

Sığınaklarda Havalandırma ve Filtrasyon Sistemleri

Atila ÖZGENALP*

Özet

Bu çalışmada, 3194 sayılı İmar Kanunu'na göre daha önce düzenlenmiş olan imar yönetmeliklerinde, sa - vaş ve saldırı durumlarında ortaya çıkan basınç, biyolojik ve kimyasal maddeler ve nükleer serpintilerden korunmak amacıyla yapılması gereken sığınaklarda uygulanacak havalandırma sistemlerinin incelenmesiyle, havalandırma için gerekli taze hava debilerinin varolandan çok fazla olduğu anlaşıldı. Bu konunun araş - tırılması ile sığınak havalandırılması için gerekli olan kişi başına asgari hava debilerinin gerçekte çok da - ha az olduğu sonucuna varıldı. Bu duruma göre sığınakların havalandırılması için planlanan havalandırma sistemlerinin tasarım kriterlerinin yeniden belirlenmesi sonucunda, filtrasyon için gerekli kum filtresi büyük - lükleri, 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.

1. GİRİŞ

Sığınakların havalandırılması tasarımında, sığı - nak ortamında korunma süresince bulunacak in - sanların 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, CO₂ miktarının %2'den çok olmaması, kuru termometre sıcaklığın 29 °C'yi aşmaması sağlanmalıdır. Sağlık koşullarının ko -

runması, ortam havasındaki CO₂ miktarının %4 'ü aşmaması için ise insanlarda kişi başına en az 500 lt/h solunum havasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bedensel bir faaliyeti olmaksızın yetişkin bir insa - nın tenefüs ettiği hava yaklaşık 0.5 m³/h (maksi - mum 8...9 m³/h) olup, solunum sonucu havası ise 35 °C ve %95'lik neme sahip olmakta ve orta - lama olarak %17 O₂, %4 CO₂ ve %79 N içermek - tedir. İnsanlar için diğer biyofiziksel ve fizyolojik veriler aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

İNSANLARIN ORTALAMA BİYOFİZİKSEL VE

* Öğr. Gör., DEÜ İzmir Meslek Yüksek Okulu

Kütlesi	60-70 kg
Hacmi	60 litre
Yüzeyi	1,7...1,9 m ²
Vücut Sıcaklığı	37 °C
Nabız Atışı	70-80 atış/dk.
Temel Devri (Sakin)	70-80 W
Nefes Alma Sayısı	16 nefes/dk
Nefes Alma Miktarı	0.5 m ³ /h
Ortalama Deri Sıcaklığı	32..33 °C
Sürekli gücü	85 W
CO ₂ Nefes Verişi (Sakin)	10-20 lt/h

DEĞİŞİK İŞLER SIRASINDA KALP ATIŞLARI İLE OKSİJEN TÜKETİMİ ARASINDAKİ İLİŞKİLER

	Oksijen Tüketimi ltr/dk	Kalp Atışı Atış/dk
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 CO₂ %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.
- Sığınaktaki 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

in, 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 Kullanacaklara Göre Sığınak Çeşitleri

2.1.1. Özel Sığınaklar: Evlerde, resmi ve özel idare, 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.

2.2 Kullanım Amacına Göre Sığınaklar

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

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

Sığınanın çeşidi ne olursa olsun, sığınaktan yararlanılan 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 kirlendiği durumlar da emilen hava, bu kirlenmeleri 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

kum kullanılmalıdır. Aşağıdaki şemalarda örnek tasarımlar verilmektedir.

Yangın tehlikesinin az olduğu bölgelerde kum filtresi yapılmayıp, koruma anında bir EU 3 toz filtre si ve nükleer tip filtre kullanılabilir. Normal halde ise sadece EU 3 toz filtresi ve aktif karbon filtre

ren kum filtrelenmiş göyünmür ve daha sonra diğer karbon filtreden geçirilerek ortama verilmelidir.

100, sadece EU 3 toz filtre ve aktif karbon filtrelerinden geçirilen hava içeri 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.

Sığınaklar için planlanan kum filtreleri hesaplanır ken;

- a- 1-25 kişi arası sığınaklarda kum miktarı 1.5 m³ yüksekliği 1 m,
- b- 25-50 kişi arası sığınaklarda kum miktarı 3 m³ yüksekliği 1 m,
- c- 50-150 kişiye kadar olan sığınaklarda havalandırma havasının 1 m³/dk'sı (60m³/h) başına 1 m³ kum hesaplanmalı ve yüksekliği 2 m olmalıdır.

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

Sığınakta kum filtresi kullanımı tercih edildiğinde, kullanılacak kum emiş izgarasını 5 cm örtecek şekilde 2-5 mm tane iriliğinde olmalı ve bunun üzerine 0.4-0.8 mm tane büyüklüğünde kuvarz

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

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

Sığınak havalandırma sistemi planlamasında, dışardan alınacak havanın mümkün olduğu kadar kumlu bir alandan alınması sağlanmalıdır.

- Bu mümkün değilse, dış hava giriş ağzlarının aşağıdaki şekilde tasarlanması sağlanmalıdır.

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

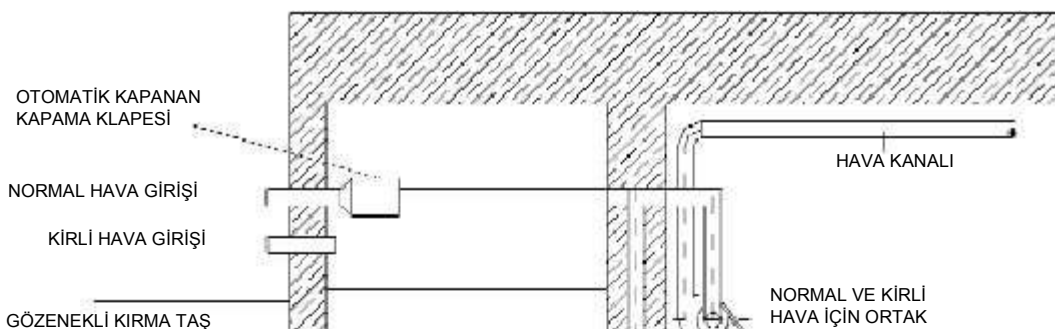
4. ÖRNEK SİĞINAK HAVALANDIRMA HESABI

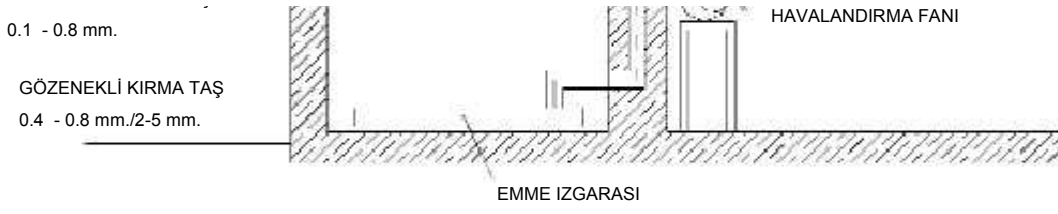
Sığınak havalandırması hesaplamalarında, yapı

Tablo :1 Sığınaklarda havalandırma tasarımına esas kriterler.

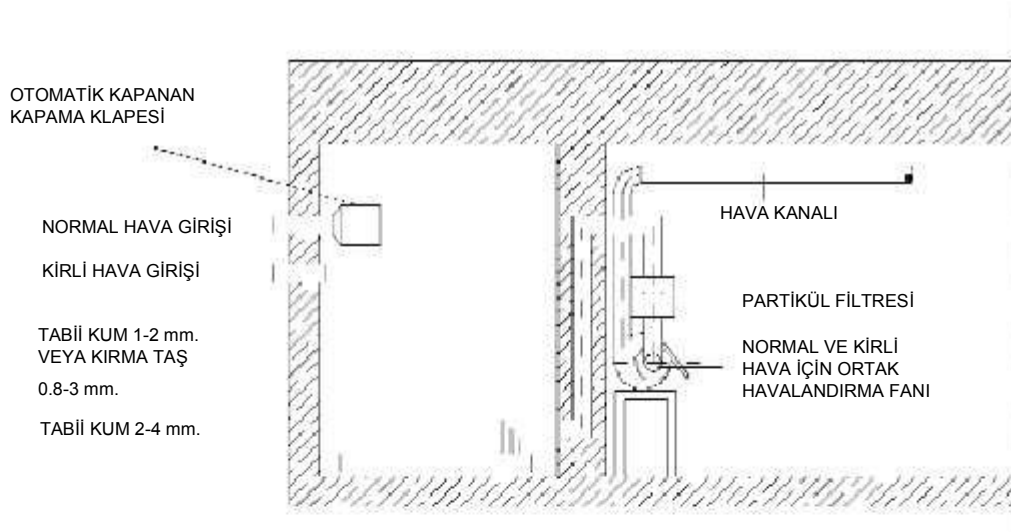
Sığınak Kapasitesi	Normal Ortam Havalandırması	Koruma havalandırması	Yüksek Yangın Tehlikesi	Düşük Yangın Tehlikesi
50 kişiliğe kadar	9 m ³ /h ve EU3 kalite toz filtresi	1.8 m ³ /h	Kum filtre, EU 3 toz filtre, aktif karbon filtre	EU3 toz filtre, radyoaktif filtre ve aktif karbon filtre
51-150 kişiliğe kadar	18 ve EU3 kalite toz filtresi	3 m ³ /h	Kum filtre, EU 3 toz filtre, aktif karbon filtre	EU3 toz filtre, radyoaktif filtre ve aktif karbon filtre
150 kişilikten büyük	4.5 m ³ /h ve EU3 kalite toz filtresi	4.5 m ³ /h	Kum filtre, EU 3 toz filtre, aktif karbon filtre	EU3 toz filtre, radyoaktif filtre ve aktif karbon fil -

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

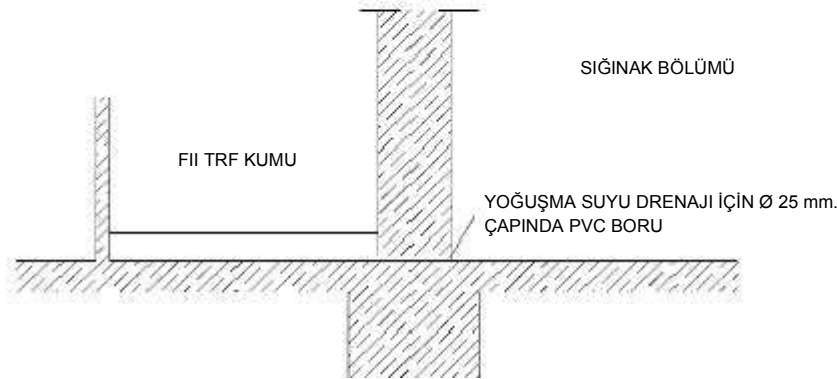




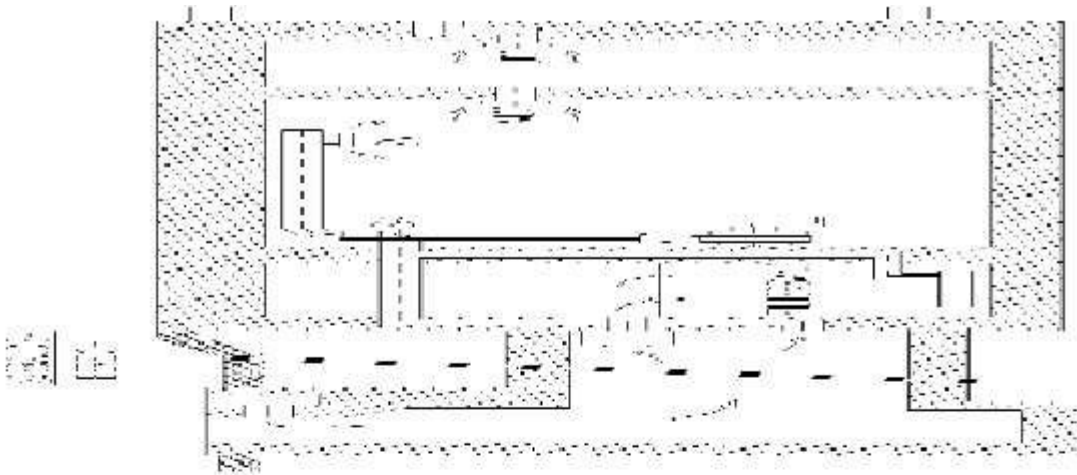
Şekil 1. Sığınak Havalandırması Tasarımında Ana Kum Filtresi Detayı



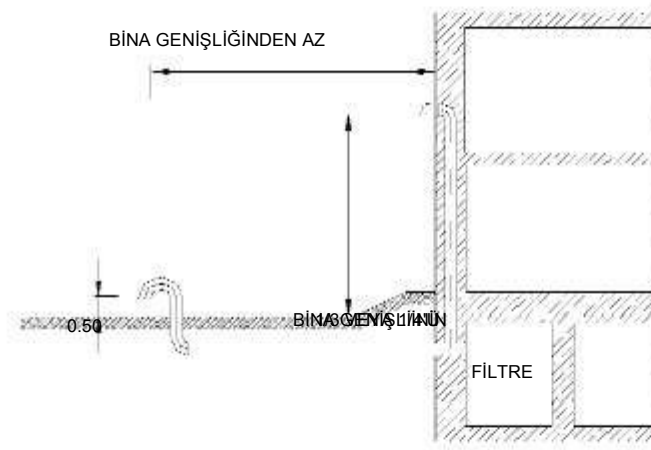
Şekil 2. Sığınak Havalandırması Tasarımında Ön Kum Filtresi Detayı



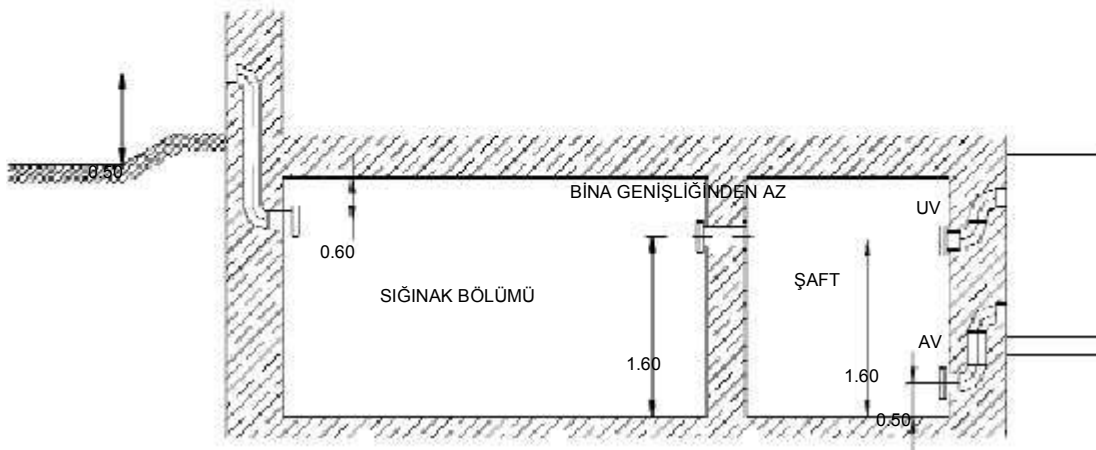
Şekil 3. Kum Filtresinde yoğuşma suyu tahliyesi(Drenaj)



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



Şekil 5. Dış havanın korumalı alandan alınamaması durumunda tasarım örneği



AV : Dış Hava Kapama Klapesi

ALV : Atık Hava Klapesi

UV : Yüksek Basınç Klapesi

Şekil 6. Hava kanallarının tasarımında asgari menfez montaj ölçüleri.

nın brüt alanınının 20 m²'si başına 1 m² sığınak alanı, sığınakta toplanacak insan sayısı ise sığınakın her mm²'i 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 m²
 Gerekli Sığınak Alanı : 3000 / 20 = 150 m²
 Sığınaktaki kişi adedi : 150 m² x 1 m²/kişi = 150 kişi
 Kişi başına normal ve Koruma halinde hava ihtiyacı: 3 m³/h-kişi
 Toplam hava ihtiyacı : 150 kişi x 3 m³/h-kişi = 450 m³/h ... (1.a)

1.1- Kum Filtresi Tasarım Hesaplaması ;

1.1.1. Kum havuzu hacmi = 450 m³/h / 60 = 7.5 m³

(Gerekli Filtre kumu miktarı)

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 İç Basınç	50 Pa
1.3.5. Kum Filtresi	200 Pa
1.3.6. Toplam	337 Pa

450 m³/h, 400 Pa kapasitesinde fan seçildi....

(1.a)

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

Örnek : 2 Nükleer Tip Hepa Filtreler ile Koruma Yapılması

- 1.1.1. $60 \text{ m}^3/\text{h}$ hava için $= 1 \text{ m}^3$ kum
 1.1.2. Kum havuzu alanı $= 7.5 \text{ m}^3 / 2 \text{ m} = 3.75 \text{ m}^2$
 1.1.2. Kum depolama yüksekliği $= 2 \text{ m}$.

1.2- Kum Havuzu Difüzör Hesaplaması ;

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

1.2.1. A = Difüzörde olması gereken deliklerin toplam alanı

$$H =$$

A = $\frac{3600 \times V}{H}$ 1.2.2. = Difüzörden geçen kirli hava miktarı

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

1.2.3. V = Hava hızı

1.2.4. 2 mm delik alanı $= 3.14 \text{ mm}^2$

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

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

1.3- Havalandırma Fanı Basınç Hesaplaması;

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 Filtre	200-750 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 $50 \text{ m}^3/\text{h}$, 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, egzoz kanalları ve menfez seçimi yapılmalıdır. Ortamdaki kirli havanın dışarı atılması tasarımda, atık havanın banyo, WC gibi hacimlerden geçirilerek atılması düşünülmelidir. 50 kişiden fazla insanın barındırılacağı sığınaklarda, Yangından Korunma Yönetmeliği 5.bölüm madde 59'da açıklanan tedbirler alınarak tasarlanan havalandırma sistemi duman tahliye sistemi olarak da kullanılabilir. Sığınak mekanının düzenlenmesi esnasında gaz, kalorifer ve diğer tehlike arz edebilecek borular mümkün olduğunca sığı

nak içerisinden geçirilmemelidir. İçme suyu ve atık su boruları sığınak içerisinden geçirilebilir. Elektrik cihazlarının kabloları nemli ortama uygun olarak seçilmelidir.

KAYNAKLAR

- [1] Bautechnische Grundsätze für Grundschutträume mittlerer Größe–Mai 1986 .
 [2] Bautechnische Grundsätze für Hausschutträume für Grundschutzes für 10, 15 und 25 Personen – Mai 1991 .
 [3] Bautechnische Grundsätze für Hausschutträume für Grundschutzes für 25 und 50 Personen – Mai 1991 .

- [4] Bautechnische Grundsätze für Hausschutträume des verstärkten Schutzes (3 bar) Vom Juli.1983
 [5] 3194 Sayılı Kanun'a göre düzenlenmiş İmar Yönetmeliklerine Sığınaklarla İlgili Ek Yönetmelik R.G.02.09,1999 .
 [6] ASHRAE Fundamentals 1993 .
 [7] Makina Mühendisleri Odası İzmir Şubesi XXI I.Dönem Tesisat Mühendisliği Komisyonu Çalışmaları .

