



**bu bir MMO
yayıdır**

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

Hijyenik Klima Uygulaması Yapılmış Bir Hastanede Uygulama Detayları ve Elde Edilen Sonuçlar

Ömer DEMİREL

ALARKO

HİJYENİK KLİMA UYGULAMASI YAPILMIŞ BİR HASTANEDE UYGULAMA DETAYLARI VE ELDE EDİLEN SONUÇLAR

Ömer DEMİREL

ÖZET

Bu bildiri devreye alınıp halen işletilmekte olan Ankara Üniversitesi Kardiyovasküler Cerrahi Hastanesine ait hijyenik klima sisteminin projelendirmesi, uygulaması ve hijyenik faktörler açısından elde edilen somut sonuçlar irdelenecektir. DIN 1946/4 ARALIK 1989 sayılı Alman standardına göre yapılan bu uygulama sonucunda HEPA filtreler ve Laminar Flow üniteleri altında Class 10-100 arasında Class 1 mahallerde ise Class 10000-100000 arasında temiz oda şartları elde edilmiştir.

Klima sistemi projelendirmesi DIN 1946/4' e göre yapılmıştır. Projelendirmede öncelikle Class-1 bölge tesbit edilmiş ve bu bölgeye hava kilidinden kontrollü bir giriş sağlanmıştır. Mimari ve inşaatta gerekli önlemler alınmıştır. Class-1 bölgenin hemen üst katına temiz, aydınlık, kapalı bir makine dairesi tesis edilmiştir. Klima santralleri hijyenik özelliklerde ve frekans konvertörlü yapılmıştır. Flaşlı havalandırma kanallarının içleri temizlenip ek yerleri silikonlanmıştır. Ameliyathane, yoğun bakım gibi mahallerin besleme ve emiş kanallarına VAV kutuları konulmuştur. Diğer mahallerde ise volume regülatörler ve hava sızdırmaz damperler kanallara takılmıştır. Besleme menfezlerinin tümünde yuvalı HEPA filtreler mevcuttur. Ameliyathanelerin tümünde Laminar Flow üniteleri kullanılmış, alttan emişlerde paslanmaz çelik lif tutucu filtreler monte edilmiştir. Sistem bina otomasyonuna bağlanmıştır. Soğuk ve sıcak su bodrum kattaki bir kazan ve soğutma grubundan temin edilmiştir. Sistem tamamen havalı hijyenik olarak tamamlanmış, hiçbir surette fan-coil, split klima, radyatör v.b. cihazlar kullanılmamıştır. Montajlar bitip mahal dezenfeksiyonlarından sonra testlere geçilmiştir. Class-1 bölgedeki tüm odalarda yüksek ve yarı debide test dumanı ile odalararası hava akış testleri yapılmıştır. HEPA filtreler sızdırmazlık ve parçacık sayımı testlerinden geçirilmiştir. Laminar Flow ünitelerinin altında parçacık sayımları yapılmıştır. Tüm mahallerde parçacık sayımları ve Class tesbitleri yapılmıştır.

SİSTEM PROJELENDİRMESİ

Klima sistemi projelendirilmesi DIN 1946/4 Aralık 1989 sayılı Alman standardına uygun olarak yapılmıştır. Bu amaçla öncelikle Class-1 bölge tesbit edilmiştir. Class-1 bölgede bulunan mahaller şunlardır:

- Hava kilidi (air lock)
- Transplantasyon (uyanma) ön odası ve odası
- Laboratuvar ön odası ve odası
- 10 yataklı yoğun bakım odası
- 7 yataklı yoğun bakım odası
- 3 yataklı yoğun bakım odası
- Koridorlar (4 adet)
- 3 adet ameliyathane giriş holleri
- 3 adet ameliyathane
- Pompa odası
- Kirli ünite

- Sterilizasyon
- Steril depo
- Dekontaminasyon
- Tıbbi cihaz parkı

MİMARİ VE İNŞAATTA ALINAN ÖNLEMLER

- Class-1 bölgenin dış cepheye bakan tüm pencereleri çift camlı, reflekte, açılmaz, iç duvarla yüzey'dür.
- Bu bölgeye giriş tek yerden ve hava kilidi ile olabilmektedir.
- Ameliyathanelerde asma tavanlar sızdırmaz yapıdadır
- Mahallerde duvarlar alçıpan üzeri anti-bakteriyel anti-statik PVC malzeme ile kaplanmıştır
- Döşemeler anti-statik anti-bakteriyel PVC malzeme ile, ameliyathanelerde ise iletken (conductive) anti-bakteriyel PVC malzeme ile kaplanmıştır
- Ameliyathanelerin önlerine birer ön mahal yapılmıştır
- Kapılar kendiliğinden kapanır özelliindedir
- Bu bölgeye açılan tüm tesisat şaftları, kanal geçişleri sızdırmaz hale getirilmiştir
- Bu bölgenin hemen üst katına temiz, aydınlık, kapalı bir makine dairesi tesis edilerek klima santralleri bu mahale yerleştirilmiştir. Böylece klima santrallerinin temizliklerinin kolayca yapılabileceği bir mahal elde edilmiştir
- Köşeler yuvarlatılmıştır
- Denizlik, parapet, süpürgelik gibi üzerinde toz birikebilecek çıkıntı ve girintiler bu bölgede mevcut değildir

KLİMA SANTRALLERİ

Sistemde 5 adet klima santrali kullanılmıştır. Her ameliyathane ve ön mahalline bir santral hitap etmektedir. Bu santraller karışım havalı imal edilmiştir. 4 nolu santral koridorlara, 5 nolu santral ise yoğun bakımlara hitap etmektedir. Klima santrallerinde EU4 ve EU9 olmak üzere 2 kademe filtrasyon yapılmıştır. Vantilatör hücrelerinden sonra ve aspiratör hücrelerinden önce santrallerin içerisinde lifleri hava hızı etkisi ile kopup sisteme karışmayacak özelliklerde özel susturucu kulisleri kullanılmıştır. Isıtıcı ve soğutucu serpantinler aralarında temizlik yapılabilmesi amacıyla boş hücreler yapılmıştır. Serpantinlerin çerçeveleri paslanmaz çelik kollektörleri bakırdır. Nemlendirme için paket elektrikli buharlı nemlendiriciler kullanılmıştır. Fan, filtre, boş, nemlendirme hücrelerinin içlerine nem geçirmez aydınlatma armatürleri, kapıları üzerlerine de gözetleme camları konulmuştur. Tüm santral hücreleri kapılı, içindekiler ise kızaklıdır. Santrallerin iç yüzeyleri paslanmaz çelik, dış yüzeyleri ise boyalı galvaniz sactır. Fanlar geriye eğimli kanatlı olup aspiratör ve vantilatör motorları ayrı ayrı frekans konvertörle kontrol edilmiştir.

HAVALANDIRMA KANALLARI

Havalandırma kanalları flanşlı, galvaniz sactır. Kanalların üzeri kendiliğinden alüminyum folyo kaplı 5 cm kalınlığında camyünü ile izolelidir. İmalatları yapılırken mavi ispirto ile içleri temizlenerek monte edilmişlerdir. Her işbitiminde açık kalan kanal ağzları naylon bone ile kapatılmıştır. Kanal sızdırmazlıkları DIN24194/2'e göre Class-3 olacak şekilde ek yerleri silikonlanmıştır.

HAVA DEBİSİ KONTROL CİHAZLARI

Ameliyathaneler, ameliyathane giriş holleri, yoğun bakımlar, steril depo ve sterilizasyon, koridorlar ve tıbbi cihaz parkının bulunduğu kısımların hem besleme hem de emiş kanallarına ses seviyeleri düşük; gece ve gündüz ayrı set noktalarında çalışabilecek özelliklerde; hava akışını bakım, elektrik kesintisi gibi nedenlerle kesildiğinde otomatik olarak hava sızdırmaz şekilde kesen; filtreler kirlendiğinde set edilen değerlerde havayı otomatik olarak ölçüp ayar yapabilen VAV kutuları konulmuştur. Diğer mahallerde ise volume regülatörler ve hava sızdırmaz damperler besleme ve emiş kanallarına takılmıştır.

HEPA FİLTRELER

Besleme menfezlerinin tümünde yuvalı HEPA filtreler mevcuttur. Bunlar, üzerinde bir kanal bağlantısı olan; hava girişinde hava sızdırmaz damperli; damper kontrolü asma tavan altından oda içerisinden yapılacak özelliklerde; üzerinde manometre ve test bağlantı uçları olan; filtreler oturduğunda sızdırmaz özellikte; içerisinde S sınıfı HEPA filtre bulunan; swirl menfezli malzemelerdir. Sistemde 47 adet kullanılmıştır.

LAMİNAR FLOW ÜNİTELERİ

Ameliyathanelerin her üçünde de 2.40x2.40m boyutlarında, paslanmaz çelik basınç kutulu, tüm hava giriş bağlantıları hava sızdırmaz damperli, ULPA filtrelili, sızdırmaz pendant lamba bağlantısına haiz, hava akışını laminar hale getiren laminarizatörlü, içerisinde aydınlatma lambası mevcut olan laminar flow üniteleri kullanılmıştır.

EMİŞ MENFEZLERİ

Ameliyathanelerin emişleri hasta baş tarafındaki duvardan, iki ayrı kanalla yapılmış, alttan emişlerde paslanmaz çelik, elle herhangi bir alet kullanılmadan kolayca sökülebilir bir mekanizmaya sahip lif tutucu filtre/menfezler, üstten emişlerde ise çift sıra kanatlı damperli lineer menfezler kullanılmıştır.

Diğer tüm mahallerde ise emiş menfezleri asma tavan seviyesinden, kutulu, alt seviyesi asma tavan ile aynı seviyede, kontrol damperli, gürültü seviyesi düşük, içerisinde hava dağılımını homojen sağlayacak şekilde perfore bir sac bulunan ve HEPA filtre kutuları ile yaklaşık aynı ölçülerde aşağıdan bakıldığında kare şekilli anemostatlar kullanılmıştır.

KONTROL SİSTEMİ

Sistem bilgisayarlı otomatik kontrol sistemine bağlanmıştır.

KLİMA SİSTEMİ

Sistem tamamen havalı hijyenik olarak tasarlanmış olup hiçbir surette fan-coil, split klima, radyatör v.b. cihazlar kullanılmamıştır. Klima santrallerinin ihtiyacı olan sıcak ve soğuk su bodrum kata konulan bir kazan ve su soğutmalı kondenserli bir su soğutma grubundan temin edilmiştir.

TESTLER

Montajlar bitip menfezler dahil olmak üzere tüm mahal dezenfeksiyonları yapıldıktan sonra hijyenik testlere geçilmiştir.

Bu bölgedeki tüm odalarda yüksek ve yarı debide test dumanı ile odalararası hava akış testleri yapılmış, odalarda istenilen pozitif veya negatif basınçların sağlandığı görülmüştür.

Tüm HEPA filtreler sızdırmazlık test cihazı ile sızdırmazlık testinden geçirilmiştir.

Tüm HEPA filtreler parçacık sayımı testlerinden geçirilmiştir.

Laminar flow ünitelerin altında ameliyat masası ve alet masası üzerinde parçacık sayımları yapılmıştır.

Tüm mahallerde parçacık sayımları yapılmıştır.
Ölçüm sonuçları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

ANKARA ÜNİVERSİTESİ KARDİYOVASKÜLER CERRAHİ HASTANESİ HEPA FİLTRE TEST SONUÇLARI

YER	FİLTRE CİNSİ	FİLTRE SINIFI	MONTAJ TARİHİ	DEBİ m ³ /h	SIZDIRMAZLIK l/h	PARÇACIK KONSANTRASYONU 0.5mikron/ft ³		
						17/12 /1996	15/02 /1997	06/09/19 97
Koridor II Filtre no 1	S 610x610x78	EU 13	15.11.1996	605	2		3	5
Giriş holü OP-3 Filtre no 2	S 610x610x78	EU 13	15.11.1996	610	2	1	0	1
Koridor I Filtre no 3	S 610x610x78	EU 13	15.11.1996	610	2	3	2	4
Koridor I Filtre no 4	S 610x610x78	EU 13	15.11.1996	610	2	0	0	0
Kirli ünite Filtre no 5	S 457x457x78	EU 13	15.11.1996	420	0	1	0	0
Pompa odası Filtre no 6	S 457x457x78	EU 13	15.11.1996	415	0	3	*	*
Giriş holü OP-1 Filtre no 7	S 457x457x78	EU 13	15.11.1996	390	0	*	0	0
Giriş holü OP-II Filtre no 8	S 457x457x78	EU 13	15.11.1996	410	0	0	1	0
Yoğun bakım II Filtre no 9	S 610x610x78	EU 13	15.11.1996	610	2	0	1	0
Yoğun bakım II Filt no 10	S 610x610x78	EU 13	15.11.1996	595	2	0	0	0
Yoğun bakım II Filt no 11	S 610x610x78	EU 13	15.11.1996	600	2	0	0	0
Yoğun bakım II Filt no 12	S 610x610x78	EU 13	15.11.1996	600	2	2	2	0

Yoğun bakım II Filt no 13	S 610x610x78	EU 13	15.11.1996	610	2	1	1	0
Yoğun bakım II Filt no 14	S 610x610x78	EU 13	15.11.1996	590	2	0	0	0
Yoğun bakım II Filt no 15	S 610x610x78	EU 13	15.11.1996	610	2	3	1	0
Transplant. giriş Filt no 16	S 457x457x78	EU 13	15.11.1996	215	0	1	2	1
Transplantasyon Filt no 17	S 610x1220x78	EU 13	15.11.1996	620	2	0	1	0
Transplantasyon Filt no 18	S 610x1120x78	EU 13	15.11.1996	620	2	1	1	0
Transplantasyon Filt no 19	S 610x1220x78	EU 13	15.11.1996	625	2	0	1	3
Transplantasyon Filt no 20	S 610x1220x78	EU 13	15.11.1996	610	2	1	0	0
Lab. Giriş holü Filt no 21	S 457x457x78	EU 13	15.11.1996	415	0	0	2	0
Laboratuvar Filt no 22	S 610x610x78	EU 13	15.11.1996	620	2	0	1	0
Yoğun bakım I Filt no 23	S 610x610x78	EU 13	15.11.1996	620	2	0	3	2
Yoğun bakım I Filt no 24	S 610x610x78	EU 13	15.11.1996	615	2	0	0	0
Yoğun bakım I Filt no 25	S 610x610x78	EU 13	15.11.1996	610	2	3	1	0
Yoğun bakım I Filt no 26	S 610x610x78	EU 13	15.11.1996	600	2	0	1	0
Yoğun bakım I Filt no 27	S 610x610x78	EU 13	15.11.1996	600	2	0	0	0
Yoğun bakım I Filt no 28	S 610x610x78	EU 13	15.11.1996	600	2	0	0	0
Yoğun bakım I Filt no 29	S 610x610x78	EU 13	15.11.1996	585	2	0	0	0
Yoğun bakım I Filt no 30	S 610x610x78	EU 13	15.11.1996	590	2	0	0	0
Yoğun bakım I Filt no 31	S 610x610x78	EU 13	15.11.1996	615	2	7	0	0
Yoğun bakım I Filt no 32	S 610x610x78	EU 13	15.11.1996	610	2	1	1	1
Koridor IV Filt no 33	S 610x610x292	EU 13	15.11.1996	1130	2	3	3	0
Koridor IV Filt no 34	S 610x610x292	EU 13	15.11.1996	1100	2	1	0	0
Koridor IV Filt no 35	S 610x610x292	EU 13	15.11.1996	1080	2	1	0	0
Koridor III Filt no 36	S 610x610x78	EU 13	15.11.1996	610	2	3	4	1
Koridor III Filt no 37	S 610x610x78	EU 13	15.11.1996	610	2	2	2	1
Tıbbi cih. Parkı Filt no 38	S 610x610x78	EU 13	15.11.1996	600	2	0	2	3
Sterilizasyon Filt no 39	S 610x610x292	EU 13	15.11.1996	1120	2	0	3	0
Sterilizasyon Filt no 40	S 610x610x292	EU 13	15.11.1996	1130	2	0	1	0
Sterilizasyon Filt no 41	S 610x610x292	EU 13	15.11.1996	1100	2	2	0	2
Sterilizasyon Filt no 42	S 610x610x78	EU 13	15.11.1996	630	2	0	0	1
Yoğun bakım III Filt no 43	S 610x610x78	EU 13	15.11.1996	620	2	0	0	*
Yoğun bakım III Filt no 44	S 610x610x78	EU 13	15.11.1996	600	2	1	1	1

Yoğun bakım III Filt no 45	S 610x610x78	EU 13	15.11.1996	610	2	0	-	19
Yoğun bakım III Filt no 46	S 610x610x78	EU 13	15.11.1996	600	2	0	0	0
Yoğun bakım III Filt no 47	S 610x610x78	EU 13	15.11.1996	610	2	0	-	2

ANKARA ÜNİVERSİTESİ KARDİYOVAŞKÜLER CERRAHI HASTANESİ LAMİNAR FLOW ALTI PARÇACIK SAYIMI TEST SONUÇLARI

1 NO.LU AMELİYATHANE							
LAMİNAR FLOW TİPİ	240X240						
ÖLÇÜM NOKTASI	ÖLÇÜM NOKTASI	ÖLÇÜM NOKTASI	PARÇACIK KONSANTRASYONU				
			0.5MİKRON/ft3				
Boyuna eksen	Enine eksen	Yükseklik (m)	17/12/ 1996	15/02/ 1997	06/09/ 1997		
A	I	1.2	17	3	0		
A	II	1.2	9	4	5		
A	III	1.2	6	0	0		
A	IV	1.2	34	7	49		
B	I	1.2	0	0	0		
B	II	1.2	3	9	0		
B	III	1.2	40	1	6		
B	IV	1.2	0	7	0		
C	I	1.2	0	9	0		
C	II	1.2	3	2	0		
C	III	1.2	0	0	0		
C	IV	1.2	2	2	0		

1 NO.LU AMELİYATHANE LAMİNAR FLOW DIŞI MAHAL ÖLÇÜMLERİ

ÖLÇÜM NOKTASI	PARÇACIK KONSANTRASYONU 0.5mikron/ft3		
	17/12/ 1996	15/02/ 1997	06/09/ 1997
Emiş menfezi yanında	237	27009	6819
Emiş menfezi yanında	300	12552	8914
3	629	18842	4258
4	245	18591	8970

ANKARA ÜNİVERSİTESİ KARDİYOVASKÜLER CERRAHİ HASTANESİ LAMİNAR FLOW ALTI PARÇACIK SAYIMI TEST SONUÇLARI

2 NO.LU AMELİYATHANE						
LAMİNAR FLOW TİPİ	240X240					
ÖLÇÜM NOKTASI	ÖLÇÜM NOKTASI	ÖLÇÜM NOKTASI	PARÇACIK KONSANTRASYONU			
			0.5MİKRON/ft ³			
Boyuna eksen	Enine eksen	Yükseklik (m)	17/12/1996	15/02/1997	06/09/1997	
A	I	1.2	7	1	0	
A	II	1.2	0	1	0	
A	III	1.2	38	5	11	
A	IV	1.2	7	2	0	
B	I	1.2	20	3	0	
B	II	1.2	0	1	0	
B	III	1.2	56	1	1	
B	IV	1.2	23	0	1	
C	I	1.2	21	0	2	
C	II	1.2	0	3	20	
C	III	1.2	70	1	8	
C	IV	1.2	81	2	23	

2 NO.LU AMELİYATHANE LAMİNAR FLOW DIŞI MAHAL ÖLÇÜMLERİ

ÖLÇÜM NOKTASI	PARÇACIK KONSANTRASYONU		
	0.5mikron/ft ³		
	17/12/1996	15/02/1997	09/09/1997
Emiş menfezi yanında	432	564	10713
Emiş menfezi yanında	173	1831	8204
1	260	69	10961
2	434	1062	11335

ANKARA ÜNİVERSİTESİ KARDİYOVASKÜLER CERRAHİ HASTANESİ LAMİNAR FLOW ALTI PARÇACIK SAYIMI TEST SONUÇLARI

3 NO.LU AMELİYATHANE						
LAMİNAR FLOW TİPİ	240X240					
ÖLÇÜM NOKTASI	ÖLÇÜM NOKTASI	ÖLÇÜM NOKTASI	PARÇACIK KONSANTRASYONU			
			0.5MİKRON/ft ³			
Boyuna eksen	Enine eksen	Yükseklik (m)	17/12/1996	15/02/1997	06/09/1997	
A	I	1.2	0	2	0	
A	II	1.2	0	2	11	
A	III	1.2	50	7	0	
A	IV	1.2	2	1	0	
B	I	1.2	2	5	0	
B	II	1.2	0	0	4	
B	III	1.2	47	20	3	
B	IV	1.2	48	11	0	
C	I	1.2	0	6	0	
C	II	1.2	1	2	0	
C	III	1.2	12	2	0	
C	IV	1.2	79	4	0	

3 NO.LU AMELİYATHANE LAMİNAR FLOW DIŞI MAHAL ÖLÇÜMLERİ

ÖLÇÜM NOKTASI	PARÇACIK KONSANTRASYONU 0.5mikron/ft ³		
	17/12/ 1996	15/02/ 1997	06/09/ 1997
Emiş menfezi yanında	492	15911	34591
Emiş menfezi yanında	181	17733	15257
1	240	14415	9529
2	361	16183	13302

ANKARA ÜNİVERSİTESİ KARDİYOVASKÜLER CERRAHİ HASTANESİ CLASS-1 MAHALLER
PARÇACIK SAYIMI TEST SONUÇLARI

ÖLÇÜM NOKTASI	PARÇACIK KONSANTRASYONU 0.5mikron/ft ³	
	15/12/ 1997	06/09/ 1997
101	12181	39183
102	6310	*
103	2345	13799
104	3290	16608
105	2404	*
106	3452	10270
107	109	25622
108	1130	13431
109	2433	14994
110	2394	
111	1635	4331
112	919	2027
113	2881	8775
114	1962	6902
115	1626	7918
116	470	8560
117	11545	25698
118	2939	
119	1499	9062
120	1694	51845

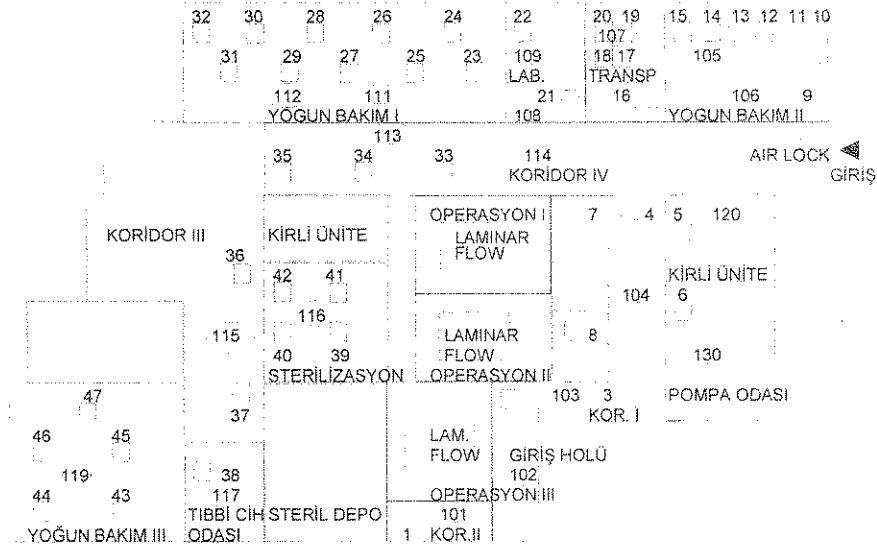
*işaretili noktalarda ölçüm yapılamamıştır

SONUÇ

Ölçüm sonuçları göstermektedir ki bu uygulamada aradan zaman geçmesine rağmen elde edilen hijyenlik tesisin ilk kurulduğu zamanki haliyle devam etmektedir. Havada taşınabilen parçacık konsantrasyonları Laminar flow ve HEPA filtrelerin altında Class 10-100 arasında, mahallerde ise Class 10 000-100 000 arasındadır. Tesis ilk kurulduğunda HEPA filtrelerin direnci 8-14mmSS civarında iken 9 ay sonra bu direncin hala aynı seviyelerde olduğu görülmektedir. Bu süre içerisinde EU4 ve EU9 filtreler bir kez değiştirilmiştir. HEPA filtrelerin uzun bir süre daha kullanılacağı görülmektedir. HEPA filtrelerin altında ölçülen parçacık konsantrasyonu ilk işletmeye alındığı

zamandaki gibidir. Laminar flow ünitelerinin altında elde edilen parçacık konsantrasyonu değerleri ilk işletmeye alındığı tarihte elde edilen değerler gibidir. Hastanın yarısı civarındaki BII noktasında 0.5mikron büyüklüğündeki parçacık sayısı 1 ft³'te 10'un altındadır.

ANKARA ÜNİVERSİTESİ KARDİYOVASKÜLER CERRAHİ HASTANESİ



KAYNAKLAR

[1] DIN 1946/4-DECEMBER 1989

[2] FED 209E

ÖZGEÇMİŞ

1959 Ankara doğumludur.1981 yılında Orta Doğu Teknik Üniversitesi Makina bölümünü bitirmiştir. 1981-1984 yılları arasında TSE Makina laboratuvarında çalışmıştır. 1984-1986 yılları arasında askerlik görevini tamamladıktan sonra Alarko Şirketler Topluluğu Ankara bölge müdürlüğünde çalışmaya başlamıştır. Halen Alarko Sanayi ve Ticaret A.Ş. Ankara Şubesinde Sistem Satış Müdürü olarak görev yapmaktadır. Makine Mühendisleri Odası ve Tesisat Mühendisleri Derneği üyesidir. Evli ve iki çocuk babasıdır.