	COOLING OA DB/RH...: 15.1 C / 94 %
	HEATING OA DB.....: -3.0 C

TABLE 13B. SPACE COMPONENT LOADS

Load Component	Details	C O O L I N G		HEATING
		Sensible (W)	Latent (W)	Sensible (W)
Solar Loads	0 sqm	0	-	-
Wall Transmission	0 sqm	0	-	0
Roof Transmission	0 sqm	0	-	0
Glass Transmission	0 sqm	0	-	0
Skylight Transmission	0 sqm	0	-	0
Door Transmission	0 sqm	0	-	0
Floor Transmission	0 sqm	0	-	0
Partitions	0 sqm	0	-	0
Ceiling	0 sqm	0	-	0
Overhead Lights	109 W	109	-	-
Task Lights	0 W	0	-	-
Electric Equipment	0 W	0	-	-
People	0 people	0	0	-
Infiltration		0	0	0
Miscellaneous		0	0	-
Safety Factor	5/ 5/ 5 %	5	0	0
>>Total Space Loads (1)		114	0	0

Note: (1) Zone loads calculated at 22.0 C cooling, 22.0 C heating.

TABLE 13C. WALL, WINDOW, DOOR, ROOF

Area (sqm)	Type	U-val	Shade Coeff	C O O L I N G		HEATING
				TRANS. (W)	SOLAR (W)	TRANS. (W)

SPACE DESIGN LOAD SUMMARY

Air System.: STERIL KORIDOR VE CEVRESI
 Weather....: Istanbul, Turkey
 Prepared By: ELMAK A.S.

09-07-99
 HAP v3.23
 Page 16

TABLE 16A. SPACE AND ZONE NAME

SPACE..: 2106 KATETER DEPO	COOLING AT.....: Jan @ 2300
IN ZONE: Zone 1	COOLING OA DB/RH..: 15.1 C / 94 %
	HEATING OA DB.....: -3.0 C

TABLE 16B. SPACE COMPONENT LOADS

Load Component	Details	C O O L I N G		HEATING
		Sensible (W)	Latent (W)	Sensible (W)
Solar Loads	0 sqm	0	-	-
Wall Transmission	0 sqm	0	-	0
Roof Transmission	0 sqm	0	-	0
Glass Transmission	0 sqm	0	-	0
Skylight Transmission	0 sqm	0	-	0
Door Transmission	0 sqm	0	-	0
Floor Transmission	0 sqm	0	-	0
Partitions	0 sqm	0	-	0
Ceiling	0 sqm	0	-	0
Overhead Lights	97 W	97	-	-
Task Lights	0 W	0	-	-
Electric Equipment	0 W	0	-	-
People	0 people	0	0	-
Infiltration		0	0	0
Miscellaneous		0	0	-
Safety Factor	5/ 5/ 5 %	5	0	0
>>Total Space Loads (1)		102	0	0

Note: (1) Zone loads calculated at 22.0 C cooling, 22.0 C heating.

TABLE 16C. WALL, WINDOW, DOOR, ROOF

Area (sqm)	Type	U-val	Shade Coeff	C O O L I N G		HEATING
				TRANS. (W)	SOLAR (W)	TRANS. (W)

SPACE DESIGN LOAD SUMMARY

Air System.: STERIL KORIDOR VE CEVRESI
 Weather....: Istanbul, Turkey
 Prepared By: ELMAK A.S.

09-07-99
 HAP v3.23
 Page 17

TABLE 17A. SPACE AND ZONE NAME

SPACE...: 2107 KATETER	COOLING AT.....: Jan @ 2300
IN ZONE: Zone 1	COOLING OA DB/RH...: 15.1 C / 94 %
	HEATING OA DB.....: -3.0 C

TABLE 17B. SPACE COMPONENT LOADS

Load Component	Details	C O O L I N G		HEATING
		Sensible (W)	Latent (W)	Sensible (W)
Solar Loads	0 sqm	0	-	-
Wall Transmission	0 sqm	0	-	0
Roof Transmission	0 sqm	0	-	0
Glass Transmission	0 sqm	0	-	0
Skylight Transmission	0 sqm	0	-	0
Door Transmission	0 sqm	0	-	0
Floor Transmission	0 sqm	0	-	0
Partitions	0 sqm	0	-	0
Ceiling	0 sqm	0	-	0
Overhead Lights	884 W	884	-	-
Task Lights	0 W	0	-	-
Electric Equipment	0 W	0	-	-
People	2 people	164	158	-
Infiltration		0	0	0
Miscellaneous		800	0	-
Safety Factor	5/ 5/ 5 %	92	8	0
>>Total Space Loads (1)		1940	166	0

| Note: (1) Zone loads calculated at 22.0 C cooling, 22.0 C heating. |

TABLE 17C. WALL, WINDOW, DOOR, ROOF

Area (sqm) Type	U-val	Shade Coeff	C O O L I N G		HEATING
			TRANS. (W)	SOLAR (W)	TRANS. (W)

Ek 3 Uyanma hacimleri-ameliyathaneler klima santralinin seçimi

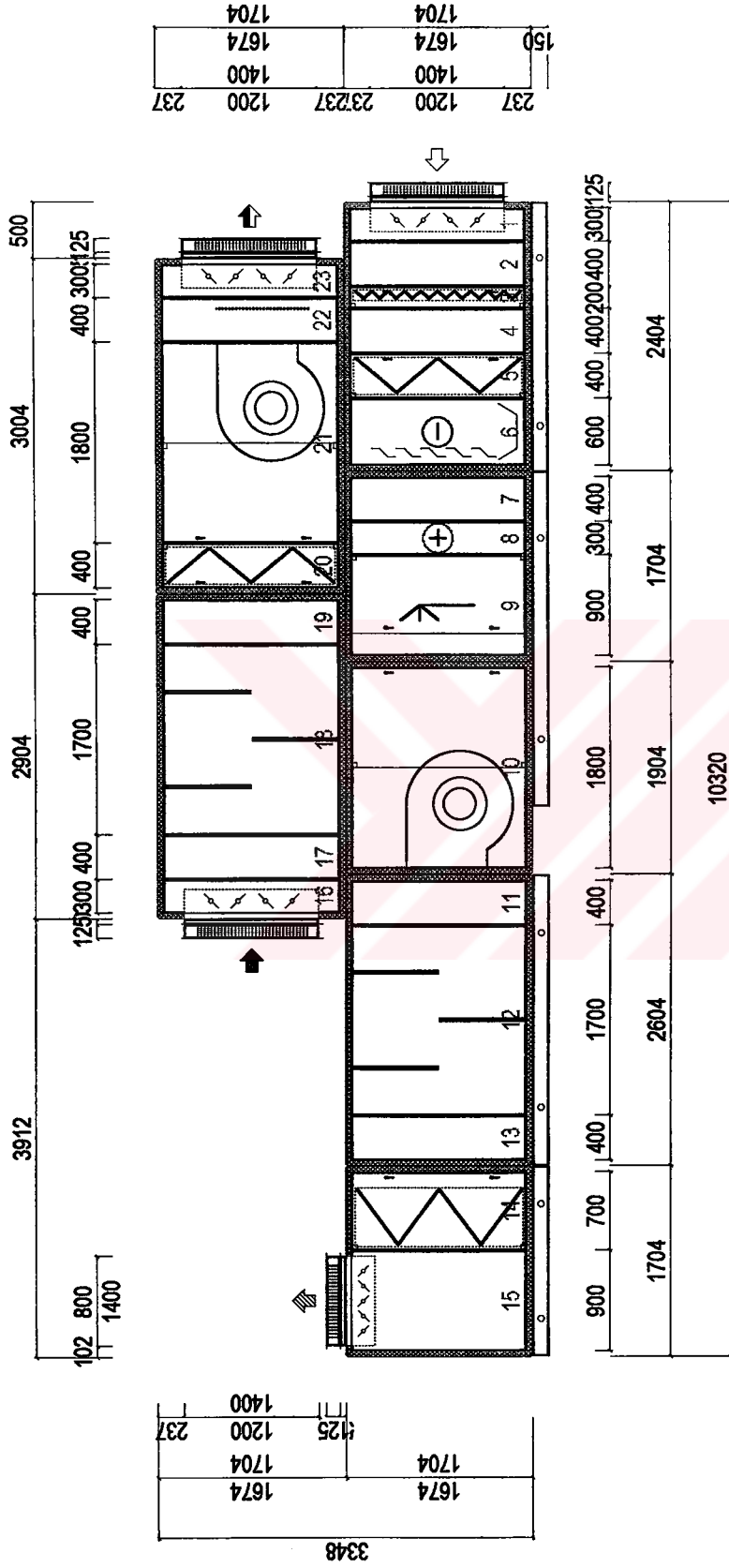
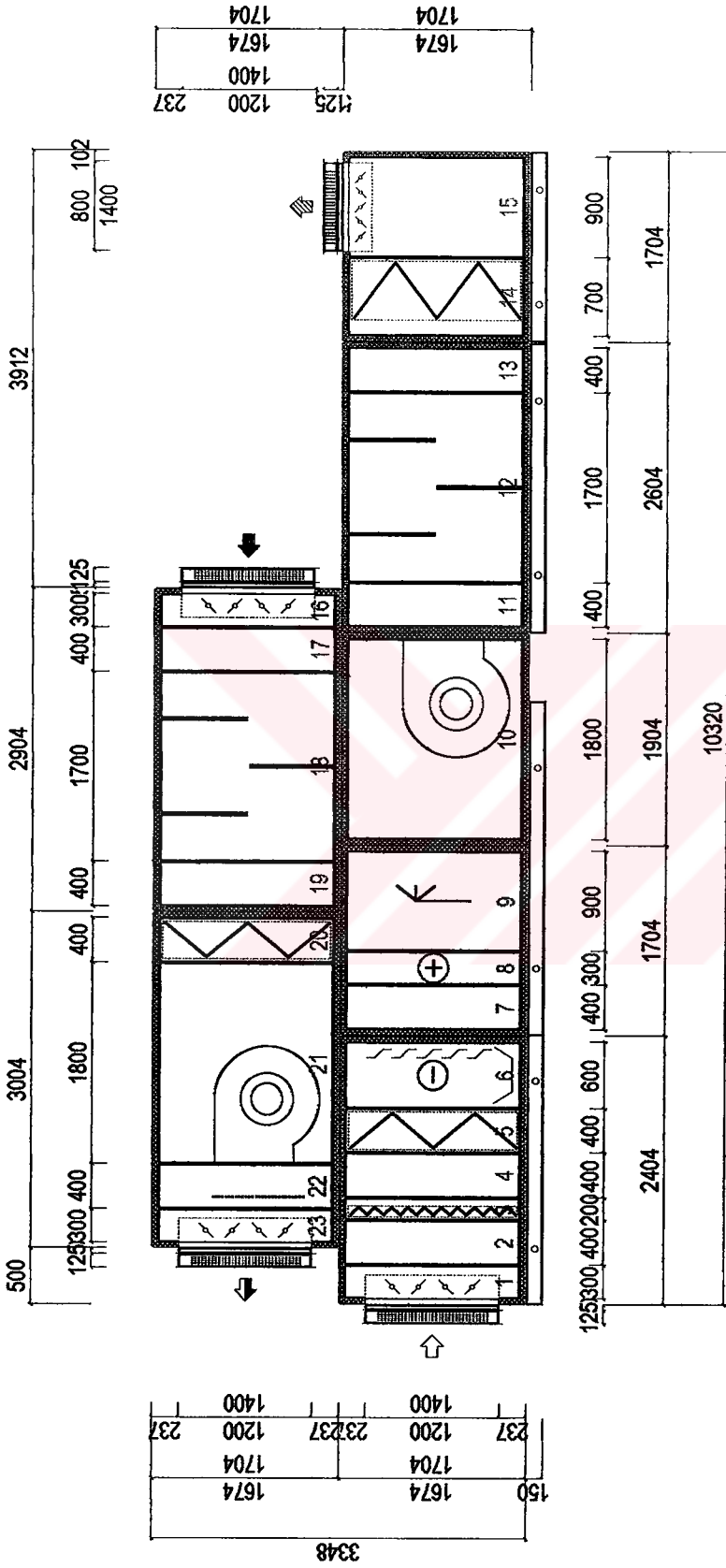


ABB	
Date	18.12.1999
Our ref.	
Project ID	BTM
Project	BTM-HASTANE Binası
Unit	UYANMA HACİMLERİ-AMELİYATHANELER
Supply	EU-50 17300 m ³ /h
Exhaust	EU-50 15150 m ³ /h

View from inspection side

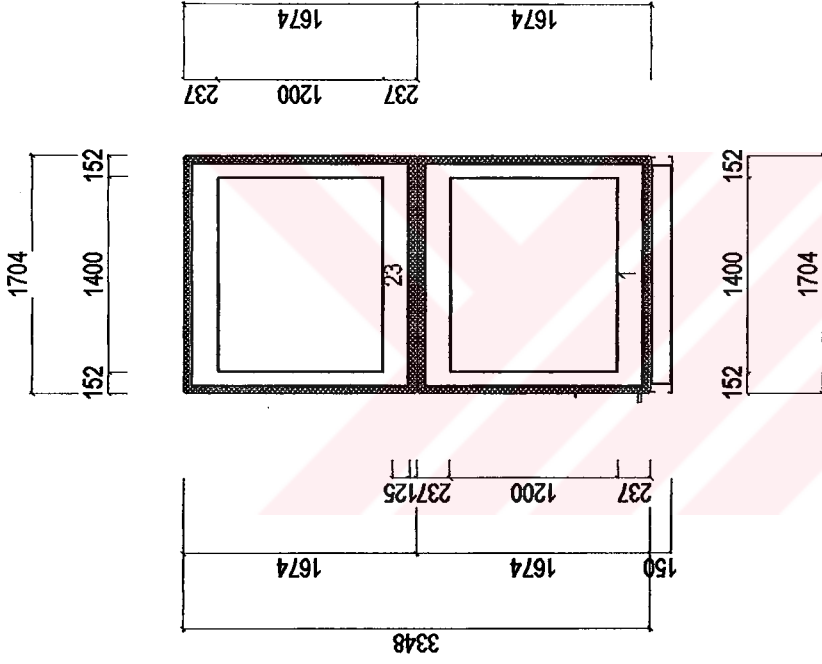
Ver 3.01



View from opposite inspection side

Ver-3.01

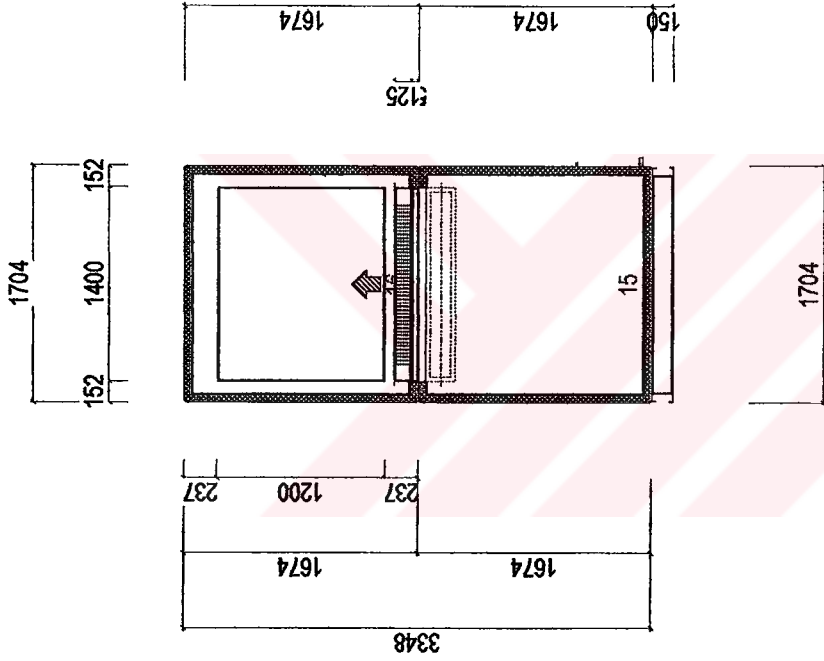
ABB	
Date	10.01.2000
Our ref.	
Project ID	BTM
Project	BTM-HASTANE BİNASI
Unit	UYANMA HACIMLERİ-AMELİYATHANELER
Supply	EU-50
Exhaust	EU-50
	4,81 m ³ /s
	4,21 m ³ /s



Date	10.01.2000	ABB
Our ref.		
Project ID	BTM	
Project	BTM-HASTANE BINASI	
Unit	UYANMA HACIMLERI-AMELIYATHANELER	
Supply	EU-50	4,81 m³/s
Exhaust	EU-50	4,21 m³/s

View from left hand side

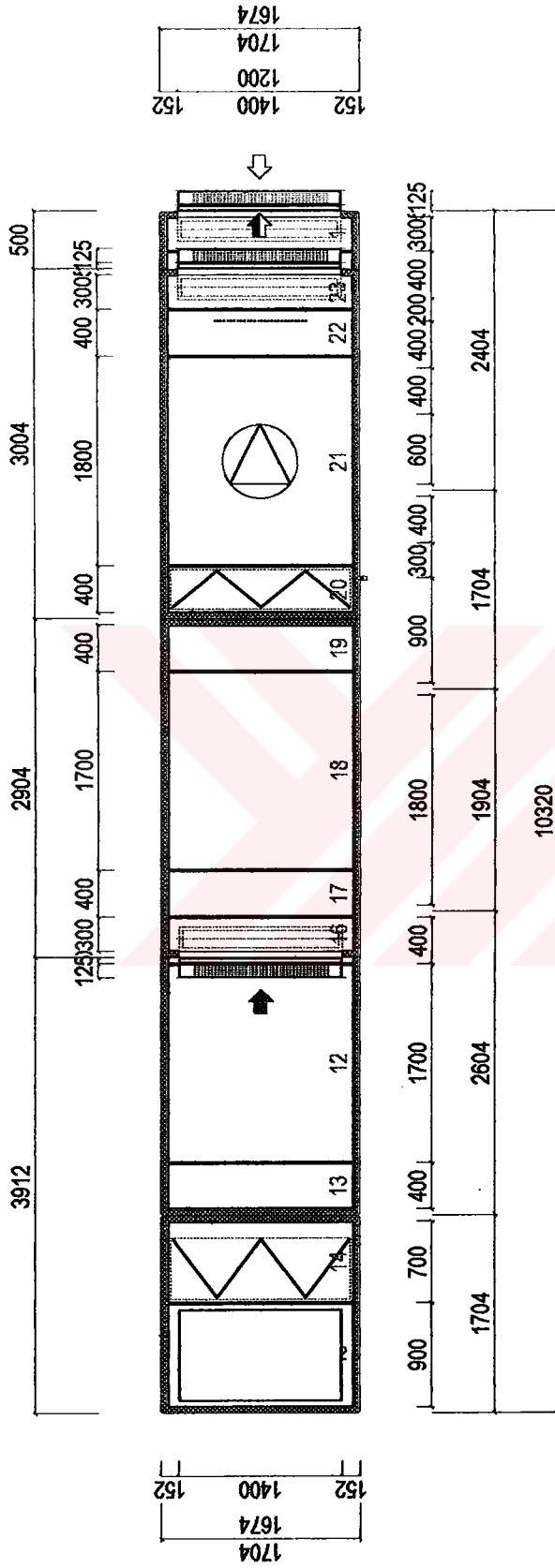
Ver.3.01



Date	10.01.2000	ABB
Our ref.		
Project ID	BTM	
Project	BTM-HASTANE BINASI	
Unit	UYANMA HACIMLERI-AMELIYATHANELER	
Supply	EU-50	4,81 m³/s
Exhaust	EU-50	4,21 m³/s

View from right hand side

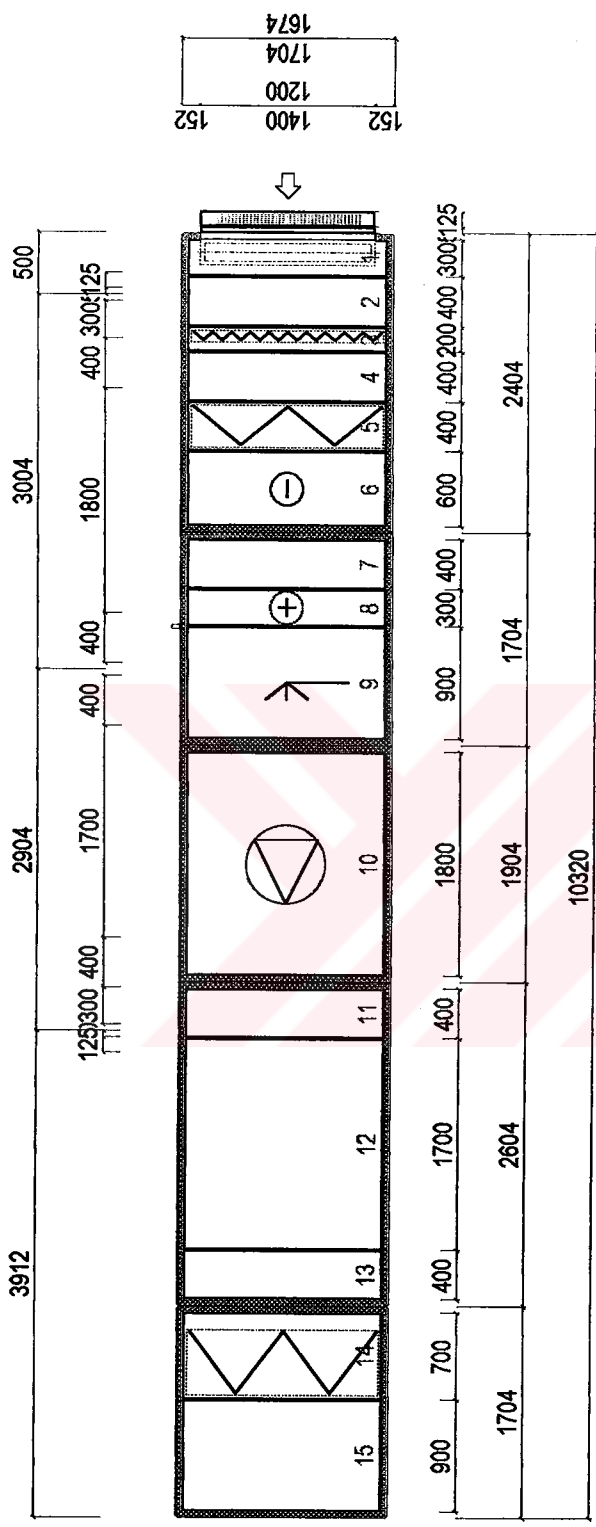
Ver 3.01



View from above

Ver 3.01

Date	10.01.2000	ABB
Our ref.		
Project ID	BTM	
Project	BTM-HASTANE BINASI	
Unit	UYANMA HACIMLERI-AMELIYATHANELER	
Supply	EU-50	4,81 m³/s
Exhaust	EU-50	4,21 m³/s



Date	10.01.2000
Our ref.	
Project ID	BTM
Project	BTM-HASTANE BINASI
Unit	UYANMA HACIMLERI-AMELIYATHANELER
Supply	EU-50 4,81 m³/s
Exhaust	EU-50 4,21 m³/s



View from below

Ver.3.01

BTM

BTM-HASTANE BİNASI

UYANMA HACİMLERİ-AMELİYATHANELER

Supply air flow	17300	m ³ /h	Exhaust air flow	15150	m ³ /h
static pressure	550	Pa	Ext. static pressure	350	Pa
	50		Size	50	
Speed	3*400 V, 50	Hz	Weight	3850	kg
Power	2,22	kW/m ³ /s			

SUMMARY

Functional sections in direction of airflow	v0 (m/s)	Et (%)	tw (°C)	ts (°C)	dP (Pa)
Supply:					
Connection section	2,9				5
Supply section					0
Panel filter	2,1				75
Supply section					0
Highpass filter	2,1				75
Cooler	2,3			33,0 / 11,4	203
Supply section					0
Heater	2,2		-3,0 / 35,6		34
Humidifier					135
Panel		81,5			
Supply section					0
Blender					27
Supply section					0
Highpass filter	2,1				159
Connection section	4,3				21
Exhaust:					
Connection section	2,5				4
Supply section					0
Blender					20
Supply section					0
Highpass filter	1,9				68
Panel		78,2			
Supply section					0
Connection section	2,5				4

TECHNICAL SPECIFICATION
(Components listed in direction of air flow)**SUPPLY**

Connection section	5 Pa
Leakage class T4 (CEN3)	
Galvanized steel frame	
Accessories:	
Flexible connection (number 1)	
Duct connection (number 1)	
Empty section	0 Pa
Length	400 mm
Filter	75 Pa
Galvanized steel frame	
Panel filter aluminium, class G2 (EU2)	
Pressure drop, design	75 Pa
Pressure drop, start	25 Pa
Pressure drop, end	125 Pa
Filter area	3,1 m ²
Face velocity	2,1 m/s
Empty section	0 Pa
Length	400 mm
Filter	75 Pa
Galvanized steel frame	
Bagfilter Synthetic, class G4 (EU4)	
Pressure drop, design	75 Pa
Pressure drop, start	25 Pa
Pressure drop, end	125 Pa
Filter area	11,1 m ²
Face velocity	2,1 m/s
Air cooler	203 Pa
With droplet eliminator in plastic	
Copper tubes, aluminium fins	2,0 mm
Galvanized steel frame	
Capacity variant	6
Capacity	231,9 kW
Face velocity	2,3 m/s
Air temperature	33,0 / 11,4 °C
Relative humidity	48 / 96 %
Water temperature	6,0 / 11,0 °C
Water flow rate	11,04 l/s
Water pressure drop	54,2 kPa
Empty section	0 Pa
Length	400 mm
Air heater	34 Pa
Copper tubes, aluminium fins	
Galvanized steel frame	
Capacity variant	3
Capacity	224,2 kW
Air temperature	-3,0 / 35,6 °C
Water temperature	90,0 / 70,0 °C
Water flow rate	2,76 l/s
Water pressure drop	8,0 kPa
Humidifier	135 Pa
Humidifier rate	90 %
Humidifier fill in aluminium	
For circulating water, with water level control	
Fan	
Backward curved blades, V-belt drive	
Fan size	2

Length									1700 mm
Baffles cleanable, dry									
Galvanized steel frame									
Sound attenuation									
63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Hz	
7	15	41	50	50	37	29	23	dB	

Empty section	0 Pa
Length	400 mm

Filter	68 Pa
Galvanized steel frame	
Bagfilter Synthetic, class G3 (EU3)	
Pressure drop, design	68 Pa
Pressure drop, start	18 Pa
Pressure drop, end	118 Pa
Filter area	11,1 m ²
Face velocity	1,9 m/s

Fan	
Backward curved blades, V-belt drive	
Fan size	2
One motor, Rubber anti-vibration mounts	
Galvanized steel frame	
Fan speed	1174 rpm
Efficiency, fan	78,2 %
Total pressure rise	525 Pa
Power demand incl. belt drive	3,00 kW
Total sound power level (LwA)	84 dB(A)

Sound power levels
(standard: AMCA 300-85 fig. 3)

Frequency (Hz)	Lw per octave band (dB)								LwA
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	dB (A)
To inlet	68	66	43	31	30	38	41	41	52
To outlet	78	83	86	78	81	75	71	66	84
To surroundings	65	70	64	54	54	52	47	39	61

Motor:	
Start: Direct start	
One stator winding	
Voltage	400 V
Speed	1435 rpm
Nominal power	4,00 kW
Current	8,60 A
Number of poles	4

Belt drive:	
For V-belts	
Accessories:	
Air distributor (number 1)	
Screen prot. door (number 1)	

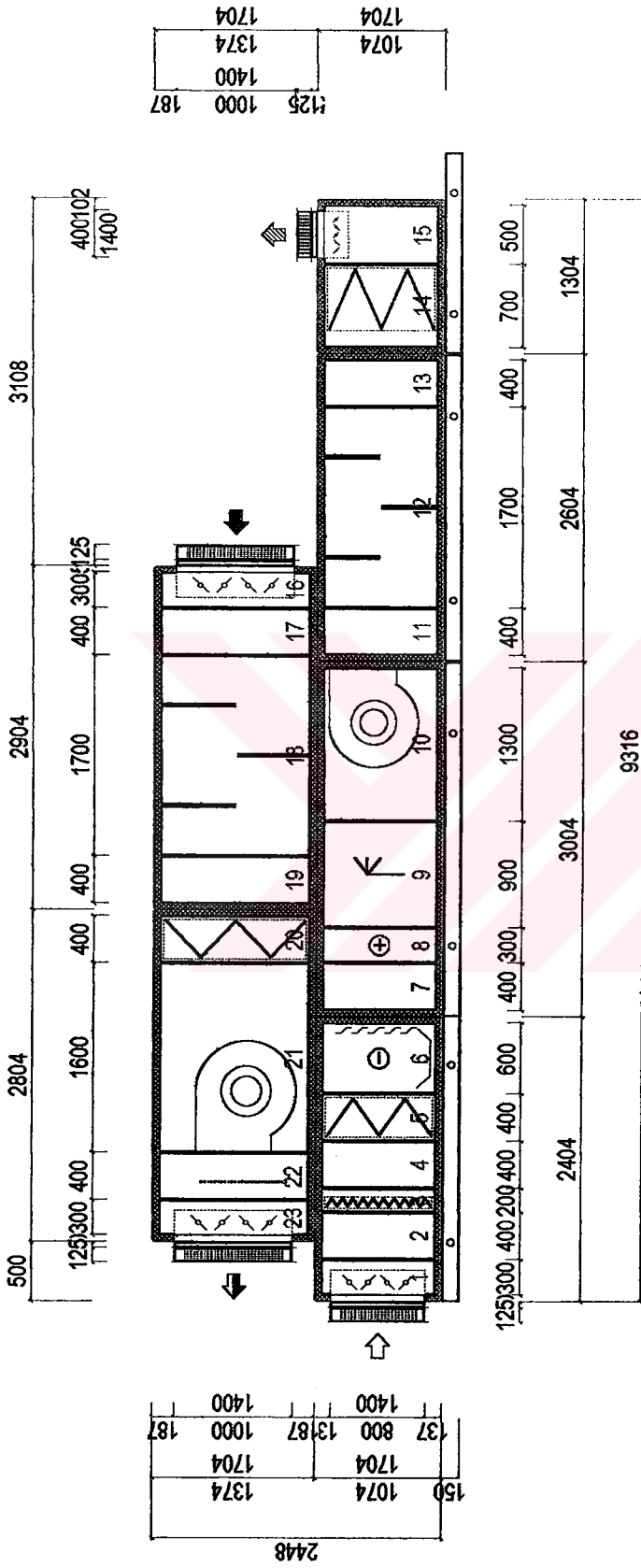
Empty section	0 Pa
Length	400 mm

Connection section	4 Pa
Leakage class T4 (CEN3)	
Galvanized steel frame	

Accessories:	
Duct connection (number 1)	
Flexible connection (number 1)	

ACCESSORIES DELIVERED SEPARATLY

- Lifting spreader, set (number 1)
- Lifting tube, set (number 1)
- Adjustable feets (number 1)



125	1000	187	1400	1374	1704
1074	1374	1704	1400	1374	1704

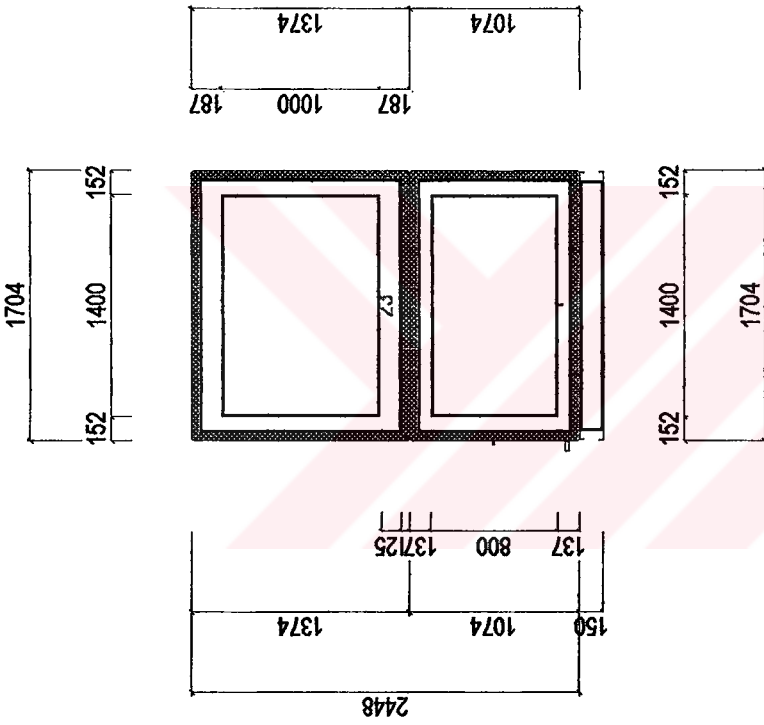
150	1074	1374	1704	1400	187
137	800	1387	1704	1400	187

Date	10.01.2000
Our ref.	
Project ID	BTM
Project	BTM-HASTANE BINASI
Unit	STERİL KORİDOR VE ÇEVRESİ
Supply	EU-32
Exhaust	EU-41
	13750 m³/h
	15900 m³/h



View from opposite inspection side

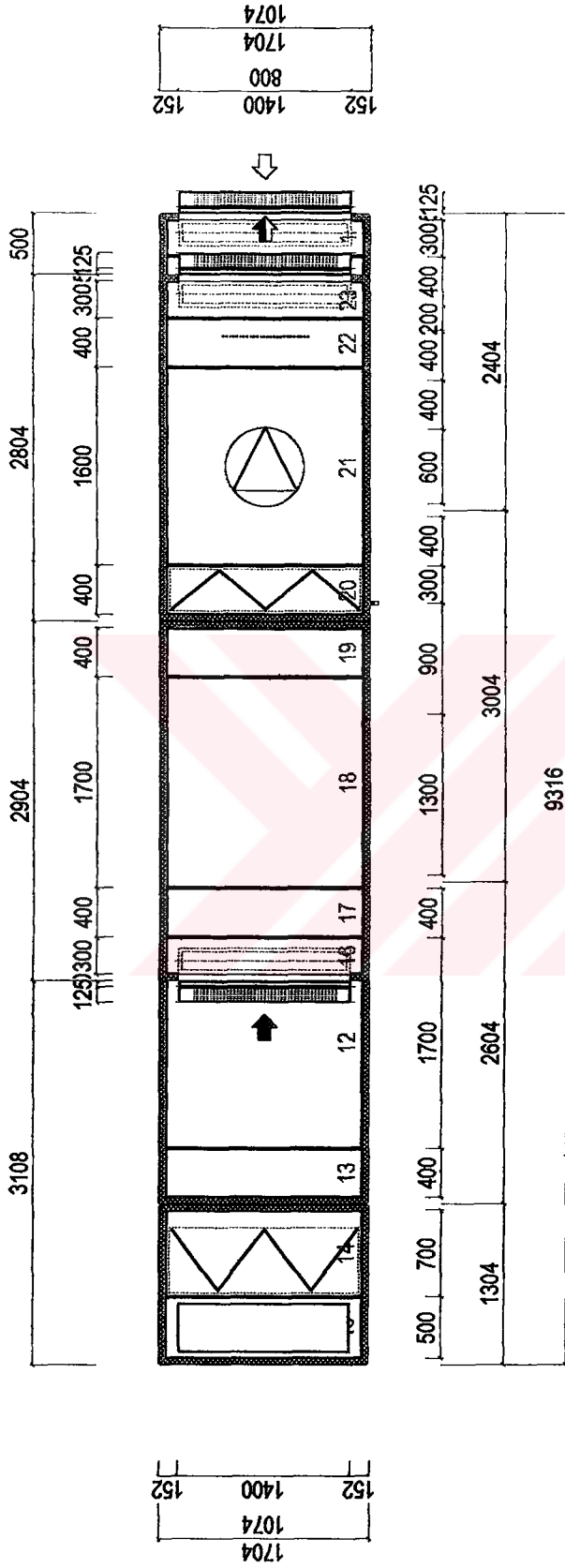
Ver 3.01



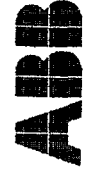
View from left hand side

Ver 3.01

Date	10.01.2000	ABB
Our ref.		
Project ID	BTM	
Project	BTM-HASTANE BINASI	
Unit	STERİL KORIDOR VE ÇEVRESİ	
Supply	EU-32	13750 m ³ /h
Exhaust	EU-41	15900 m ³ /h

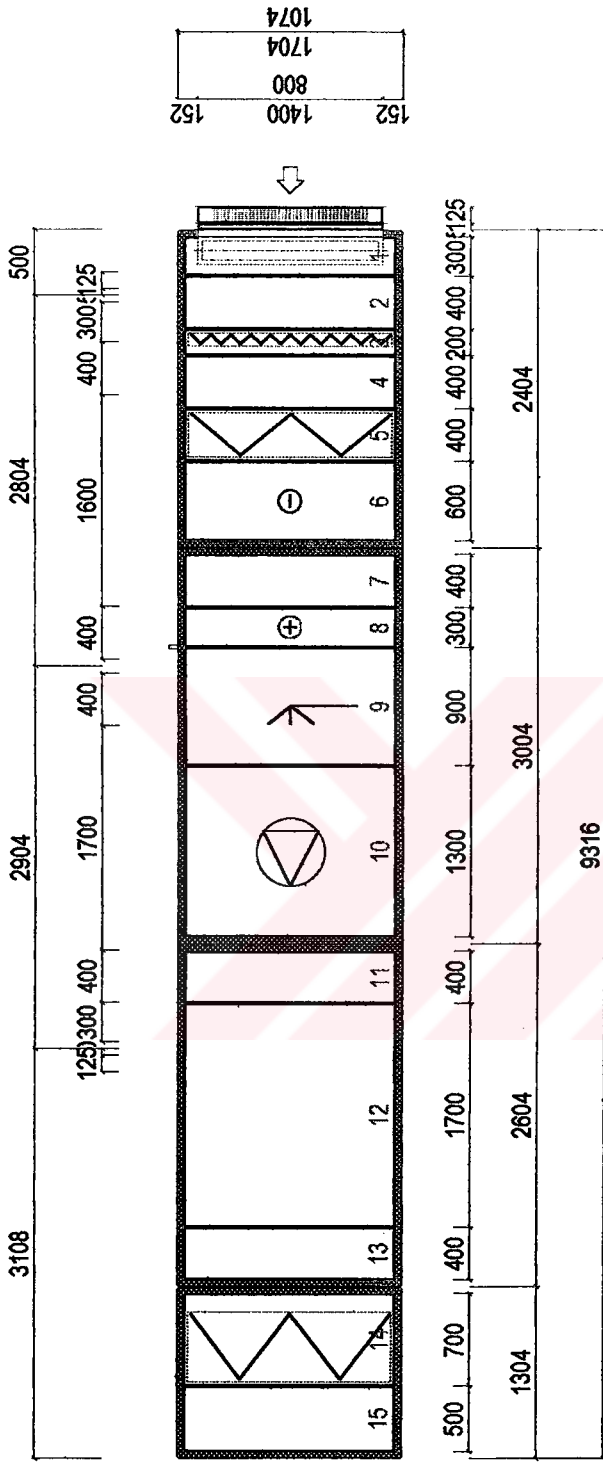


Date	10.01.2000
Our ref.	
Project ID	BTM
Project	BTM-HASTANE BİNASI
Unit	STERİL KORIDOR VE ÇEVRESİ
Supply	EU-32
Exhaust	EU-41
	13750 m ³ /h
	15900 m ³ /h



View from above

Ver:3.01



Date	10.01.2000	ABB
Our ref.		
Project ID	BTM	
Project	BTM-HASTANE BIVASI	
Unit	STERİL KORIDOR VE ÇEVRESİ	
Supply	EU-32	13750 m³/h
Exhaust	EU-41	15900 m³/h

View from below

Ver 3.01

BTM

Project BTM-HASTANE BINASI

Customer

Customer ref.

Order ref.

Unit STERİL KORİDOR VE ÇEVRESİ

Supply air flow	13750	m ³ /h	Exhaust air flow	15900	m ³ /h
Ext. static pressure	350	Pa	Ext. static pressure	400	Pa
Filter size	32		Filter size	41	
Supply voltage	3*400 V, 50	Hz	Weight	3022	kg
Power	2,53	kW/m ³ /s			

SUMMARY

Functional sections in direction of airflow	v0 (m/s)	Et (%)	tw (°C)	ts (°C)	dP (Pa)
Supply:					
Connection section	3,4				6
Empty section					0
Panel filter	2,8				94
Empty section					0
Bagfilter	2,8				97
Air cooler	3,0			33,0 / 12,0	314
Empty section					0
Air heater	2,9		-3,0 / 35,6		68
Humidifier					181
Fan		80,4			
Empty section					0
Silencer					44
Empty section					0
Bagfilter	2,8				194
Connection section	6,8				52
Exhaust:					
Connection section	3,2				5
Empty section					0
Silencer					34
Empty section					0
Bagfilter	2,5				84
Fan		74,3			
Empty section					0
Connection section	3,2				5

TECHNICAL SPECIFICATION
(Components listed in direction of air flow)**SUPPLY**

Connection section	6 Pa
Leakage class T4 (CEN3)	
Galvanized steel frame	
Accessories:	
Duct connection (number 1)	
Flexible connection (number 1)	
Empty section	0 Pa
Length	400 mm
Filter	94 Pa
Galvanized steel frame	
Panel filter aluminium, class G2 (EU2)	
Pressure drop, design	94 Pa
Pressure drop, start	44 Pa
Pressure drop, end	144 Pa
Filter area	1,8 m ²
Face velocity	2,8 m/s
Empty section	0 Pa
Length	400 mm
Filter	97 Pa
Galvanized steel frame	
Bagfilter Synthetic, class G4 (EU4)	
Pressure drop, design	97 Pa
Pressure drop, start	47 Pa
Pressure drop, end	147 Pa
Filter area	6,7 m ²
Face velocity	2,8 m/s
Air cooler	314 Pa
With droplet eliminator in plastic	
Copper tubes, aluminium fins	2,0 mm
Galvanized steel frame	
Capacity variant	6
Capacity	175,8 kW
Face velocity	3,0 m/s
Air temperature	33,0 / 12,0 °C
Relative humidity	48 / 97 %
Water temperature	6,0 / 12,1 °C
Water flow rate	6,87 l/s
Water pressure drop	56,8 kPa
Empty section	0 Pa
Length	400 mm
Air heater	68 Pa
Copper tubes, aluminium fins	
Galvanized steel frame	
Capacity variant	4
Capacity	178,2 kW
Air temperature	-3,0 / 35,6 °C
Water temperature	90,0 / 70,0 °C
Water flow rate	2,19 l/s
Water pressure drop	2,1 kPa
Humidifier	181 Pa
Humidifier rate	90 %
Humidifier fill of glasfiber	
For circulating water, with water level control	
Fan	
Backward curved blades, V-belt drive	
Fan size	2

	Length									1700 mm
	Baffles cleanable, dry									
	Galvanized steel frame									
	Sound attenuation									
		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Hz
		7	15	41	50	50	37	29	23	dB
9	Empty section									0 Pa
	Length									400 mm
10	Filter									84 Pa
	Galvanized steel frame									
	Bagfilter Synthetic, class G3 (EU3)									
	Pressure drop, design									84 Pa
	Pressure drop, start									34 Pa
	Pressure drop, end									134 Pa
	Filter area									8,9 m ²
	Face velocity									2,5 m/s
11	Fan									
	Backward curved blades, V-belt drive									
	Fan size									2
	One motor, Rubber anti-vibration mounts									
	Galvanized steel frame									
	Fan speed									1563 rpm
	Efficiency, fan									74,3 %
	Total pressure rise									668 Pa
	Power demand incl. belt drive									4,20 kW
	Total sound power level (LwA)									87 dB(A)

Sound power levels
(standard: AMCA 300-85 fig. 3)

Frequency (Hz)	Lw per octave band (dB)								LwA
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	dB (A)
To inlet	72	68	46	34	33	41	44	44	54
To outlet	83	85	89	81	83	79	74	70	87
To surroundings	69	72	67	57	57	55	50	42	64

Motor:

Start: Direct start	
One stator winding	
Voltage	400 V
Speed	1450 rpm
Nominal power	5,50 kW
Current	11,10 A
Number of poles	4

Belt drive:

For V-belts

Accessories:

Air distributor (number 1)
Screen prot. door (number 1)

12	Empty section									0 Pa
	Length									400 mm
13	Connection section									5 Pa
	Leakage class T4 (CEN3)									
	Galvanized steel frame									
	Accessories:									
	Duct connection (number 1)									
	Flexible connection (number 1)									
	Lifting spreader, set (number 1)									
	Lifting tube, set (number 1)									
	Adjustable feets (number 1)									

ACCESSORIES DELIVERED SEPARATLY

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi 08.04.1974

Doğum yeri İstanbul

Lise 1988-1991 Maçka Akif Tuncel Endüstri Meslek Lisesi

Lisans 1992-1996 Yıldız Teknik Üniversitesi
Makina Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü
Termodinamik ve Isı Tekniği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans 1996-2000 Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Makina Müh. Anabilim Dalı, Isı Proses Programı

Çalıştığı kurum(lar)

1998-Devam ediyor ELMAK A.Ş.

