

# HASTANELERDE HİJYENİK ORTAMLARDA İÇ HAVA KALİTESİNİN ARAŞTIRILMASI VE MODELLENMESİ (ANTALYA ÖRNEĞİ)

Ahmet ÇOŞGUN  
Ahmet KORKMAZ  
Nafel DOĞDU

## ÖZET

Türkiye de son yıllarda, hastanelerde bebek ölümlerinde hızlı bir artış olduğu görülmektedir. Bu ölümlerin sebepleri ile ilgili çeşitli araştırmalar yapılmaktadır. Araştırmalar göstermektedir ki hastanelerde bebek ölümlerinde, temiz oda terimi ile temiz oda sınıfları ön plana çıkmaktadır. Bir temiz oda, içerisindeki partikül miktarının az olması yani ideal bir havalandırma sisteminin projelendirilmesi, montajı ve işletilmesi ile mümkün olabilmektedir. Temiz oda sınıfları ISO 14644 'a göre dokuz standart gruba ayrılmıştır. Bu standartlara bakıldığında Türkiye'deki hastanelerde 1. 2. ve 3.class'ı (sınıfı) oluşturmak mümkün görülmemektedir. Çünkü ilk yapım sırasında harcanan maliyetlerin yüksek olması sebebiyle sağlık sektöründe uygulanmasından kaçınılmaktadır.

Bu çalışmada, Türkiye de Antalya ilinde Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesindeki çocuk hemotoloji servisine hizmet eden iki adet klima santrali (Söz konusu klima santralleri konfor iklimlendirmesi amaçlı kullanılmaktadır) hijyenik klima santralleri ile değiştirilmiştir. Bu hijyenik ve hijyenik olmayan klima santrallerinin değişim öncesi ve sonrasında ortam koşullarında, sıcaklık, nem ile toz partikülleri (0.3 µm, 0.5 µm 1 µm ve 5 µm çaplarındaki) ölçümler yapılmıştır. Ölçümler de manuel ölçüm cihazları kullanılmıştır. Ölçüm sonuçları, istatistik bir program olan Mini tap 13.1 program ile analiz edilerek, korelasyon ve önem seviyeleri hesaplanmıştır. Bilgisayar programı tarafından elde edilen tablolar, iç hava kalitesi parametreleriyle aralarındaki ilişkiler yorumlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Hastane, hijyen, iç hava kalitesi ve modelleme

## ABSTRACT

In recent years It is seen that there is a rapid increase in infant death at hospitals in Turkey. Several researches have been conducted about the reasons of these deaths. Researches show that the term of clean room and clean room class come into prominence in infant death at hospitals. A clean room can be possible with being low of the particle amount namely the design and installation of an ideal ventilation system. Clean room classes have been split into nine standard groups according to ISO 14644. When examining these standards it is impossible to form 1. , 2. and 3. Class in hospitals in Turkey because it is avoided application in health sector due to high cost during the first construction. In this study, two air handling units(the air handling units at issue are used as comfort air conditioner) serving pediatric hematology unit in Akdeniz University Medical Faculty in Antalya in Turkey have been replaced with hygienic air handling units. Before and after the replacement in ambient conditions measurements of temperature, humidity and dust particles(0.3 µm, 0.5 µm 1 µm and 5 µm diameter) of these hygienic and unhygienic air handling units are made. In measurements manual measuring devices are used. The results of the measurements have been analysed with Minitab 13.1 that is a statistical program and correlation and level of significance are calculated. The tables attained by computer program, the correlations between internal air quality parameters are interpreted.

**Key Words:** Hospital, hygiene, internal air quality and designing

## 1. GİRİŞ

Sağlığa zarar verecek ortamlardan korunmak için yapılan uygulamalar ve alınan temizlik önlemlerinin tümü hijyen olarak tanımlanmaktadır. Hijyen sadece temizlik değildir. Diğer taraftan hastalık veya kontaminasyon kaynağı olabilecek mikroorganizmaların tümünün öldürülmesi ya da zararlı etki yaratmayacak en düşük düzeye indirilmesine de dezenfeksiyon denilmektedir[1].

Türkiye de Araştırma Hastanelerinin yeni doğan ünitelerinde son yıllarda 49 bebeğin ölümü üzerine gündeme gelmiştir. Hastane enfeksiyonları kaynaklı bebek ölümleri, Edirne, Kayseri, Manisa, Ankara, Erzurum illerinde yaşanmıştır. Bu ölümler nedeniyle bir anda hastanelerde temiz odalar terimi ortaya çıkmış ve önem kazanmıştır.

## 2. TEMİZ ODALAR

Temiz oda sınıfları ISO 14644 'a göre dokuz standart gruba ayrılmıştır. Bu standartlara bakıldığında Türkiye'deki hastanelerde 1. 2. ve 3. class'ı (sınıfı) oluşturmak mümkün görülmemektedir. Çünkü ilk yapım sırasında harcanan maliyetlerin yüksek olması sebebiyle sağlık sektöründe uygulanmasından kaçınılmaktadır.

Hastane ortamlarında bir odada 0.5  $\mu\text{m}$  çapındaki partikülden maksimum 35 adet olması o odanın havasının saatte 30 defa değiştirilmesine tekabül etmektedir. Bunun yapılabilmesi için büyük kapasiteli klima santralleri, büyük ölçekli hava kanalı, çok aşırı elektrik tüketimi ve aşırı filtre değişimi gibi faktörlerinde ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

Hastanelerde ameliyathane ve yoğun bakımda saatteki hava değişim oranı 8-12 defa olması beklenmektedir. Hasta odalarında ise bu değişim 6-8 defadır. Bu hava değişim oranları sağlanabilmesi için klima santralinin iç kısmı tamamen paslanmaz çelikten imal edilmiş olması, en az iki yada 3 kademe filtre sisteminin sağlanması gerekmektedir. Bu filtreler sırasıyla F3-F4, F6-F8, F9 class sınıflarında olması da gerekmektedir.

Uluslar arası standartlarda da ideal bir hastanenin ameliyathane, yoğun bakım, hemotoloji ve kök hücre üniteleri ISO grubunda, class 5 grubuna girmektedir. Normal bir hasta odası ise ISO Class 6-7 grubundadır. Aşağıda tablo 1'de hastanelerde partikül sınır değerleri ISO sınıfları verilmiştir.

**Tablo 1:** Hastane Havalandırma sistemlerinde partikül sınır değerleri

ISO Class	Maximum Number of Particles in Air (particles in each cubic meter equal to or greater than the specified size)					
	Particle size					
	> 0.1 $\mu\text{m}$	> 0.2 $\mu\text{m}$	> 0.3 $\mu\text{m}$	> 0.5 $\mu\text{m}$	> 1 $\mu\text{m}$	> 5 $\mu\text{m}$
ISO Class 1	10	2				
ISO Class 2	100	24	10	4		
ISO Class 3	1000	237	102	35	8	
ISO Class 4	10,000	2,370	1,020	352	83	

<b>ISO Class 5</b>	100,000	23,700	10,200	3,520	832	29
<b>ISO Class 6</b>	1,000,000	237,000	102,000	35,200	8,320	293
<b>ISO Class 7</b>				352,000	83,200	2930
<b>ISO Class 8</b>				3,520,000	832,000	29,300
<b>ISO Class 9</b>				35,200,000	8,320,000	293,000

Kök hücreleri ünitesi için sınır değer  $\leq 4$  (ISO Class)  
Ameliyathane ve Yoğun bakım ünitesi için sınır değer  $\leq 5$  (ISO Class)  
Hastane odaları için sınır değer  $\leq 6$  (ISO Class )  
İdari ofisler için sınır değer  $\leq 8$  (ISO Class )'dir.

Bir hastane odasındaki enfeksiyon oranı, oda içerisindeki partikül miktarı ile orantılıdır. Bu nedenle  $0.5\mu$  çapından küçük partiküller, havadan iki kat daha hafif olmaları nedeniyle, havada saatlerce asılı kalabilmektedirler. Havada asılı olan bu partiküller çeşitli tip bakterilerin oda içerisinde ve odalar arasında uzun süre ortamda asılı kalarak enfeksiyon riskini artırabilmektedir. Bunların bir kısmı da hastane ortamında kendilerine karşı kullanılan ilaçlara da dayanıklılık kazanmış olarak mücadelesi zor bir hale gelmiş durumda olduğu da ortadadır[2].

Araştırmalarda dünyada ameliyat sonrası enfeksiyonlar nedeniyle, 2001 yılında, hastane yatış ortalamasına bakıldığında; ABD'de 1-2 gün, Avrupa birliği ülkelerde 2-3 gün, Türkiye de ise, 12- 13 gün'dür. Türkiye de her 100 kişiden 38'i elli yaşından önce öldüğü, bu oran, Avrupa ülkelerindeki en yüksek oran olduğu da bir gerçektir. Diğer bir bakış açısı da Türkiye de 5 yaşından küçük çocuk ölümlerinde, Yunanistan'ın 10 katı olduğumuz da bir gerçektir.

## 2.1. Bir Temiz Odada Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

**1-** Temiz oda içerisindeki insan ve partikül akışının değerlendirilmesi önemlidir. Temiz oda içerisinde çalışan kişiler, oda içerisindeki en büyük partikül kaynağını oluşturmakta olup; kritik proseslerin gerçekleştirildiği mahaller, bu mahallere açılan kapı ve yollardan izole edilmiş olmalıdır. Temizlik açısından daha kritik öneme sahip alanların, diğer alanlardan korunabilmesi için tek girişi olmalıdır. Böyle proseslerde, malzemenin girişinden işlenmesine ve ürünün çıkarılışına kadar bütün proseslerin büyük bir dikkatle değerlendirilmesi gerekmektedir[3].

**2-** Temiz oda sınıfının belirlenebilmesi için, öncelikle temiz oda sınıflandırma standartları ve her bir sınıfta bulunmasına izin verilen maksimum partikül miktarının bilinmesi gerekmektedir. Çevre bilimleri enstitüsü standart 14644-1'de, çeşitli temizlik sınıflandırmaları (1, 10, 100, 1000, 10000, 100000) ve her bir sınıflandırmada bulunması gereken partikül miktarı belirtilmiştir. Temizlik sınıflandırılması, temiz oda dizaynı, enerji sarfiyatı ve oda bakımı üzerinde büyük rol oynamaktadır. Sonuç olarak, proses ne kadar hassas/önemli ise bulunduğu temiz odanın sınıf derecesinin o kadar iyi olması gerekmektedir. Örnek olarak; 100000 sınıfındaki bir odanın 100 sınıfında bir odaya açılması istenmezken; aynı odanın 1000 sınıfındaki bir odaya açılması bir sorun teşkil etmemektedir[3].

**3-** Mahalde pozitif basınç ortamı sağlamak, infiltrasyon yoluyla dışarıdan içeriye gerçekleşecek partikül akışını engellemektedir. Mahal negatif basınçta veya dengeli bir basınçtayken, ortamın sınıf değerini korumak oldukça zordur. Bu nedenle basınçlandırma temiz oda dizaynının da önemli bir parametredir. Ortamlar arasında infiltrasyonla gerçekleşecek partikül akışını durdurmak için gerekli olan basınç farkı, yapılan bir takım çalışmalar sonucunda 7-12.45 Pa olarak bulunmuştur. Bu değerler dışındaki değerlerde iyi sonuçlar alınamamıştır. Yüksek basınç farkları yüksek enerji tüketiminin yanında, kontrol zorluğu da yaratmaktadır. Ayrıca yüksek basınç farkları kapı kullanımlarında daha fazla güç harcanmasına da neden olmaktadır. Kapıların iki tarafı arasında izin verilen en büyük basınç farkı 24.90 Pa'dir. İzin verilen bu değerde bile 3ft ile 7 ft arasındaki bir kapıyı açmak için 5 kg'lık kuvvet uygulanması gerekmektedir[3].

4. Temiz oda sınıflandırması, oda için gerekli besleme havası miktarının belirlenmesinde en önemli etkidir. Hava besleme miktarına etki eden diğer faktörler ise egzoz havası miktarı ve kapıların açılmasından kaynaklanan infiltrasyon miktarıdır.

5. Hava Miktarının Dengelenmesi, mahale giren toplam hava miktarı ile çıkan toplam hava miktarının birbirine eşit olma durumu olarak tanımlanmaktadır.

#### 6. Diğer faktörler

a) Sıcaklık: Temiz oda çalışanları, içeride partikül oluşumunu engellemek ve içeriye partikül girmesini önlemek amacı ile günlük kıyafetlerinin üzerine iş giysileri giymektedir. Fazladan giyilen kıyafetler sebebiyle, çalışma ortamlarının sıcaklık değerinin biraz düşük olması gerekmektedir. Bu şekildeki ortamlardaki en ideal çalışma sıcaklık değerleri 18-21 °C arasındadır.

b) Nem: Temiz odadaki yüksek hava akış hızları sebebiyle mahal içerisinde elektrostatik yüklenme (elektriklenme) meydana gelmektedir. Ortam neminin düşük olduğu durumda, tavan ve duvarlarda yüksek oranda elektrostatik yüklenme olduğundan, ortamda bulunan toz partikülleri yüzeylere yapışmaktadır. Ortam neminin artması ile birlikte ise bu partiküller yüzeyden ayrılmakta ve ortama geri dönmektedir. Bu olay meydana geldiği zaman mahal için seçilen sınıflandırma değeri de yanlış olmaktadır. Bu nedenle yüklenme sonucu oluşacak partikül birikmesini engellemek amacı ile ortam neminin % 45 ± % 5 sınırları içerisinde tutulması gerekmektedir.

c) Stabilite: Çok önemli proseslerde, hepa filtre ile proses odası arasındaki yolda partikül miktarında herhangi bir değişim olmaması için akışın çok düzgün ve stabil olması gerekmektedir.

d) Elektrostatik Yüklenme: Bazı prosesler elektrostatik yüklenmeye karşı hassastır. Bu gibi proseslerin bulunduğu mahallerde topraklama yapılması gerekmektedir.

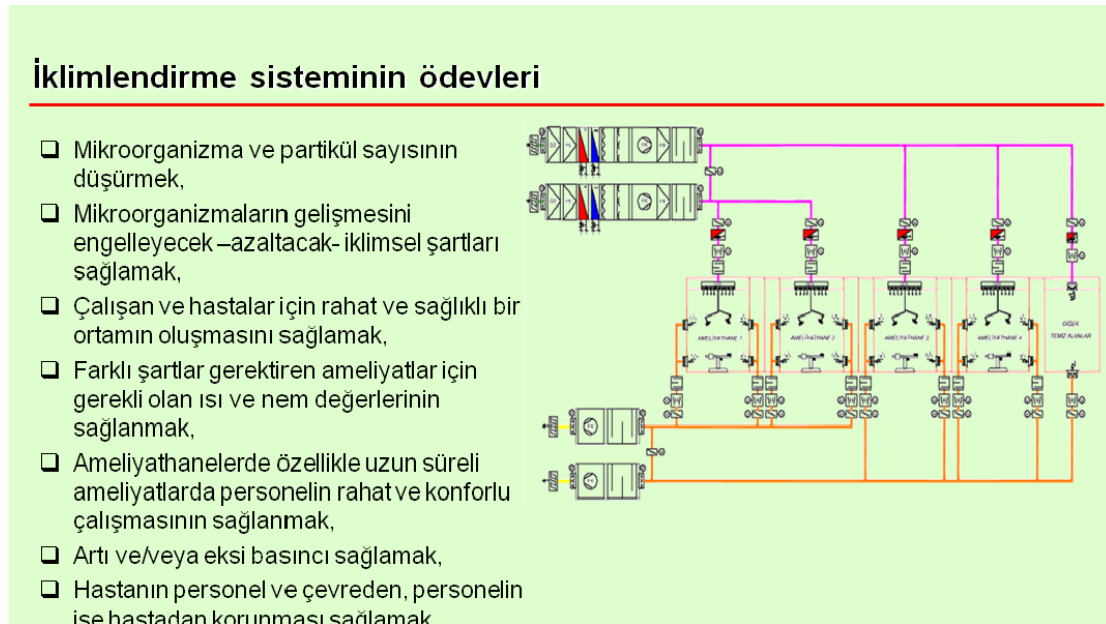
e) Ses Düzeyi ve Titreşim: Bazı özel prosesler sese ve titreşime karşı hassastır. Gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir.

#### 7. Mekanik Tesisat Tasarımının Belirlenmesi

Mahal kullanılabilirliği, mahalın bulunduğu iklim, temizlik sınıfı v.s. tasarlanacak olan mekanik tesisatı etkileyen faktörlerden bazılarıdır. Temiz odalarda kullanılacak olan klima sistemleri de normal klima sistemleri ile karşılaştırıldığında daha yüksek hava debilerine sahiptir.

100000 ve düşük hava değişim değerlerine sahip 10000 sınıfında bulunan mahallerde, ortamdaki bütün hava klima ünitesine gönderilmektedir[3].

İklimlendirme sistemlerinin görevleri aşağıda şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1: İklimlendirme sistemlerinin görevleri[4].

Bina içi hava kirliliğine neden olan faktörleri ana başlıklar halinde verecek olursak, 1- Bakteriler, mantarlar ve diğer mikroorganizmalar, 2- Nitrojen oksitler, 3- Mineral lifler, 4- Radon 99, 5- Formaldehid, 6- Çözücüler, pestisitler ve poliklorinize bi- feniller, 7- Besinsel tozlar, 8- Evcil hayvanlar ve laboratuvar hayvanları, 9- Çevresel sigara dumanı verilebilir.

Bina içi havanın mikrobiyolojik kontaminasyonu sonucunda; ekstresek allerjik alveolit, nemlendirici ateşi, astım, allerjik rinit, hasta bina sendromu ve enfeksiyonlar görülebilir. Bina içi havanın mikrobiyolojik kontaminasyon kaynakları, nemlendirici cihazlar, soğutucu cihazlar ve su sızıntılarıdır[5].

Sık görülen etkenler: Micropolyspora faeni, Thermoactinomyces vulgaris, Aspergillus fumigatus. Daha az sıklıkla görülen etkenler: Penicillium türleri, Aureobasidium pululans, Bacillus subtilis, Sphaeropsidales türleri, Cytophaga allerginae, Trichosporon cutaneum, Merulius lacrymans, Stachybotrys chartarum (S. atra).

Ekstresek allerjik alveolit: Bu hastalık akut ve kronik olarak iki forma sahiptir. Akut formu altı-sekiz saat içinde başlar ve "flu-like" hastalık, ateş, titreme, nefes darlığı, öksürük ve genel yaygın ağrılar görülür. Kronik formu düşük düzeyde uzun süreli maruz kalma sonucunda oluşur ve kilo kaybı, nefes darlığı görülür. Alveol içindeki inflamasyon skar dokusunun oluşmasına neden olur[6].

Nemlendirici ateşi; Semptomlar ekstresek allerjik alveolite benzer ve altı-sekiz saat içinde başlar, ancak ondan farklı olarak uzun süreli maruziyet toleransa neden olabilir[7].

Temiz bir oda için, hijyenik klima santrali ve diğer parametreler sağlandığı takdirde, hastanelerde ameliyat esnasında, operasyona katılan personel, enfeksiyon riskinden kurtulacaktır. Ameliyat sonrası enfeksiyon kapmaması için hastalara aşırı dozda antibiyotik vermeye gerek kalmayacağı gerçeği de ortadadır. Özellikle Laminer Flow sisteminde, ameliyat esnasında yara etrafında üreyen mikrop sayısı 10 CFU/m<sup>3</sup> tür. Bu sistemler yaygınlaştırılmalıdır. . Bu kadar düşük bir değer hastanın enfeksiyon kapma riskinde, ciddi oranlarda düşme sağlar[8].

Konfor klima ve havalandırma sistemleri, sıcaklık ve nem oranı parametrelerine göre tasarlanmakta, cihaz seçimi sırasında ise ses seviyesi, güvenlik vb. konular göz önüne alınmaktadır. Hijyenik klima ve havalandırma sistemlerinde ise bu parametrelere ek olarak ortamdaki partiküllerin çapı, sayısı ve ayrıca mikro organizma tipi ile sayısı da eklenmektedir. Bu değerlerin temiz oda sınıflarında gerekli limit değerleri ve toleransları da sağlanması gerekmektedir. Bu sebeple hijyenik ortam kurulmasında, sistemin tasarımı, diğer konfor iklimlendirmesine göre daha kompleks olduğu da ortadadır[9].

### 3. METARYAL ve METOD

Bu çalışmada, Antalya ilinde mevcut bulunan Akdeniz Üniversitesi hastanesinde manuel sıcaklık ve nem ölçer cihazı ile biotest markalı partikül ölçüm cihazları kullanılmıştır.

Ölçümler için, Akdeniz Üniversitesi hastanesinde 2009 yılında, hastanede mevcut bulunan A blok 3.kat çocuk hemotoloji servisine ait 323,316,326,306,305 nolu 5 adet oda ele alınmıştır. Bu odalarda periyodik olarak sıcaklık, bağıl nem ve partikül miktarları ölçümü yapılmıştır.

Hastanenin A blok 3. Kat çocuk servisine hizmet veren klima santralinin değişim öncesi ve yeni hijyenik klima santrali ile değişim sonrası, sıcaklık, bağıl nem ve partikül madde miktarları ölçümleri yapılmıştır.

Hastanede değişimi yapılan klima santrali yerine yeni hijyenik klima santrali, uluslar arası standartlara (ISO 14644, DIN 1946/4) uygun olup, iç kısmı tamamen paslanmaz Cr-Ni sacdan imal edilmiştir. Bu santral üç kademe filtreleme sistemine sahip olup frekans invertörüdür.

Hastane çocuk hemotoloji odalarında yapılan iç hava kalitesi parametreleri ölçüm sonuçları aşağıda tablo 2'de verilmiştir.

**Tablo 2:** A Blok 3. Kat Çocuk Servisine hizmet veren Klima Santrali değişimi öncesi ve sonrasındaki sıcaklık, bağıl nem ile partikül ölçüm sonuçları.

Ölçüm sırası	KS tipi	Oda no	Oda ısısı (°C)	Nem oranı (%)	Partikül çapı (µm)			
					0.3	0.5	1	5
1.	Eski KS Açık	323	26	50	186379	<b>10875</b>	2141	56
2.	Sist.kapalı	323	25	53	318458	43617	13196	116
3.	Yeni KS açık	323	25	46	71348	2907	563	12
4.	Y.KS Açık 2.gün	323	25	43	75488	<b>2238</b>	394	22
					Partikül çapı (µm)			
Ölçüm sırası	KS tipi	Oda no	Oda ısısı(°C)	Nem oranı(%)	0.3	0.5	1	5
1.	Eski KS açık	316	25	52	171765	<b>10951</b>	2507	26
2.	Sist.kapalı	316	24	52	318458	33161	10037	74
3.	Yeni KS açık	316	25	47	110978	7127	2053	32
4.	Y.KS Açık 2.gün	316	25	43	72363	<b>2882</b>	324	31
					Partikül çapı (µm)			
Ölçüm sırası	KS tipi	Oda no	Oda ısısı(°C)	Nem oranı(%)	0.3	0.5	1	5
1.	Eski KS açık	326	26	48	175732	<b>11185</b>	2254	48
2.	Sist.kapalı	326	25	50	316945	47413	13761	198
3.	Yeni KS açık	326	26	49	98287	10398	3300	95
4.	Y.KS Açık 2.gün	326	24	45	77163	<b>2162</b>	305	13
					Partikül çapı (µm)			
Ölçüm sırası	KS tipi	Oda no	Oda ısısı(°C)	Nem oranı(%)	0.3	0.5	1	5
1.	Eski KS açık	306	26	48	220000	<b>24300</b>	7040	50
2.	Sist.kapalı	306	26	53	348833	50835	13694	147
3.	Yeni KS açık	306	26	51	123336	10881	3700	32
4.	Y.KS Açık 2.gün	306	24	47	83577	<b>3258</b>	624	10
					Partikül çapı (µm)			
Ölçüm sırası	KS tipi	Oda no	Oda ısısı(°C)	Nem oranı(%)	0.3	0.5	1	5
1.	Eski KS açık	305	27	53	262414	<b>35644</b>	8364	94
2.	Sist.kapalı	305	26	53	337236	56680	15326	180
3.	Yeni KS açık	305	26	50	167024	14450	2730	116
4.	Y.KS Açık 2.gün	305	25	48	72304	<b>1873</b>	180	23

İstatistiksel ölçüm parametreleri arasındaki ilişkiyi veren kolerasyon katsayıları ve önem seviyesi kuram için önemlidir. Kolerasyon katsayısı iki değişken arasında doğrusal ilişkiyi gösterir. İlişkinin istatistiksel olarak önemli olup olmadığı seçilen önem seviyesi (genellikle  $\alpha = 0,05$  seçilir) ile hesaplanan önem seviyesi(p değeri) karşılaştırılarak belirlenir. Eğer P değeri,  $\alpha = 0,05$  değerinden küçükse ilişki istatistiksel olarak önemlidir[10].

Aşağıda ölçüm yapılan hastanenin minitab 13.2 istatistiksel program sonuçları verilmiştir. İstatistiksel program yardımı ile ölçüm sayısı, ortalama değer, medyan, standart sapmalar ile minimum ve maksimum değerler hesaplanmış olarak tablo 3'de verilmiştir.

**Tablo 3:** Ölçüm yapılan hastanenin İstatistiksel değerleri

27.07.2011 11:31:36 Welcome to Minitab, press F1 for help.						
<b>Descriptive Statistics:</b> EK acık (C); EK BN(%); EK PM (0.5 m); YK acık (C); YK BN(%)						
Variable	N	Mean	Median	TrMean	StDev	
<b>SE Mean</b>						
EK acık(C)	5	26,000	26,000	26,000	0,707	0,316
EK BN(%)	5	50,20	50,00	50,20	2,28	1,02
EK PM (0,5)	5	18591	11185	18591	11137	4981
YK acık(C)	5	25,600	26,000	25,600	0,548	0,245
YK BN(%)	5	48,200	48,000	48,200	1,924	0,860
YK PM (0,5)	5	9153	10398	9153	4351	1946
SK (C)	5	25,200	25,000	25,200	0,837	0,374
SK BN(%)	5	52,200	53,000	52,200	1,304	0,583
SK PM (0	5	46341	47413	46341	8794	3933
EK acık(C) 2.	5	24,600	25,000	24,600	0,548	0,245
EK BN(%)2.	5	45,20	45,00	45,20	2,28	1,02
EK PM (0,5)2.	5	2483	2238	2483	569	254
Variable	Minimum	Maximum	Q1	Q3		
EK acık (C)	25,000	27,000	25,500	26,500		
EK BN(%)	48,00	53,00	48,00	52,50		
EK PM (0,5)	10875	35644	10913	29972		
YK acık (C)	25,000	26,000	25,000	26,000		
YK BN(%)	46,000	51,000	46,500	50,000		
YK PM (0,5)	2907	14450	5017	12666		
SK (C)	24,000	26,000	24,500	26,000		
SK BN(%)	50,000	53,000	51,000	53,000		
SK PM (0,5)	33161	56680	38389	53758		
EK acık(C)2.	24,000	25,000	24,000	25,000		
EK BN(%)2.	43,00	48,00	43,00	47,50		
EK PM (0,5)2.	1873	3258	2018	3070		

**Tablo 4:** Ölçüm yapılan Akdeniz Üniversitesi hastanesi ait önem seviyesi ve kolerasyon sonuçları

<b>Correlations:</b>					
EKa(C),EKaBN(%),EKaPM(0,5),YKa(C),YKaBN(%),YKPM(0,5),SK(C),SKBN(%),SKPM(0,5),EK2a(C),EK2BN(%)					
EKBN(%)	0,155				
	0,803				
EK PM(0,5)	0,784	0,387			
	0,117	0,520			
YK a(C)	0,645	-0,320	0,629		
	0,239	0,599	0,255		
YK BN(%)	0,184	-0,581	0,383	0,807	
	0,767	0,304	0,525	0,099	
YK PM(0,5)	0,595	0,149	0,798	0,868	0,626
	0,290	0,812	0,106	0,057	0,259

SK (C)	0,845	-0,157	0,816	0,764	0,590	0,622					
	0,071	0,801	0,092	0,133	0,295	0,263					
SK BN(%)	0,271	<b>0,404</b>	0,514	-0,210	-0,120	-0,075	0,413				
	0,659	<b>0,500</b>	0,376	0,735	0,848	0,904	0,490				
SK PM(0,5)	<b>0,946</b>	-0,081	0,806	0,825	0,490	0,703	<b>0,952</b>	0,217			
	<b>0,015</b>	0,897	0,100	0,085	0,402	0,185	<b>0,013</b>	0,726			
EK a(C)2.	0,000	<b>0,881</b>	0,070	-0,667	-0,854	-0,312	-0,327	0,490	-0,289		
	1,000	<b>0,049</b>	0,912	0,219	0,065	0,609	0,591	0,402	0,637		
EK BN(%)2.	0,775	0,038	<b>0,918</b>	<b>0,881</b>	0,673	<b>0,904</b>	<b>0,891</b>	0,235	<b>0,895</b>	-0,320	
	0,124	0,951	<b>0,028</b>	<b>0,049</b>	0,214	<b>0,035</b>	<b>0,042</b>	0,703	<b>0,040</b>	0,599	
EK PM(0,5)2.	-0,627	-0,374	-0,188	-0,124	0,479	-0,159	-0,123	0,190	-0,388	-0,365	-0,113
	0,258	0,535	0,762	0,842	0,415	0,799	0,844	0,760	0,519	0,546	0,856

Cell Contents: Pearson correlation P-Value

Tablo 3,4 incelendiğinde, tüm klima sistemleri kapalı ve eski hijyenik olmayan klima santrali açık durumda iken hastane odası içerisindeki bağıl nem önem seviyesinin pozitif olduğu ortaya çıkmıştır. Diğer taraftan tüm sistem kapalı iken toz partikül ölçümü(0.5 µm) ile hem eski hijyenik olmayan klima santrali hem de sistem kliması sıcaklıkları(°C) arasında pozitif anlamlı önem seviyesi bulunmuştur. Ayrıca eski hijyenik olmayan klima santrali çalışırken hastane oda içinde yapılan ölçümde sıcaklık ile bağıl nem arasında anlamlı bir pozitif ilişki elde edilmiştir.

2. kez ölçüm de; eski hijyenik olmayan klima santrali ile yeni hijyenik klima santralindeki bağıl nem(%) ile yeni hijyenik klima sistemindeki; hasta odalarında yapılan, sıcaklık (°C), PM arasında da pozitif anlamlı bir ilişki olduğu ortaya çıkmıştır.

Tablo 1'de eski hijyenik olmayan klima santrali ile yeni hijyenik klima santrali değişim öncesi ve değişim sonrası PM miktarı ölçümlerine bakıldığında; Class 6 için sınır değer 35.200 µm çapın da olup bu değer yeni hijyenik klima santrali ile değiştirildikten sonra partikül madde miktarı değerlerinin, sınır değerinin çok altına düştüğü de ortaya çıkmıştır.

## SONUÇ

Hastane temiz odalarında hijyenik klima sistemleri ile hijyenik olmayan (konfor kliması) iç hava kalitesi için önemli parametrelerinden sıcaklık, bağıl nem ve toz partikül karşılaştırıldığında; 0.5µm çaplı Toz partikül adeti hastane odaları standardı ISO class 6 grubudur. Bu gruptaki standart değer 35200 adet olup hijyen olmayan klima sisteminde bu değer yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Hijyenik klima sistemi ile hijyenik olmayan klima sisteminin her ikisinde de bağıl nem ve sıcaklık arasındaki ilişki minitap 13.2 istatistik analiz programı ile yapılmıştır. Her iki değerinde önem seviyesi bakımından anlamlı olduğu, ilişki seviyesinin pozitif olduğu görülmüştür.

Mevcut hastaneler de bulunan klima tesisatı ve ekipmanlarının ivedilikle hijyenik klima sistemleri ile değiştirilmeli, Yeni hijyenin klima sistemlerinin kurulmasından sonra çalışmasının tasarım kriterliğine uygunluğu kontrol edilmelidir. Hastane bünyesindeki hijyenik klima sistemlerinde koruyucu bakım tedbirleri titizlikle uygulanmalıdır. Taze hava emiş noktaları sistemde düzenli olarak kontrol edilmelidir. Klima sistemlerinde filtre sistemleri sürelerinde düzenli ve periyodik olarak değiştirilmesi sağlanmalıdır. Bu işlemler için maliyetlerin yüksek olması sebebiyle sağlık sektöründe uygulanmasından kaçınılması gerekmektedir..



Bir hastanede iç ortamda iç hava kalitesi testleri sürekli olarak yapılmalı, özellikle tasarım kalitesi (DQ), Uygulama kalitesi(IQ), İşletme kalitesi (OQ), Performans kalitesi (PQ) testleri, kontrolleri yapılmalıdır. Hijyenik klima sistemlerinde ve toz partikül, nem ölçümleri, vd, sürekli olarak yapılması sağlanmalıdır. Bu bilinç öncelikle hastanelerde çalışan teknik personel tarafından bilinmesi için çeşitli bilgilendirme eğitimleri yapılmalıdır. Bu eğitimlerde yerinde uygulamalı olarak yapılmalıdır.

Yeni yapılan bir hastanede kurulan bir mekanik tesisat, mevcut yapısında sağlıklı bir şekilde işletilmesi sağlanmalıdır. Bu konuda yetişmiş ara eleman ihtiyacı karşılanması amacıyla hastaneler için Üniversitelerin meslek yüksek okulları bünyesinde hijyen teknikerliği programlarının açılması gerektiğini düşünmekteyiz.

Ayrıca hastane havalandırma sistemlerinin, Sağlık bakanlığı ve TSE tarafından ön görülen tasarım kriterleri dikkate alınarak yapılmalıdır.

## **KAYNAKLAR**

- [1]. BİLGE,M., Hastanelerde hijyen ve Klima tesisatı, İskid teknik yayın 1, Aralık 2008.
- [2]. www.gonka.com.tr.
- [3] VİNCENT,A., SAKRAİDA, P.E. 10 adımda Temiz Oda dizaynı Termodinamik dergisi, Mayıs 2009, sayı 201.
- [4] KENTER, M. Hastanelerde steril alanların tasarımında tesisat mühendisi açısından dikkat edilmesi gereken konular, İklim 2007, Antalya.
- [5] ARUNDEL, A.V, STERLING, EM, BIGGIN, J.H, STERLING, TD. Indirect health effects of relative humidity in indoor environments. Environ Health Perspect 1986;65:351 - 61.
- [6] VAN ASSENDELFT, A, FORSEN RO, KESKINEN H, ALANKO K. Humidifier associated extrinsic allergic alveoli- tis. Scand J Work Environ Health 1979;5:35-41.
- [7] Austwick PKC, Davies PS, Cook P, Pickering CAC. Comparative microbiological studies in humidifier fever. In: Molina C (ed). Maladies Des Climatiseurs et Des Humidificateurs. INSERM Symposium, 1986;135:155-64.
- [8] TÜRKMEN,B.,Temiz oda standartları ve Laminer Hava Akışlı Tavan sistemleri, Mayıs-Haziran 2001 TTMD dergisi s 28-31.
- [9] MMO, Hastane iklimlendirme tesisatı ve denetim esasları, MMO 2008/481yayın
- [10] BULUT,H., Isıtma sezonunda ofislerde iç hava kalitesinin Aarştırılması. Ulusal II. İklimlendirme Kongresi,İklim 2007,Antalya Y.No:E/2007/450, s.285-293,15-18 Kasım 2007.

## **ÖZGEÇMİŞ**

### **Ahmet ÇOŞGUN**

1975 yılında Antalya da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Antalya da tamamladı, 1999 Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Fakültesi, Makine Mühendisliği bölümünden "Makine Mühendisi" ünvanı ile mezun oldu. 2000 yılında Akdeniz Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksek okuluna Uzman kadrosu ile atandı. 2008 yılında Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Eğitimi anabilim dalında "Yüksek Lisansını" tamamladı. Halen Akdeniz Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulunda görevli öğretim elemanıdır. Çalışma konuları arasında, İç hava kalitesi, İklimlendirme ve soğutma, Gaz ve tesisatı, biyosisi, konularında da çalışmaktadır. Evli ve 1 kız evladı vardır.

### **Ahmet KORKMAZ**

1964 Kahramanmaraş Göksun doğumludur. İlkokul ve ortaokulu Göksun'da, Endüstri Meslek Lisesini Kahramanmaraş'ta tamamladı, Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesinden Makine Mühendisi olarak mezun oldu. Kayseri de faaliyet gösteren bir işletmede, Mekanik Tesisat Projesi çizdi,

Endüstriyel soğutma cihazları imalatı yapan bir fabrikada imalat ve kalite kontrol Mühendisi olarak görev yaptı. 1996 yılında Akdeniz Üniversitesi Rektörlüğü Eğitim Hizmetlerine öğretim elemanı olarak atandı. 1996 yılında Akdeniz Üniversitesi Hastanesine kurucu Teknik Müdür olarak görevlendirildi. İki yıl bu görevde bulundu, 14 yıl, Akdeniz Üniversitesi Hastanesinde İklimlendirme Sistemleri İşletmesi ve Bakım Onarımın Mühendisi olarak görev yaptı. Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Enfeksiyon kontrol komitesi üyesi olarak görev yaptı, Hastane havalandırma sistemleri konusunda birçok araştırması ve yayınlamış 4 adet makalesi vardır. Makine Mühendisleri Odası Antalya şubesi yönetim kurulu üyeliğinde bulundu. Halen Akdeniz Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulunda uzman kadrosunda öğretim elemanı olarak çalışmaktadır, Evli ve iki çocuk babasıdır.

## **Nafel DOĞDU**

1974 yılında Antalya da doğdu. İlk, orta, lise öğrenimini Antalya da tamamladı. 1996 yılında Gazi üniversitesinden lisans, 1999 yılında Makine Mühendisliği Anabilim dalından Yüksek lisans derecesi ile mezun oldu. 2003 yılında Akdeniz Üniversitesi T.B.M.Y.O.'u Makine programına Öğretim görevlisi olarak atandı. Halen Akdeniz Üniversitesi T.B.M.Y.O. da öğretim görevlisi olarak çalışmaktadır. 2006 yılında Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makineleri anabilim dalında doktora çalışmasına başladı. Bu anabilim dalında doktora çalışmalarına devam etmektedir. Çalışma konuları arasında ısı tekniği, malzemeler, Biyomalzemeler, Makine elemanları, Üretim yöntemleri, Titreşim, tasarım, otomatik kontrol, Hidrolik ve pnömatik, Yalıtım konularıdır.