

# SIĞINAKLARDA HAVALANDIRMA VE FİLTREASYON SİSTEMLERİ

Atila ÖZGENALP

## ÖZET

Bu çalışmada,3194 sayılı İmar kanununa göre daha önce düzenlenmiş olan İmar Yönetmeliklerinde, savaş ve saldırı durumlarında ortaya çıkan basınç,Biyolojik ve kimyasal maddeler ve Nükleer serpin tilerden korunmak amacıyla yapılması gereken Sığınaklarda uygulanacak havalandırma Sistemleri incelenmesiyle,havalandırma için gerekli taze hava debilerinin gerekenden çok fazla olduğu anlaşıl dı.Bu konunun araştırılması ile Sığınak havalandırılması için gerekli olan kişi başına asgari Hava debilerinin gerçekte çok daha az olduğu sonucuna varıldı. Bu duruma göre Sığınakların havalandırıl ması için planlanan havalandırma Sistemlerinin tasarım kriterlerinin yeniden belirlenmesi sonucun da,Filtrasyon için gerekli Kum Filitresi büyüklükleri,Havalandırma fan debileri ve havalandırma kanal ölçülerinde azalmalar olduğu belirlendi.

**Anahtar Sözcükler :** Sığınak, havalandırma, nükleer serpinti, kum filtresi, hava kanalları, hava debisi, hava kalitesi, temiz hava, dış hava, kirli hava, yoğunlaşma, drenaj

## ABSTRACT

In this studying, it was researched the air ventilation of shelters which is designed due to the number of 3194 under developement laws for protecting people from air blasting, biological and chemical materials, and nuclear particulars for in case of war attacks.However, the essentials of design in the opinion of 3194 were researched by that studying.In the design of air ventilation systems, air value for the air ventilation of shelter was found much more than required. By studying on this topic, in fact, the necessary of minimum air value in shelter for per person was found much less than designed due to 3194.Therefore, it was concluded that the essences of design of systems in air ventilation should be examined and improved.As a result, during the researching, it was seen that the measurements of air ventilation values, sand filter, and ducts had been diminished.

**Keywords :** Shelter, ventilation, nuclear particulars, sand filter, air ducts, air value, air quality, clean air, ambient air, exhaust air, condensation, drainage

## 1.GİRİŞ

Sığınakların Havalandırılması tasarımında,Sığınak ortamında koruma süresince bulunacak insan ların,yaşamlarını sürdürebilmeleri için gerekli temiz havanın sağlanması düşünülmektedir.Bu amaçla asgari ihtiyaç havasının tespiti açısından bir açıklama gerektiği görülmektedir.

Solunum için gerekli hava içinde asgari Oksijen miktarının %19 dan az, CO<sub>2</sub> miktarının %2 den çok olmaması,kuru termometre sıcaklığın 29<sup>0</sup>C' yi aşmaması sağlanmalıdır.Sağlık koşullarının korunması, ortam havasındaki CO<sub>2</sub> miktarının %4ü aşmaması için ise insanlarda,kişi başına en az 500 lt/h solunum havasına ihtiyaç duyulmaktadır.Bedensel bir faaliyeti olmaksızın yetişkin bir insanın teneffüs

ettiği hava yaklaşık  $0.5 \text{ m}^3/\text{h}$  (maksimum  $8...9 \text{ m}^3/\text{h}$ ) olup, solunum sonucu havası ise  $35 \text{ }^\circ\text{C}$  ve %95'lik neme sahip olmakta ve ortalama olarak %17  $\text{O}_2$ , %4  $\text{CO}_2$  ve %79 N içermektedir. İnsanlar için diğer biyofiziksel ve fizyolojik veriler aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

### İNSANLARIN ORTALAMA BİYOFİZİKSEL VERİLERİ

Kütlesi	60-70 kg	Temel Devri (Sakin)	70-80 W
Hacmi	60 litre	Nefes Alma Sayısı	16 nefes/dk
Yüzeyi	$1,7...1,9 \text{ m}^2$	Nefes Alma Miktarı	$0.5 \text{ m}^3/\text{h}$
Vucut Sıcaklığı	$37 \text{ }^\circ\text{C}$	Ortalama Deri Sıcaklığı	$32..33 \text{ }^\circ\text{C}$
Nabız Atışı	70-80 atış/dk.	Sürekli gücü	85 W
		$\text{CO}_2$ Nefes Veriş (Sakin)	10-20 lt/h

### DEĞİŞİK İŞLER SIRASINDA KALP ATIŞLARI İLE OKSİJEN TÜKETİMİ ARASINDAKİ İLİŞKİLER

	Oksijen Tüketimi lt/dak	Kalp Atışı Atış/dak
Hafif iş	< 0.5	<90
Orta düzeyde iş	0.5-1.0	90-110
Ağır iş	1.0-1.5	110-130
Çok ağır iş	1.5-2.0	130-150
Çok zorlayıcı iş	> 2.0	150-170

Böylece,Sığınak içerisinde havalandırma koşulları şöyle sıralanabilir;

- Yeterli düzeyde hava değişimi sağlanabilmeli, ortamdaki  $\text{CO}_2$  %2'den fazla ve oksijen seviyesi %19'dan az olmamalıdır.
- Radyasyon, biyolojik ve kimyasal tozların ve parçaların sığınak içerisine sızmasını önlemek için iç ortamda dış ortama göre 50 Pa değerinde pozitif basınç yaratılmalıdır
- Sığınak havası ısıtılmamalı, soğutulmamalı ve nemlendirilmemelidir.
- Sığındaki bütün açılıp kapanan veya dış bağlantısı olan açıklıklar hava sızdırmaz şekilde yapılmalıdır.

Bu koşullarla birlikte, gerekli emniyetin sağlanabilmesi için sistem tasarımında aşağıdaki tedbirler de alınmalıdır.

- Sığınaklar bir normal havalandırma bir de koruyucu havalandırma sistemlerini içermelidir. Dışarıdaki hava solunabilir kalitede olduğu zaman normal havalandırma devrede olmalı ve dışarıdan alınan temiz hava EU 3 kalite toz filtre ile filtre edilip ortama verilmelidir.
- Sığınak havalandırma sisteminin enerji ihtiyacı uygun kapasitede bir jeneratör ile karşılanmalı, jeneratör için sığınak alanı dışında bir alan Makina dairesi olarak tasarlanmalıdır. Jeneratör egzozu doğrudan dışarıya verilmelidir

## 2. SİĞINAKLARIN TANIMI, ÇEŞİTLERİ VE ÖZELLİKLERİ

3194 Sayılı İmar Kanununa Göre Düzenlenmiş Bulunan İmar Yönetmeliklerinde Sığınaklarla İlgili Ek Yönetmelik hükümlerine göre sığınaklar,

- 2.1. Kullanacaklara göre sığınaklar,
- 2.2. Kullanım amacına göre sığınaklar olmak üzere ikiye ayrılmıştır.

## 2.1 Kullanıcılara Göre Sığınak Çeşitleri

**2.1.1. Özel Sığınaklar :** Evlerde, Resmi ve Özel İdare, fabrika ve müesseselerin bodrumlarında veya bahçelerine yapılan sığınaklar.

**2.1.2. Genel Sığınaklar :** Nüfus ve trafik yoğunluğunun fazla olduğu yerlerde, dışarıda bulunan halkın korunması için Devlet tarafından yapılan sığınaklar olmak üzere ikiye ayrılmıştır.

## 2.2 Kullanım Amacına Göre Sığınaklar

**2.2.1. Basınç Sığınakları :** Nükleer silahların ani (Işık, ısı, basınç ve ilk radyasyon) ve kalıntı (radyoaktif serpinti) etkileriyle konvansiyonel silahların tesirlerine, kimyasal ve Biyolojik harp maddelerine karşı korunmak amacıyla inşa edilen sığınaklar,

**2.2.2. Serpinti Sığınakları :** Nükleer silahların radyoaktif serpinti etkilerine karşı korunmak amacıyla inşa edilen sığınaklardır. Bu sığınaklar; kimyasal ve Biyolojik harp maddelerine, nükleer silahların zayıflamış basınç ve ısı tesirlerine ve konvansiyonel silahların parça tesirlerine karşı da korunmayı sağlamak için inşa edilen sığınaklardır.

## 3. SİĞINAKLARDA HAVALANDIRMA KAPASİTESİ TAYİNİ VE FİLTRASYON TASARIMI

Sığınağın çeşidi ne olursa olsun, sığınağın yararlanan insanların, buldukları koruma ortamında, bulunma süreleri boyunca, sağlıklı ve konforlu olarak yaşamalarının sağlanması gerekmektedir. İnsanların yaşamlarını sürdürebilmeleri için, ortam havasının asgari yaşam koşullarına uygun olması planlanmalıdır.

Dışarıdaki havanın radyasyon, biyolojik veya kimyasal toz ve parçalar ile kirli olduğu durumlarda emilen hava bu kirleticileri tutacak uygun filtrelerden geçirilerek ortama verilmelidir. Yüksek yangın tehlikesinin olduğu yerlerde dış hava mutlaka basınç, sıcaklık ve neme karşı tampon görevi gören kum filtreden geçirilmeli ve daha sonra aktif karbon filtreden geçirilerek ortama verilmelidir.

Sığınakların mekanik havalandırmasının kapasitesi sığınak büyüklüğüne göre değişmektedir. Aşağıdaki tabloda verilen sığınak büyüklüğüne göre normal ve koruma havalandırma Kapasiteleri ve kullanılacak filtreler dikkate alınarak tasarım yapılmalıdır. Aşağıdaki kapasite değerleri minimum değerler olup hava kalitesini artırıcı her türlü ilave önlem tasarımda kullanılabilir. Tablodaki Hava debileri kişi başına asgari hava miktarını ifade etmektedir.

**Tablo :1** Sığınaklarda havalandırma tasarımına esas kriterler.

Sığınak Kapasitesi	Normal Ortam Havalandırması	Koruma havalandırması	Yüksek Yangın Tehlikesi	Düşük Yangın Tehlikesi
50 kişiliğe kadar	9 m <sup>3</sup> /h ve EU3 kalite toz filtresi	1.8 m <sup>3</sup> /h	Kum filtre, EU 3 toz filtre, aktif karbon filtre	EU3 toz filtre, Radyoaktif filtre ve aktif karbon filtre
51-150 kişiliğe kadar	3 m <sup>3</sup> /h ve EU3 kalite toz filtresi	3 m <sup>3</sup> /h	Kum filtre, EU 3 toz filtre, aktif karbon filtre	EU3 toz filtre, Radyoaktif filtre ve aktif karbon filtre
150 kişiden büyük	4.5 m <sup>3</sup> /h ve EU3 kalite toz filtresi	4.5 m <sup>3</sup> /h	Kum filtre, EU 3 toz filtre, aktif karbon filtre	EU3 toz filtre, Radyoaktif filtre ve aktif karbon filtre

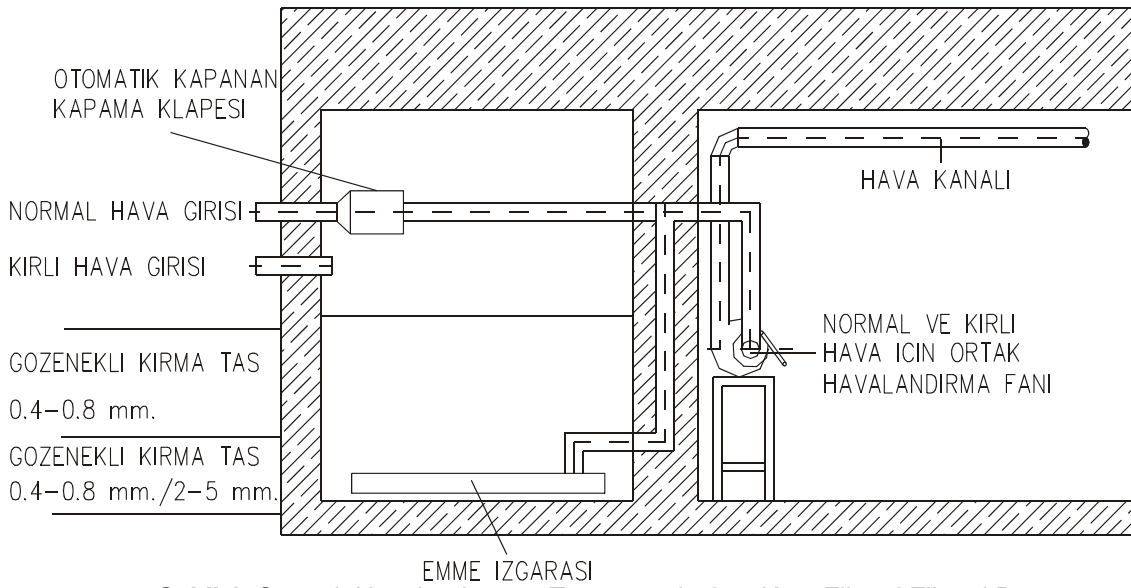
Sığınaklar için planlanan kum filtreleri hesaplanırken;

- a- 1-25 kişi arası sığınaklarda kum miktarı  $1.5m^3$  yüksekliği 1 m.
- b- 25-50 kişi arası sığınaklarda kum miktarı  $3m^3$  yüksekliği 1 m.
- c- 50-150 kişiye kadar olan sığınaklarda havalandırma havasının  $1m^3/dak.sı$  ( $60m^3/h$ ) başına  $1 m^3$  kum hesaplanmalı ve yüksekliği 2 m. olmalıdır.

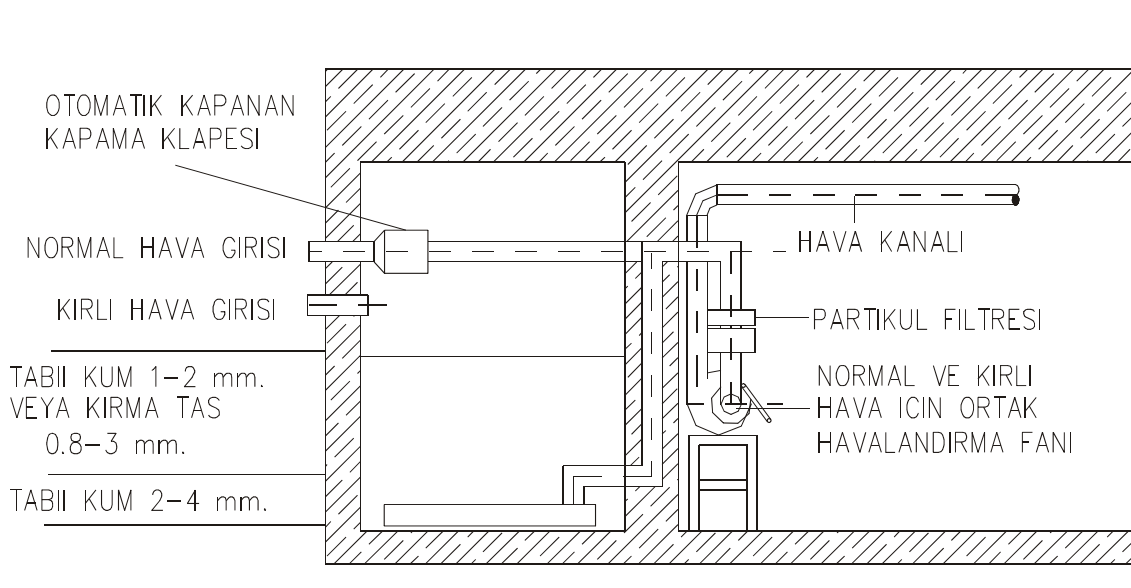
Kum yüksekliği 2 m olduğunda kum filtrenin basınç kaybı 200 Pa olarak tasarım yapılmalıdır.

Sığınakta kum filtresi kullanımı tercih edildiğinde, kullanılacak kum, emiş ızgarasını 5 cm. örtecek şekilde 2-5 mm. tane iriliğinde olmalı ve bunun üzerine 0.4-0.8 mm. tane büyüklüğünde kuartz kum kullanılmalıdır. Aşağıdaki şemalarda örnek tasarımlar verilmektedir.

**Sığınakın bulunduğu bölgede yangın tehlikesi yüksek ise mutlaka kum filtresi kullanılmalıdır.**



**Şekil 1.** Sığınak Havalandırması Tasarımında Ana Kum Filtresi Filtresi Detayı

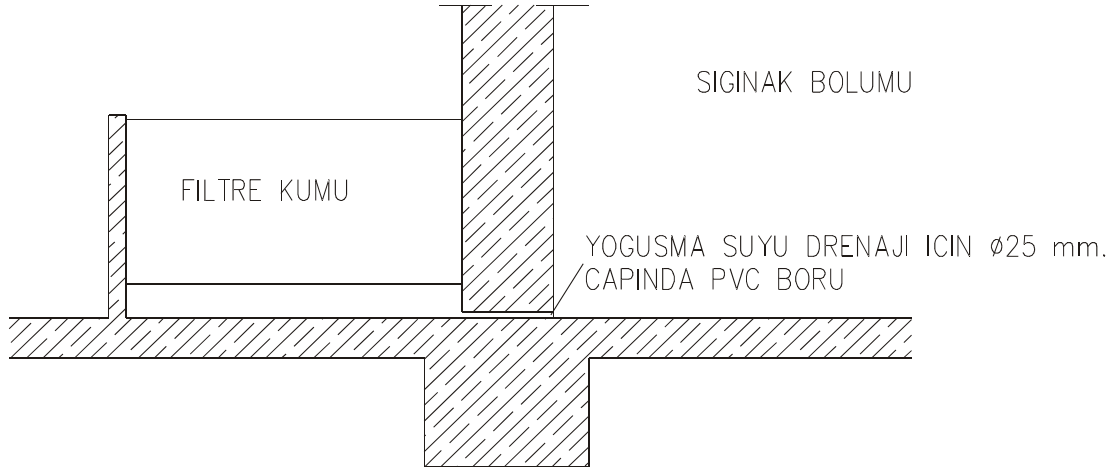


**Şekil 2.** Sığınak Havalandırması Tasarımında Ön Kum Filtresi Detayı

Yangın tehlikesinin az olduğu bölgelerde kum filtresi yapılmayıp, koruma anında bir EU 3 toz filtresi ve nükleer tip filtre kullanılabilir. Normal halde ise, sadece EU 3 toz filtresi ve aktif karbon Filtre üzerinden geçirilen hava içeri verilmelidir.

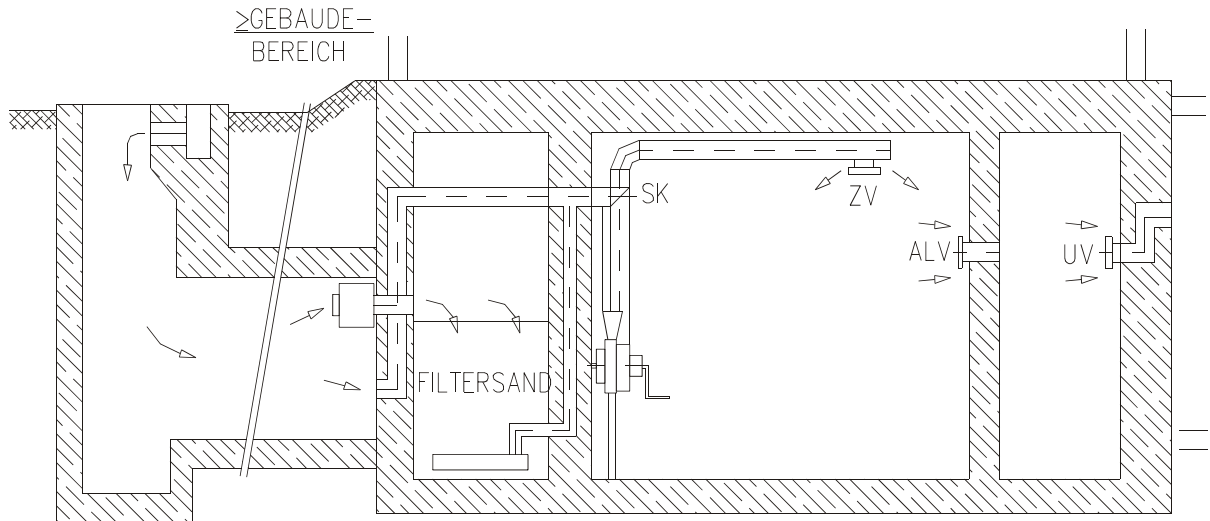
Nükleer serpinti ile birlikte kimyasal ve biyolojik kirlenme durumlarında ise, her bir kirliliğe karşı ayrı ayrı uygun seçilmiş filtreler kullanılabilceği gibi, bu üç kirliliği karşılayabilecek kompakt filtreler de kullanılabilir.

Kum filtresi üzerinden geçen dış havanın bağıl nemi içeriye oranla daha yüksek olduğundan, havuz içinde yoğuşma meydana gelir ve yoğuşan su kum havuzunun dip kısmında mutlaka bir drenaj tertibatı ile dışarı atılması gerekir. Bunun için DN 25 çapında bir PVC boru ile suyun dışarı atılması sağlanmalıdır



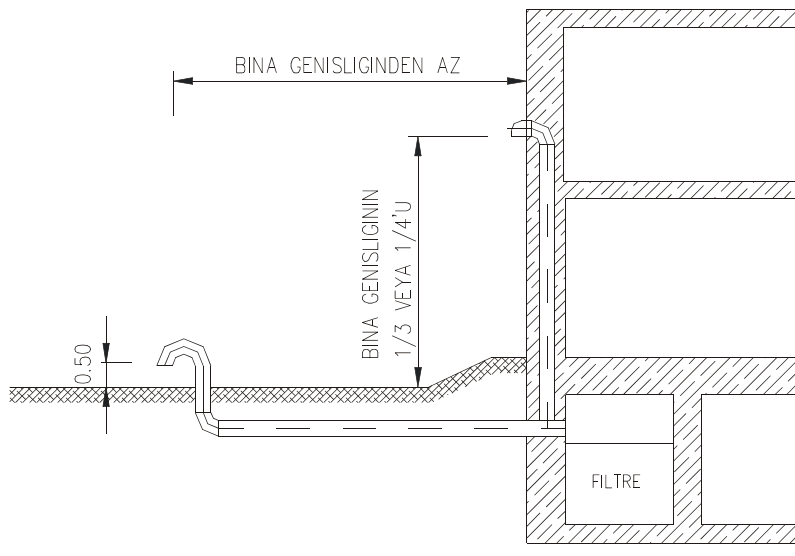
Şekil 3. Kum Filtresinde yoğuşma suyu tahliyesi (Drenaj)

Sığınak Havalandırma sistemi Planlamasında, dışardan alınacak havanın mümkün olduğu kadar Korumalı bir alandan alınması sağlanmalıdır.



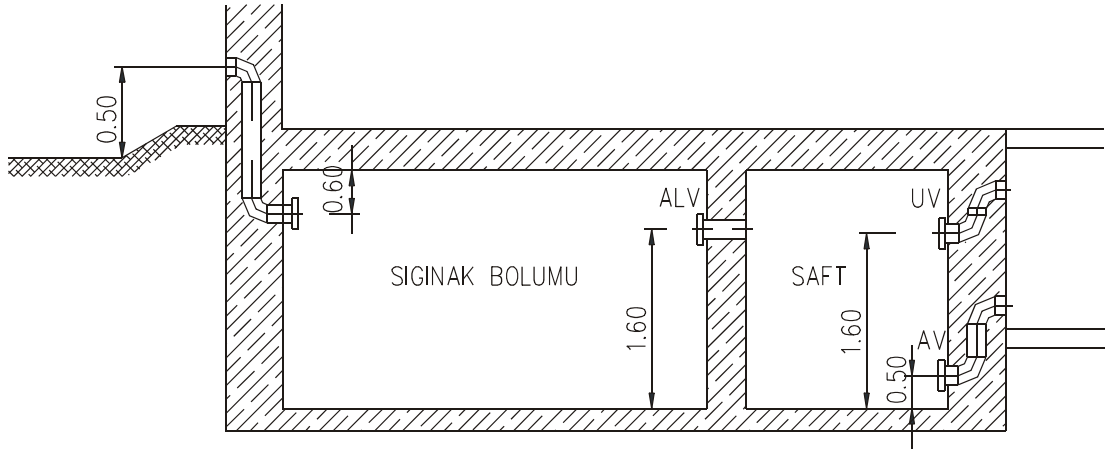
Şekil 4. Dış havanın korumalı alandan alınması ve sığınak içi hava dağıtım örneği

Bu mümkün değilse, dış hava giriş ağzlarının aşağıdaki Şemada olduğu gibi tasarlanması sağlanmalıdır.



Şekil 5. Dış havanın korumalı alandan alınmaması durumunda tasarım örneği

Sığınak içerisinde hava kanalları tasarımında, hava giriş ve çıkış menfezlerinin montaj tasarımında aşağıdaki ölçülere uyulması sağlanmalıdır.



AV : Dış Hava Kapama Klapesi  
ALV : Atık Hava Klapesi  
UV : Yüksek Basınç Klapesi

Şekil 6. Hava kanallarının tasarımında asgari Menfez montaj ölçüleri.

#### 4. ÖRNEK SİĞINAK HAVALANDIRMA HESABI

Sığınak Havalandırması hesaplamalarında, Yapının brüt alanının 20 m<sup>2</sup> si başına 1 m<sup>2</sup> Sığınak alanı, Sığınakta toplanacak İnsan sayısı ise Sığınağın her m<sup>2</sup> si için 1 kişi olarak hesaplanmaktadır. Bu bilgilere dayanarak aşağıda orta büyüklükte Sığınaklar için havalandırma havası ve havalandırma ekipmanları tasarımı için hesaplamalar örnek olarak verilmektedir.

**Örnek :1 Kum Filtresi ile Koruma yapılması :**

Toplam İnşaat Alanı	: 3000 m <sup>2</sup>
Gerekli Sığınak Alanı	: 3000 / 20 = 150 m <sup>2</sup>
Sığınaktaki kişi adedi	:150 m <sup>2</sup> x 1 m <sup>2</sup> /kişi = 150 kişi
Kişi başına normal ve koruma halinde hava ihtiyacı	: 3 m <sup>3</sup> /h-kişi
Toplam hava ihtiyacı	:150 kişi x 3 m <sup>3</sup> /h-kişi = 450 m <sup>3</sup> /h ...(1.a)

**1.1- Kum Filtresi tasarım Hesaplaması ;**

- 1.1.1 Kum havuzu hacmi = 450 m<sup>3</sup>/h / 60 = 7.5 m<sup>3</sup> (Gerekli Filtre kumu miktarı)  
1.1.1 60 m<sup>3</sup>/h hava için = 1 m<sup>3</sup> kum
- 1.1.2. Kum havuzu alanı = 7.5 m<sup>3</sup> / 2 m = 3.75 m<sup>2</sup>  
1.1.2. Kum depolama yüksekliği = 2 m.

**1.2- Kum havuzu difüzör hesaplaması ;**

$$A = \frac{H}{3600 \times V}$$

1.2.1. A = Difüzörde olması gereken deliklerin toplam alanı

$$A = \frac{450}{3600 \times 4}$$

1.2.2. H = Difüzörden geçen kirli hava miktarı

1.2.3. V = Hava hızı

$$A = 0.0312 \text{ m}^2 = 31200 \text{ mm}^2$$

1.2.4. 2 mm delik alanı = 3.14 mm<sup>2</sup>

1.2.5. Delik pürüzlülük kat sayısı = 0.85

1.2.6. N = Toplam delik miktarı ( adet)

1.2.7. K = Difüzör Boyu (m.)

$$N = \frac{31200}{3.14 \times 0.85} = 11689 \text{ adet delik}$$

1.2.8. 1 m. Ø15 lik borudaki delik miktarı = 3000 adet

$$K = 11689 / 3000 = 3.90 \text{ m. } \mathbf{\text{Ø15 çapında delikli boru kullanılacaktır.}}$$

**1.3- Havalandırma Fanı Basınç Hesaplaması ;**

Bu hesaplamalarda kullanılan basınç kayıpları,kataloglardan ve basınç kaybı hesabı yapılarak bulunacak değerlerdir.

1.3.1. Giriş Hücresi	22 Pa
1.3.2. Aktif Karbon Filtre	50 Pa
1.3.3. Kanal menfez kaybı	15 Pa
1.3.4. Pozitif iç Basınç	50 Pa
1.3.5. Kum Filtresi	200 Pa
1.3.6. Toplam	337 Pa

450 m<sup>3</sup>/h , 400 Pa kapasitesinde fan seçildi...(1.a)

(Hava hızına ve kullanım zamanına göre hesaplar filtre abaklarından kontrol edilmelidir.)

## Örnek :2 Nükleer Tip Hepa Filtreler ile koruma yapılması

### 2.1- Havalandırma Fanı Basınç Hesaplaması ;

2.1.1. Giriş Hücresi	22 Pa
2.1.2. Aktif Karbon Filtre	50 Pa
2.1.3. Hepa Filtre200-750 Pa	(750 Pa = Final Basıncı)
2.1.4. Kurşun Eliminatör	23 Pa
2.1.5. Fan Hücre Kaybı	13 Pa
2.1.6. Kanal Menfez Kaybı	30 Pa
2.1.7. Pozitif İç Basınç	50 Pa
2.1.8. Toplam	388-938 Pa

Sonuç olarak havalandırma debisi 50 m<sup>3</sup>/h ,basıncı 400 Pa kapasitesinde fan seçildi.(Hava hızına ve kullanım zamanına göre hesap sonucu filtre çizelgelerinden kontrol edilmelidir.)

Hesaplamalar sonucunda,havalandırma Sistemi tasarımı yapılırken,uygun ölçülerde havalandırma ve Ekzost kanalları ve menfez seçimi yapılmalıdır. Ortamdaki kirli havanın dışarı atılması tasarımında,atık havanın Banyo,WC gibi hacimlerden geçirilerek atılması düşünülmelidir. 50 kişiden fazla insanın barındırılacağı sığınaklarda,Yangından Korunma yönetmeliğinin 5.bölüm madde 59'da açıklanan tedbirler alınarak,tasarlanan havalandırma sistemi Duman Tahliye sistemi olarak kullanılabilir. Sığınak mekanının düzenlenmesi esnasında,Gaz,kalorifer ve diğer tehlike arz edebilecek borular mümkün olduğunca sığınak içerisinden geçirilmemelidir. İçme suyu ve atık su boruları sığınak içerisinden geçirilebilir. Elektrik cihazlarının kabloları nemli ortama uygun olarak seçilmelidir.

### KAYNAKLAR

- [1] Bautechnische Grundsätze für Grundschutzräume Mitlerer Größe – Mai 1986
- [2] Bautechnische Grundsätze für hausschutzräume für Grundschutzes für 10,15 und 25 Personen – Mai 1991
- [3] Bautechnische Grundsätze für hausschutzräume für Grundschutzes für 25 und 50 Personen – Mai 1991
- [4] Bautechnische Grundsätze für hausschutzräume des verstärkten Schutzes ( 3 bar) Vom Juli.1983
- [5] 3194 sayılı kanuna göre düzenlenmiş imar Yönetmeliklerine Sığınaklarla ilgili ek yönetmelik R.G.02.09.1999
- [6] ASHRAE Fundamentals 1993
- [7] Makina Mühendisleri Odası İzmir Şubesi XXII. Dönem Tesisat Mühendisliği Komisyonu Çalışmaları

### ÖZGEÇMİŞ

#### Atila ÖZGENALP

1950 İzmir doğumludur.İlk ve Orta Öğrenimini İzmirde tamamlayarak 1973 yılı Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi,Mühendislik ve Mimarlık Akademisinin Makina Mühendisliği bölümümü mezunudur.1975 yılında kendi Firmasını (Alp Mühendislik) kurmuş ve 2000 yılına kadar tesisat Mühendisliği alanında Proje ,Taahhüt ve danışmanlık hizmetleri vermiştir.1999 yılından itibaren D.E.Ü. İzmir Meslek Yüksek okulunda Öğretim görevlisi olarak çalışmaya başlamıştır.

MMO İzmir Şubesi Uzmanlık Komisyonlarında çalışmış olup,halen MMO nun düzenlediği MİEM uzmanlık kurslarında eğitmenlik yapmaktadır.