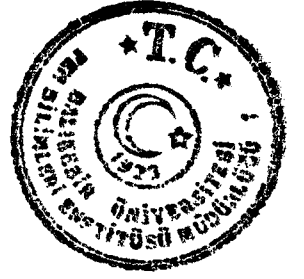


T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI



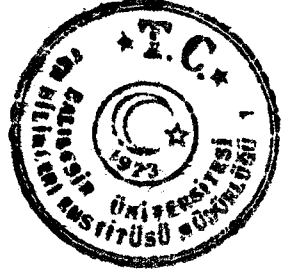
YERALTI SİĞİNAKLARI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

69009

Necati YİĞİT

Balıkesir, ŞUBAT - 1998



T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YERALTI SİĞİNAKLARI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Necati YİĞİT

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Sacit OĞUZ

Sınav Tarihi : 27 . 03 . 1998

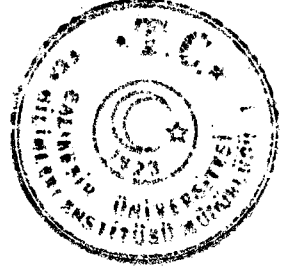
Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Sacit OĞUZ (Danışman)

Prof. Dr. Şerif SAYLAN

Doç. Dr. Eşref ÜNLÜOĞLU

Balıkesir, Şubat - 1998

ÖZ



YERALTI SİĞINAKLARI

Necati YİĞİT

Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,
İnşaat Mühendisliği Anabilim dalı

(Yüksek Lisans Tezi / Tez Danışmanı : Prof. Dr. Sacit OĞUZ)
Balıkesir, 1998

Sığınak tarihi insanların var oluşu ile başlamıştır. Çünkü insanlar daima dış etkilere karşı korunmaya ihtiyaç duymuşlardır.

Sığınaklar mağara, şato, kale, şehir surları gibi zaman içinde gelişerek bugün yeraltı sığınakları haline gelmişlerdir. Silahların etkilerinin gelişmesine paralel olarak bu etkilerden korunma çareleri de geliştirilmiştir. Özellikle radyoaktif serpinin çok geniş alanları kapsamı ve yayılma istikametinin önceden belirlenememesi sığınakın önemini daha da arttırmıştır.

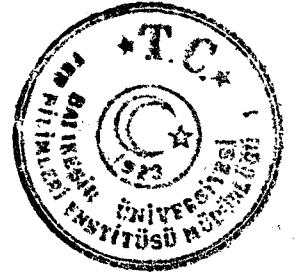
Bu çalışmanın ilk safhasında sığınak tanımı, amacı, sığınak politikası ve sığınak çeşitleri anlatılmıştır.

Sonraki bölümlerde nükleer silah etkileri ve bu etkilere karşı aile tipi ve grup yeraltı sığınaklarının ne şekilde yapılacağı ve korunma esasları anlatılmıştır.

Daha sonraki bölümde de konvansiyonel bir patlama tesirlerine karşı yapıların boyutlandırılması anlatılmıştır.

Anahtar Sözcükler : Radyo aktif serpin, yeraltı sığınak, patlama tesiri

ABSTRACT



UNDERGROUND SHELTERS

Necati YİĞİT

Balıkesir University, Institute Of Science,
Civil Engineering Department

(Master Thesis / Supervisor Prof. Dr. Sacit OĞUZ)

Balıkesir - Turkey, 1998

History of shelters begins with existance of human being because of needs to be protected against outside effects.

Shelters caves, chateau, castles, city walls developed in time and resulted in today's underground shelters. In parallel with effects of weapon development, ways of protecting from these effects also developed. Especially, as the radioactivity sprinkles through wide areas and as we aren't aware of the spreading plain. Initially; the importarce of shelter is on the increase.

In the first section of this work, definition of shelter, its purpose, shelter policy and kinds of shelters, are defined.

In the following sections, effects of nuclear weapons and against those what types of family house shelters and group underground shelters will be made and principles of protection are described.

In the other following sections, dimensions of the shelters against a conventional blast effects will be described

Key Words : Radioactive sprinkle, underground shelter, blast effects.

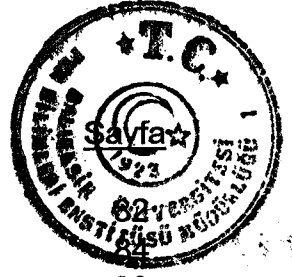
İÇİNDEKİLER



ÖZ	ii
ABSTRACT	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÖNSÖZ	ix
1. GİRİŞ	1
1.1 Sığınak Tanımı ve Hedefleri	2
1.2 Sığınak Çeşitleri	3
1.2.1 Kullanacaklara Göre Sığınak Çeşitleri	3
1.2.2 Kullanım Amacına Göre Sığınak Çeşitleri	3
1.3 Sığınak Yönetmeliği	5
1.4 Sığınak Politikası	7
1.5 Sığınaklar Hakkında Özet Bilgi	8
2. DEĞİŞİK TİPLERDEKİ SİĞINAKLARIN PLAN VE PROJELERİNE AİT ESASLAR VE SİĞINAK ŞEKİLLERİ	11
2.1 Blast sahası içinde Yapılan Sığınaklar	11
2.1.1 Dehlizkarı Sığınaklar	11
2.1.2 Savunma Bunkerleri	14
2.1.3 A ve B Tipi Sığınaklar	18
2.1.4 C ve D Tipi Sığınaklar	19
2.1.5 Yeni Yapılmış veya Yeni Yapılacak Sağlam Bina Bodrumlarında İnşa Edilecek C Tipi Sığınaklar (Alman Tipi)	26
2.1.5.1 C Tipi Yeraltı Aile Sığınağı	30
2.1.5.2 C Tipi Yerüstü Kubbe Sığınak	31
2.1.6 D Tipi Sığınaklar	31
2.2 Blast Sahası Dışında Yapılacak Sığınaklar (Serpinti Sığınakları)	32
2.2.1 Aileler İçin Daimi Serpinti Sığınakları	32
2.2.2 Daimi Grup Serpinti Sığınakları	35
2.2.3 Aileler İçin Geçici Serpinti Sığınakları	36
2.3 Nerelerde, Ne Cins Sığınaklar Yapılacağı	38



3.	NÜKLEER SİLAH ETKİLERİNE KARŞI KORUNMA	
3.1	Nükleer Silahlara Giriş	
3.2	Nükleer Silahların Etkileri	43
3.2.1	Basınç (Blast)	43
3.2.2	Termal Etki (Isı)	48
3.2.3	Ani Nükleer Radyasyon	49
3.2.3.1	Gama Işınlarnının Özellikleri	50
3.2.4	Kalıntı Radyasyon	52
3.2.4.1	Korunmada Ana Prensipler	53
3.2.4.2	Korunma Faktörü	55
3.2.5	Bir Nükleer Patlama Sonrası Oluşan Tesirler ve Korunma Prensipleri	58
3.2.6	İnşai Savunma	60
3.2.6.1	Yangından Korunma	61
3.2.6.2	İnfilak Basıncına Karşı Korunma	61
3.2.6.3	Acil Boşaltma Merdiveni	62
3.2.7	Atom Savunmasında Çelik İnşaat	63
3.2.7.1	Çelik İskelet Hakkında Bazı Teknik Bilgiler	64
4.	KONUT TİPİ YAPILARDA SİĞİNAKLAR	65
4.1	Serpinti Sığınakları	65
4.2	Sığınak Kavramının Belirlenmesi	65
4.2.1	Sığınakların Korunma şekli	66
4.2.2	Serpinti Sığınağı İçinde Kalma Süresi	66
4.3	Planlama	66
4.4	Sığınak Yeri ve Tavsiyeler	66
4.5	Özel Hükümler ve Tavsiyeler	67
4.6	Sığınak Yapısının Kısımları ve Bunların Boyutları	71
4.6.1	Sığınak Dış Cıdarı	73
4.6.2	Serpinti Radyasyonuna Karşı Korunma	73
4.6.3	Filtre Cıdarı	74
4.6.4	Takviye Duvarları	75
4.6.5	Taşıyıcı olmayan Bölme Duvarları	75
4.6.6	Tehlike Çıkışları	75
5.	YERALTI SİĞİNAKLARINDA TAM İSABETLERE KARŞI KORUNMA	76
5.1	Klasik ve Nükleer Tam İsabettler	76
5.2	Yeraltı Sığınakları ve Sığınak İmhasındaki Gelişmeler	76
6	YAPILARIN PATLAMA TESİRLERİNE KARŞI HESABI	80
6.1	Patlama Etkisi	81



6.2	Dizayn Silahının Patlama Mesafesi	
6.3	Hava Darbesi	
6.4	Uygulama	89
7.	SONUÇ	97
EKLER		
EK - A	Açıkta ve Değişik Tip Sığınaklarda Serpinti Radyasyonuna Karşı Korunma Nispetleri	98
EK - B	Bina Bodrumlarında Aile Hafif Serpinti Sığınağı Yapımı	99
EK - C	Bodrumda Kum Torbaları İle Geçici Aile Serpinti Sığınakları	100
KAYNAKÇA		101

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge Numarası

Adı Soyadı

Çizelge 1.1

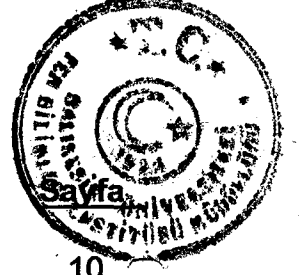
A, B ve Tipi Sığınakların Özellikleri

10

Çizelge 3.1

Çeşitli Maddelerin Gama Işını
Yarı Kalınlıkları

51

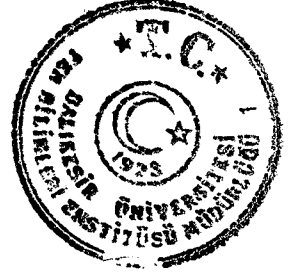


ŞEKİLLER DİZİNİ



<u>Şekil Numarası</u>	<u>Adı Soyadı</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1	İki Dik Açılı ve İki Şok Ceppli Sığınak Girişi	13
Şekil 2.2	Dağ İçine Oyulmuş Dehlizkarı-Galeri Sığınak	15
Şekil 2.3	İsveç'teki Dehlizkarı Büyük Sığınaklardan Birinin İçindeki Lokanta	15
Şekil 2.4	İsveç'teki 10000 Kişilik İki Katlı Bir Dehlizkarı Sığınacağın Genel Planı	16
Şekil 2.5	300 Kişilik Kapasiteli Bunker	19
Şekil 2.6	Bina Dışı A Tipi Yeraltı Sanayi Sığınacağı	21
Şekil 2.7	Bina Dışı B Tipi Sığınak	22
Şekil 2.8	4-6 Kişilik Bina Dışı Takviyeli C Tipi Sığınak	27
Şekil 2.9	D Tipi Betonarme Bodrum Oda Sığınacağı	28
Şekil 2.10	D Tipi Betonarme Banyo Sığınacağı	29
Şekil 2.11	Yeni Bina C Tipi Bodrum Sığınacağı	29
Şekil 2.12	4-6 Kişilik Daimi Yeraltı Dış Aile Serpinti Sığınacağı	34
Şekil 2.13	4-6 Kişilik Bina İçi Bodrum Serpinti Sığınacağı	34
Şekil 2.14	Okul Daimi Grup Serpinti Sığınacağı	37
Şekil 2.15	Metro Daimi Grup Serpinti Sığınacağı	38
Şekil 2.16	Geçici Bodrum Aile Serpinti Sığınacağı	38
Şekil 3.1	Bir Yıkma Dalgasının Basınç ve Emme Safhası İle Buna Ait Tesirler	45
Şekil 3.2	Nükleer Silahların Tesir Mesafeleri, İnfilak Yükseklikleri, Hasar Sahaları ve Yapılacak Sığınak Cinsleri	47
Şekil 4.1	İç Yapı Sığınaklarında Enkaz Sahaları	68
Şekil 4.2	Dış Yapı Sığınaklarında Enkaz Sahaları	69
Şekil 4.3	Yatay ve Düşey Tehlike Çıkışı	72
Şekil 5.1	4000 Lb Klasik Bombaya Karşı Sığınak Kalınlıkları	77
Şekil 5.2	IRAK Uçak Sığınacağının İmhası	79
Şekil 6.1	CEP İsabet İhtimali Cinsinden $p' = 0.5$ İçin Dizayn İnfilak Mesafeleri	84
Şekil 6.2	Serbest Ortamdaki Basınç-Zaman Değişimi	85
Şekil 6.3	Yansıtılan Basınç-Zaman Değişimi	86
Şekil 6.4	Yüzeyde İnfilak Eden Silahın Dinamik Etkileri	87
Şekil 6.5	Örnek Problem Boyutları	91
Şekil 6.6	İdealize Edilmiş Elastik-Plastik Sistemlerinin İmpuls Üçgen Yüklere Karşı Tepkisi	94
Şekil 6.7	Hesaplanan Kesit	96

ÖNSÖZ



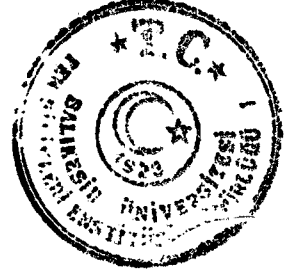
İnsanların korunma ihtiyacı ve yaşantının sürekliliği vazgeçilmez unsurlarıdır. İlk insanlar korunma yerleri olarak mağraları seçmişlerdir. Daha sonraları da düşmanlarından korunmak için şato ve kaleler inşa etmiş ve şehirleri surlarla çevirmişlerdir.

İnsanlar, birbirlerine üstünlük sağlamak, çeşitli zenginlikleri ele geçirmek ve daha iyi koşullarda yaşamak için birbirleri ile savaşmışlardır. Ancak bu savaşlar, yağmalamalar hariç sivil hedeflere yönelmemiştir. Oysa günümüz silahlarının etkileri ve etki sahaları o kadar gelişmiş ki hem savaşanları hem sivil toplulukları hem de ekonomik kaynakları hedef olarak almaktadır.

Silahların kuvvetli etkileri, insanları bu etkilerden koruyacak sığınaklar yapmaya yöneltmiştir. Muhtemel tehlike durumlarında insanlar evlerini, işlerini terk ederek gerekli can güvenliği ve yeterli konforla sığınakta barınabilmelidirler.

Günümüz silahları etkilerine göre; mevcut sığınaklar yeniden gözden geçirilerek gerekli önlemler alınmalıdır. Yeni yapılacak sığınaklarda yeterli korunma esaslarını sağlamalıdır.

Bu çalışmada özellikle ailelerin ve grupların kullanacakları yeraltı sığınakları ele alınmış, binaların patlama tesirlerine karşı boyutlandırılması basit bir örnekle açıklanmış ve okuyucuya sunulmuştur. Derlenen bilgiler ve tavsiyeler içeriği oluşturmaktadır.



1. GİRİŞ

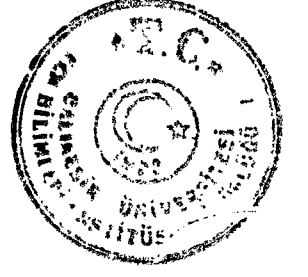
Sığınakların tarihini incelersek çok eski olduğunu görürüz. İlk insanların yaşadığı mağaralar; vahşi hayvanlara tabiat afetlerine ve düşman kabilelerin baskınlarına karşı içindekileri koruyor ve onlara aynı zamanda barınak vazifesi görüyordu. Bunlar daha sonra şato ve kale haline gelişti.

Daha sonra savunan taraf kuvvetleri yeraltı tesisleri yaptı. Bütün bunların gayesi; savunan memleketteki kıymetleri kuvvetli düşman taarruzlarından korumaktı.

Teknik gelişmeler, düşmanın havadan taarruz gücünün artması, klasik ve atomik silahların tesirlerinin çok artması, serpentinin büyük sahaları kapsamaması, insan toplulukları ile harp gücünü destekleyen kıymetli maddelerin açıkta korunamayacağına anlaşılması kitle halinde yeraltına girme gereğini zorunlu hale getirdi.

İnsanların ilk zamanlarda olduğu gibi barışta veya kestirilebilirse tehlike zamanında tamamen yeraltına girmesi ve orada çalışması, yatması bugünün termonükleer silah başlıklı füzeleri çağında, baskına karşı uygulanacak en güvenilir çaredir. Ancak bu durum özellikle topografik ve mali imkansızlıklar dolayısıyla her yerde mümkün olmaz. Fakat arazinin ve maliyetin imkan verdiği ve savunulması zorunlu olan hassas hedef bölgelerinin barıştan itibaren yeraltına girmesi gerekir.

II. Dünya Savaşı 'ndan sonra Avrupa da bir çok memleket barışta önemli bazı tesislerini yeraltında inşa ettiler. Sefer içinde bir çok sığınak hazırladılar ve bunları barışta otopark, lokanta, yeraltı çarşıları, depo gibi ticari maksatlarla kullanmaktadırlar.



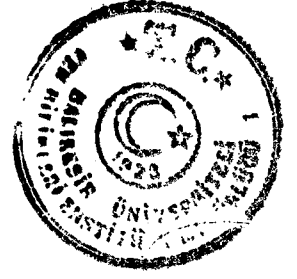
1.1 Sığınak Tanımı ve Hedefi

Sığınak ; herhangi bir silah veya silah sistemlerinin etkisine ve tabiat afetine karşı insanlarla, ülkenin savaş gücünün devamı için gerekli canlı ve cansız değerleri korumak amacıyla yapılan güvenli yerlerdir. Ancak herşeyden önce insan hayatı ön planda tutulmalı ve diğerleri önem derecesine göre sıralanmalıdır.

İmar kanununda yer alan yönetmeliğe göre sığınak; nükleer ve konvansiyonel silahlarla, biyolojik ve kimyevi harp maddelerinin tesirinden ve tabii afetlerden insanlarla , insanların yaşaması ve ülkenin harp gücünün devamı için zaruri canlı ve cansız kıymetleri korumak maksadıyla inşa edilen korunma yerleridir.

Sığınak inşaatının taktik hedefi; hazırlıklı bulunarak düşmanı taarruzdan vazgeçirmek ve eğer bunda muvaffak olunamazsa zayıfatı azaltmaktır.

Sığınak inşaatının teknik hedefi; mümkün mertebe az masrafla uzunca bir zaman, yeterli koruma sağlamaktır. Sığınak içinde hastalanmadan yaşamak mümkün olmalıdır. Aksi halde, sıkıcı, rutubetli, kokulu, cereyanlı, soğuk ve karanlık sığınakların zindandan farkı kalmaz.



1.2 Sığınak Çeşitleri

1.2.1 Kullanacaklara Göre Sığınak Çeşitleri

a. **Özel Sığınaklar:** Evlerde, resmi ve özel idare, fabrika ve müesseselerin bodrumlarında veya bahçelerinde yapılır. Buralarda oturan aile, memur ve işçilerin korunmasını sağlamak amacıyla yapılan yapılardır.

b. **Genel Sığınaklar:** Nüfus ve trafik yoğunluğunun fazla olduğu yerlerde dışarda bulunan halkın korunmasını sağlamak amacıyla yapılan yapılardır.

1.2.2. Kullanım Amacına Göre Sığınak Çeşitleri

a. **Basınç Sığınakları (Blast):** Bu sığınaklar nükleer silahların ani (basınç, ışık, ısı ve ilk radyasyon) ve kalıntı (radyoaktif serpinti) etkileriyle, konvansiyonel silahların tesirlerine, biyolojik ve kimyasal harp maddelerine karşı korunmak amacıyla devlet tarafından inşa edilir.

Basınç sığınakları, hassas yerlerde yeniden yapılacak binalarda ve kısmen de halen mevcut sağlam ve dayanıklı binaların bodrumlarında, bina dışında veya elverişli arazide yer altında veya yer üstünde yapılır [1].

Kısaca; basınç sığınakları, ani nükleer tehlikelere karşı (ileride anlatılacak olan) A-B hasar sahalarında yapılmalıdır. Basınç sığınakları tam savunma istenen yerlerde çelik ile betondan yapılan son derece koruyucu



yer altı sığınaklarıdır. Maliyet yönünden oldukça yüksek olup, yapımı özel teknik bilgi gerektirir.

Blast sahasında yapılacak sığınak tipleri;

- (1) Dehlizkarı sığınaklar,
- (2) Bunkerler'dir

b. Serpinti Sığınakları: Doğrudan saldırıya uğraması beklenmeyen şehir, kasaba ve mevkilerde radyoaktif serpinti etkilerine karşı korumak amacıyla inşa edilir . Bu sığınaklar; kimyasal ve biyolojik harp maddelerine, nükleer silahların zayıflamış basınç ve ısı tesirlerine, konvansiyonel silahların parça tesirlerine karşı da korunmayı sağlamak amacıyla inşa edilir.

Serpinti sığınakları bina ve tesislerin bodrum katlarına yapılır. Mümkün olmadığı takdirde bahçelerinde, toprağın yapısına göre, yer üstünde veya yer altında yapılır.

Serpinti Sığınakları;

- (1) Aile Hafif Serpinti Sığınağı,
- (2) Aile Serpinti Sığınağı olarak ikiye ayrılır.

Aile hafif serpinti sığınağına; "bodrum" veya "beton blok sığınağı" da denir. Daha doğrusu bodrum içine yapılacak ikinci bir oda gibi düşünülebilir.

Aile serpinti sığınağı ise; bina ahşap olduğu, bodrum bulunmadığı zaman veya bahçenin bir köşesine yapılır. Yapılacak yerin özelliğine göre aile serpinti sığınağı iki tür inşa edilir;



(a) Yerüstü Çift Duvar Sığınağı

Sığınak yapılacak yerin toprak altı sert ya da zemin su muhtevası yüksek olduğu zaman yerüstü çift duvar sığınağı yapılır.

(b) Yeraltı Beton Sığınağı

Sığınak yapılacak yerde zemin koşulları elverişli ve toprak kazılmaya müsait ise yeraltı beton sığınağı yapılır [1].

1.3 Sığınak Yönetmeliği

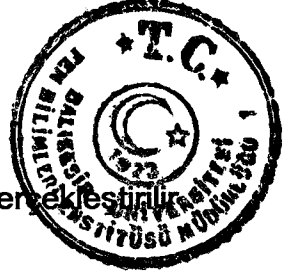
Bayındırlık ve İskan Bakanlığı ile İç İşleri Bakanlığı tarafından müşterek hazırlanan bu yönetmelik yayımı tarihinde yürürlüğe girmiştir (Resmi Gazete 25.08.1988-19910).

3194 sayılı İmar Kanunu'na göre düzenlenmiş bulunan yönetmelik gereğince, imar mevzuatı yönünden belediyelerin görev alanına giren yerleri kapsar.

1. Bölümde: Amaç, Kapsam ve Yasal Dayanak;
2. Bölümde: Sığınakların Tanımı, Çeşitleri ve Özellikleri;
3. Bölümde: Diğer Hükümler mevcuttur.

Bu yönetmeliğin uygulanmasından belediye ve mücavir alan sınırları içinde belediyeler, bu alanlar dışında valilikler yetkili ve sorumludur.

Sığınakların yapımı zorunlu bulunan bina ve tesislere gerekli sığınak yeri ayrılmadıkça yapı izni, sığınak tesis edilmedikçe de kullanma izni verilmez [1].



Sığınaklarla ilgili kriterler sığınak yönetmeliğine göre geliştirilir.
Proje ve tatbikatta uyulması gereken kurallar;

Sığınağın dar kenarı 2.00 m 'den, alanı 6.00 m² 'den, yüksekliği ise 2.30 m 'den az olmamalıdır.

Tabii zeminin sert kaya olması, yapı zemininden su çıkması nedeniyle bodrum kat yapılamaması halinde sığınak zemin katta teklif edilebilir.

Resmi ve umumi yapılarda da sığınak yapma şartı aranır.

Mevcut binalarda kat ilavesi halinde, varsa mevcut sığınağa ilave, sığınağın hiç bulunmaması halinde de yeni sığınak yapılması şartı aranmaz.

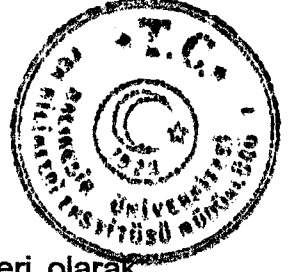
Yönetmeliğin 69. maddesini 2. fıkrası aşağıdaki şekilde yeniden düzenlenmiştir.

Bodrum katta yapılacak sığınak alanı bina inşaat alanının %0.1,5'i (Bindeonbeşi) kadardır.

Küçük sanatlar bölgesindeki atelyelerde sığınak yapma şartı aranmaz[1].

İmar Mevzuatı Yönetmeliği'nde ; 06.03.1991'de yapılan bir değişikliğe göre; (Madde 8)

Serpinti sığınakları imar planı bulunan ve bulunmayan alanlardaki binalarda yapılır. Ancak ;



- a. 8 daireden az bağımsız bölümü olan konutlarda,
- b. Toplam inşaat alanı 800 m²'den az olan işyerlerinde,
- c. Toplam inşaat alanı 800 m²'den az olan konut ve işyeri olarak kullanılan yapılarda,
- d. Belediye ve mücavir alanlar dışında köy nüfusuna kayıtlı ve köyde sürekli oturanlar tarafından yapılan ve ruhsata tabii olmayan yapılarda sığınak yapma zorunluluğu aranmaz.
- e. Bir imar parselinde birden fazla bina bulunması durumunda bunların toplam inşaat alanının 800 m²'yi aşması halinde parselde ortak tek bir sığınak yapılabileceği gibi birden fazla da yapılabilir [4].

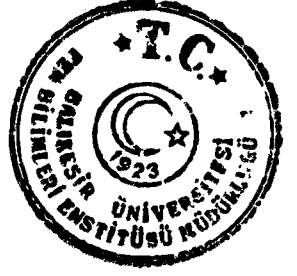
1.4 Sığınak Politikası

Her ülkede sığınak yapmak için bir sığınak politikası tayin edilir. Sığınak şartnamesi bu politikaya göre gerektiğinde yenilenir.

Sığınak politikasının esaslarını T.C. İçişleri Bakanlığı'nın talimatı ile "Sivil Savunma İdareleri" hazırlar. Bu politika ilgililerce Milli Savunma Yüksek Kurulu'na sunulur. Kurulun ve hükümetin onayından sonra bütçe görüşmeleri sırasında Büyük Millet Meclisi'ne takdim olunur. T.B.M. Meclisi ilgili komisyonları bu savunma ve korunma politikası ile gerekecek masrafları kabul ettikten sonra Resmi Gazete'de yayınlanarak uygulamaya konulur.

Sığınaklar da bu politika ve şartname esaslarına göre inşa edilir. Sığınak politikası bir senelik olarak hazırlanmaz. Sığınakların kaç senede ikmalî mümkün görülüyorsa o kadar zamana uygun bir programın ne şekilde uygulanacağı hesaplanır.

Sığınak politikasının tayini amacıyla merkezde yapılacak genel etüt ve hedef tahlillerinde aşağıdaki hususlar incelenir:



1. Hassas bölgelerin tayini,
2. Düşmanın kullanması tahmin edilen silah cinsleri,
3. Stratejik ikaz süresi ve tahliye imkanları,
4. Taktik ikaz süresi ve sığınağa girme imkanları,
5. Nerelerde ne cins sığınak yapılacağı,
6. Sığınak büyüklükleri,
7. Sığınakta kalma süresi,
8. Sığınak teçhizatı,
9. İnsanların haricinde korunması gereken canlı ve cansız varlıklar,
10. Sığınaklardan barışta istifade imkanları,
11. Bütün yurttaki sığınak ihtiyacı,
12. Sığınak masrafları ve bunların karşılanma şekilleri,
13. Sığınak yapılmazsa ne tür durumlarla karşılaşılacağı, can ve maddi kayıp analizleri.

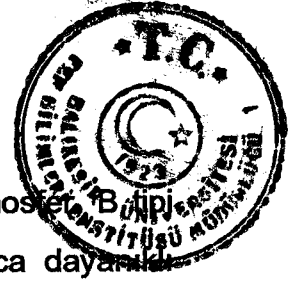
1.5 Sığınaklar Hakkında Özet Bilgi

Sığınak inşasında amaç; insan hayatının ve yaşantının devamı için gerekli değerlerin korunmasını sağlamaktır.

Teknik hedef; asgari maliyet ile azami korumayı sağlamaktır.

Muhtelif sığınak tipleri; savunma çukurları, köprü altları, menfezler, v.s. gibi acil koruma tipleri ile daimi veya geçici serpinti sığınakları; D tipi takviyeli bodrum katları; C, B, A tipi sığınaklar; savunma bunkerleri ve dehlizkarı sığınaklardır.

Mukavemet derecesi ve sığınak şekli; tavan, döşeme ve yan duvarlar hemen hemen aynı kuvvet ve mukavemette, şekiller kapalı ve çok kere köşeli olmalıdır.



Nükleer tehlikelere karşı; A tipi sığınaklar en az 7-9 atmosfer, B tipi sığınaklar 3 atmosfer ve C tipi sığınaklar 1 atmosfer basınca dayanmalı olmalıdır. D tipi sığınaklar yalnız enkaza ve radyasyona, diğer basit tipler uçuşan enkaz, cam parçaları ve serpintiye karşı koruma sağlamalıdır.

Blast (basınç) sahası içinde bulunan sığınaklar; blast, ısı ve ilk radyasyona, fazla kalınlıklı olanlar toplu, az kalınlıkları münferit yangınlara, serpintiye ve gaza karşı mümkün olduğu kadar uzunca bir koruma sağlamalıdır.

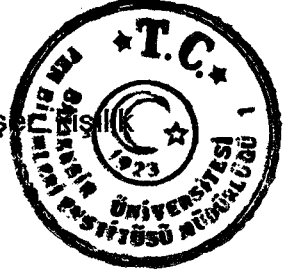
Klasik silahlara karşı A ve B tipi sığınaklar ; yüksek infilaklı tahrip bombalarının tam isabeti hariç patlama çukuru yakınındaki bilimum tesirlerine karşı, C ve D tipleri ile müdafaa çukurları; 15 m mesafede infilak eden 500 librelilik bir tahrip bombasının parça tesirine karşı emniyet sağlamalıdır.

Derin dehlizkarı sığınaklar; her çeşit tahrip bombasının, bunkerler ise 1 tonluk bir bombanın tam isabetine karşı koruma sağlar.

Üzeri toprak örtülü sığınaklar; kısa veya uzun bir müddet kimyevi ve biyolojik silahlara karşı da koruma sağlar. Uzun zaman korunmak için hava ve filtre tertibatına gerek vardır.

Sığınak tavanları, su ve rutubete karşı tecritli olmalı, toprak seviyesine hafif bir meyil verilip, üzerleri çim ekili bulunmalıdır.

Sığınak yer ve tipinin seçilmesi; amaca ve taarruz silahına göre tayin edilir. Genellikle nükleer hedeflere atılması hesap ve tahmin edilen bombanın 2 atmosferlik basınç dairesi dışında ve blast sahası dahilinde (yani 0.15 atmosferlik basınç sahasına kadar) asgari 2 atmosfer, ilave



basınca dayanacak takviyeli C tipi ve yeraltı bina harici 6-50'şer kişilik sığınaklar yapılır.

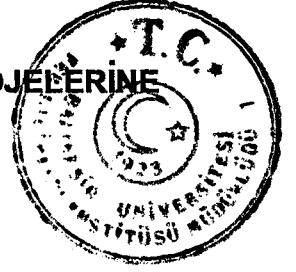
Muhtemel krater bölgesinde sığınak yapılmaz.

Mimar ve mühendislerin esas çalışma sahası; A, B, C tipi sığınaklardır. D tipi sığınaklarla acil tip sığınaklar sivil savunma müdürlüklerinden alınacak örneklerle ev sahipleri tarafından da yaptırılabilir [5].

Çizelge 1.1 A, B ve C Tipi sığınakların özellikleri

Sığınak Tipi	Kapasite (kişi)	Duvar Mukavemetleri. Statik hesaplar için (t / m ²)	Çelik beton Duvarların Kalınlığı	
			Yeraltı (m)	Yerüstü (m)
A	50 - 60	30	0.60	0.60
B	50 - 60	10	0.40	0.60
C	6 - 30	3	0.30	0.50

2. DEĞİŞİK TİPLERDEKİ SİĞİNIKLARIN PLAN VE PROJELERİNE AİT ESASLAR VE SİĞİNAK ŞEKİLLERİ



2.1 Blast Sahası İçinde Yapılan Sığınaklar

2.1.1 Dehlizkarı Sığınaklar

Jeolojik şartları uygun ve tam savunmanın gerekli olduğu yerlerde yapılır. Kayaların altında ve yeterli derinlikte (en az 15 - 20 m) yapıldığı takdirde küçük atomik bombalarla klasik silahların hepsinin tam isabetine karşı koruma sağlar. Termonükleer bombaların yer infilakına karşı yeterli koruma sağlamak için en az 100 m kaya veya 200 m toprak altına inmek gerekir (bu değerler NATO standardı olarak belirlenmiştir). 20 megatonluk büyük bir termonükleer bombanın orta sertlikteki bir arazide 80 m derinlik ve 2 km'den fazla çapta bir krater açabileceği yapılan denemelerle tespit edilmiştir. Çok derin sığınaklar çok önemli yerler için gerekli ise de daha az önemi olan yerler için fazla derinliğe inmeye gerek yoktur. Çünkü çok derine inildikçe masraf artar ve sığınağa giriş zorlaşır.

Bu tip sığınakların kapasiteleri, koruma faaliyetleri fazla olduğundan büyük olabilir. Ancak bunların da krater bölgesine rastlamaması için şehir merkezlerinde inşası tavsiye edilmez. Bu tip sığınakların içine çabuk girebilmek için kapı ve giriş kısımlarının içeri girecek personele uygun biçimde büyük olması gerekir.

Dehlizkarı sığınakların 200 ~ 500 kişilik yapılması uygundur. 200 kişilik bir sığınakın giriş kısmının genişliği 1.33 m, 300 kişiliğin 2 m ve 500 kişiliğin 3.3 m'dir. İsveç'teki 20 000 kişilik büyük sığınakın giriş kısmı genişliği 6 m'dir.



Barişte her sığınanın en az bir giriş ve bir tehlike bulunmalıdır. Eğer sığınak barişte garaj olarak kullanılacaksa giriş kısmının geniş ve merdivensiz yani eğimli olması gerekir. Şayet garaj olarak kullanılmayacaksa ağız kısımları karşısına emniyet duvarları yapılmalıdır.

Kapılar el ve elektrikle kapanır. Sığınak içine mümkün olduğu kadar merdivensiz veya az merdivenle girilmelidir. Bu suretle giriş zamanı azalır. Üstelik aceleden ve panikten düşme ve ezilmeler önlenir. Giriş bölümü, en az iki dik açılı bir koridor ve şok ceplerini ihtiva eder. Şekil 2.1 'de iki dik açılı ve şok cepli sığınak girişi görülmektedir.

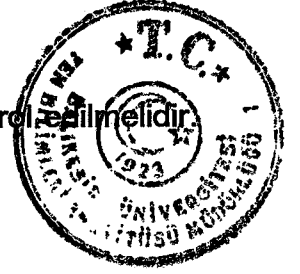
Şok dalgası hiçbir suretle kapılara doğrudan rastlatılmaz. Bu şekil aynı zamanda ısı ve radyasyon tesirine karşı da koruma sağlar. Sığınanın hemen iç kısmında " Air Lock " denilen bir hava emniyet hücresi bulunur. Burası büyük bir sığınakta 20 m² olabilir. Merdivenlere karanlıkta ışık vermesi için fosforlu maddeler sürülür. Merdiven eğimi 1/8 'den fazla olmamalıdır.

Dehlizkarı sığınakta oturmak için kişi başına 0.33 m² yüzey, 0.76 m³ hacim, uzun süreli kalmak için 1 m² yüzey 1.2 ~ 1.5 m³ hacim hesap edilir.

Sığınanın içi tünel şeklinde olup, genişliği takriben 2.40 m ve yüksekliği 2.30 metre kadar olmalıdır. Duruma göre daha geniş ve daha yüksek sığınaklar da mevcuttur.

Tavanlar; kubbemsi oyulmalıdır. Köşeli düz kesitler daha az emniyetlidir. Çünkü şiddetli gelen basınç kuvveti dik açıyla değil de eğik açıyla tesir ederse şiddeti ve hızı azalır.

İnşaata % 52 çelik ve çelikli beton kullanılmalıdır.



Sığınak içerisindeki rutubet miktarı devamlı şekilde kontrol edilmelidir. İyi ve devamlı havalandırma da rutubeti önleyebilir.

Sığınak içerisi ferah, rahat ve dışarısını aratmayacak şekilde hazırlanmalıdır. Halk barışta sık sık ve hatta mümkünse bir barış tesisi olarak devamlı şekilde sığınağa girmeye alışmalıdır. Ancak bu şekilde sığınağa girmeyi yadırgamaz ve içeride uzun süre de kalsa sıkılmaz ve ruhen sarsılmaz. Aksi takdirde sığınak bir hapisane görüntüsünü andırır. Avrupa ve Amerika'daki sığınaklarda bu hususa bilhassa önem verilmektedir.

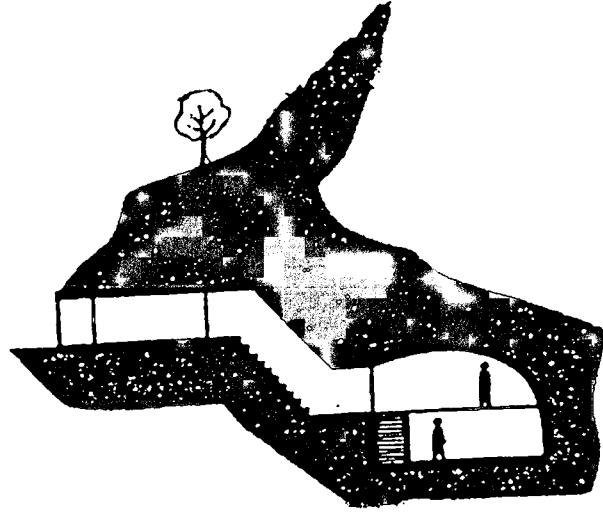
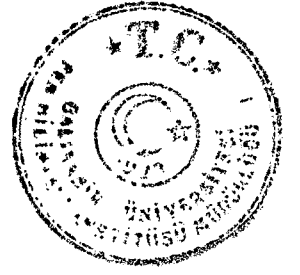
İsveç'te örnekleri olduğu gibi sığınak barışta ticari amaçla kullanılabilir. Bunun için önceden anlaşma ve mukaveleler yapılır. Dehlizkarı sığınaklara ait birkaç örnek Şekil 2.2 , 3 ve 4 'de görülmektedir.

2.1.2 Savunma Bunkerleri

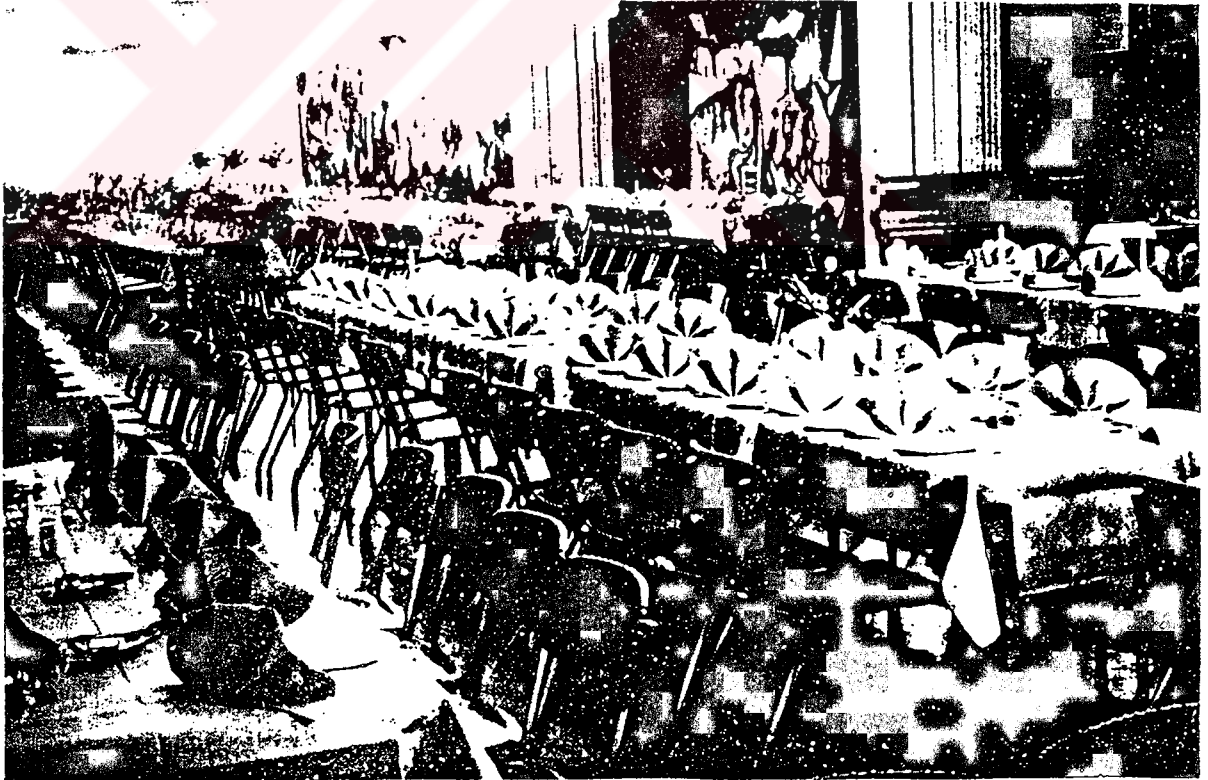
Tam savunma istenen yerlerde çelikli betondan yapılan çok kalın yeraltı sığınaklarıdır. Bunları büyük binalar altında yapan ülkeler varsa da yeraltı bina haricinde yapılması daha uygundur.

Büyük ölçüde korunması gerekenler için yapılır. Hedef bölgelerinin iç kısımlarında, dehlizkarı sığınak inşası mümkün olmayan ve A tipi sığınakların yeterli koruma sağlamadığı yerlerde yapılırlar. Çok yüksek maliyetli olduklarından az miktarda yapılır. Bu tip sığınaklarda, dehlizkarı olanlar teknik bilgi ve teçhizata gerek duyulacağından ancak özel uzmanlar tarafından yapılmalıdır.

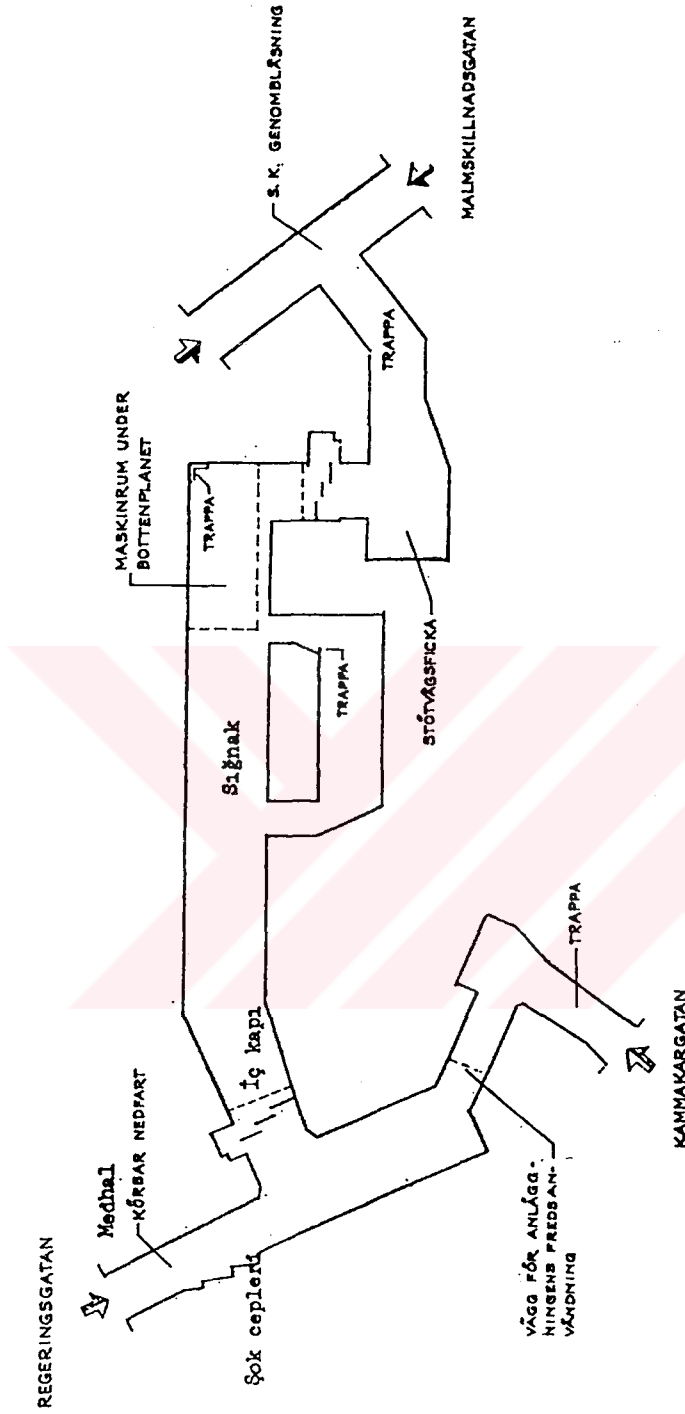
Kalınlıkları; tavan ve duvarlar yaklaşık 3'er m'dir.



Şekil 2.2 Dağ içine oyulmuş dehlizkarı-galeri sığınak



Şekil 2.3 İsveç'teki dehlizkarı büyük sığınaklardan birinin içindeki lokanta



Sığınak hakkında bilgileri

- 10.000 kişiliktir. 10.000.000 İsveç kronuna mal olmuştur .
- 2.500 kişi uyuyabilir. Kron,Maritak ucuzdur .
- 300 Motorlu araç barışta sığınaktan garaj olarak faydalanabilir. 110 Metre uzunluğunda tünel şeklindedir .
- 50.000 M.Küp kaya tahribi suretiyle meydana getirilmiştir .
- 50.000 Kgr. Dinamit kullanılmıştır .
- 25.000 Motorlu araç patlatılan kayaların dışarı taşınmasında kullanılmıştır .
- 60.000 M.Küp beton;
- 350.000 Kgr. takviye demiri kullanılmıştır .
- 460.000 vatlık bir fevkalade hal elektrik enerji kaynağı (Dinamo) vardır. Barışta şehir çeryağı ile çalışır .
- 1.000 Kgr. buz makinesi buş imal eder(saatte)
- 10000 litre buz havuzları su muhafaza eder .
- 2.400 litre dakikada buzlu su pompaları .
- 75 aerotemper buzlu su dolaşım ile sığınığın her tarafında 15.000 M.küp saat kapasiteli 25 hava filtresi vardır .

Şekil 2.4 İsveç'teki 10 000 kişilik iki katlı bir dehlizkarı sığınığın genel planı



Taban; zeminden 8 m'den aşağıda olmamak şartıyla 1.5 m çelikli betondur. Hazırlanmış betonun her m³'ünde en az 60 kg beton çeliği bulunmalıdır

Üzerindeki toprak kalınlığı en az 50 cm'dir. Arazi kayalıksa bu kadar kalın sığınağa gerek yoktur.

Mukavemet kabiliyeti; 1 tonluk yüksek infilaklı bombaların tam isabetine, nükleer ve termonükleer bombaların hava infilakına, termik radyasyona, kimyevi ve biyolojik silahlara, yangına, ilk ve artık radyasyona karşı tam koruma sağlar. Atomik bombaların tam isabetine karşı korumaz.

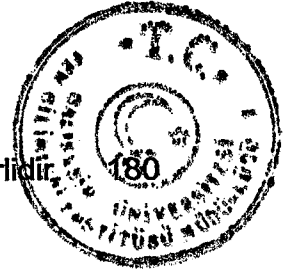
Büyükükleri; 300 kişiyi geçmemesi tavsiye olunur. Ancak zorunlu hallerde daha büyükleri de yapılabilir. Bu halde masraf çok artar ve tam isabet halinde çok can kaybına uğranır.

İç tertibatı ; genel olarak 50'şer kişilik bölmelere ayrılır. Bölme duvarları 1000 kg / m²'lik yan basınca mukavemet edecek şekilde 0.40 m kalınlıkta olmalıdır. Ortada 1 m çapında betonarme çelikle zırhlanmış çelik destek duvar vardır.

Oturma için, 0.33 m² yüzey, 0.76 m³ hacim; yatmak için 1.2 - 1.5 m³ hacim hesap edilir.

Ölçüler: İstinad noktaları arası mesafe en az 1.2 m tavan yüksekliği 2.30 m olmalıdır.

Statik hesaplar; bütün duvarların 30 t/m²' lik bir ilave ağırlığa maruz kalacağı dikkate alınarak yapılır.



Giriş kısmı; 300 kişilik sığınakta 2.40 m genişlik yeterlidir. Kişiliklerde ise 1.20 m uygundur.

Hava emniyet hücresi (air lock); kapı ile sığınak arasında olup, 4.5 m²'lik yüzey ve 1.5 m genişliktedir.

Merdiven basamakları; eğimi 1 / 9 olmalı ve kenarlarda korkuluk yapılmalıdır.

Açıklıklar; çevre duvarları ile korunur.

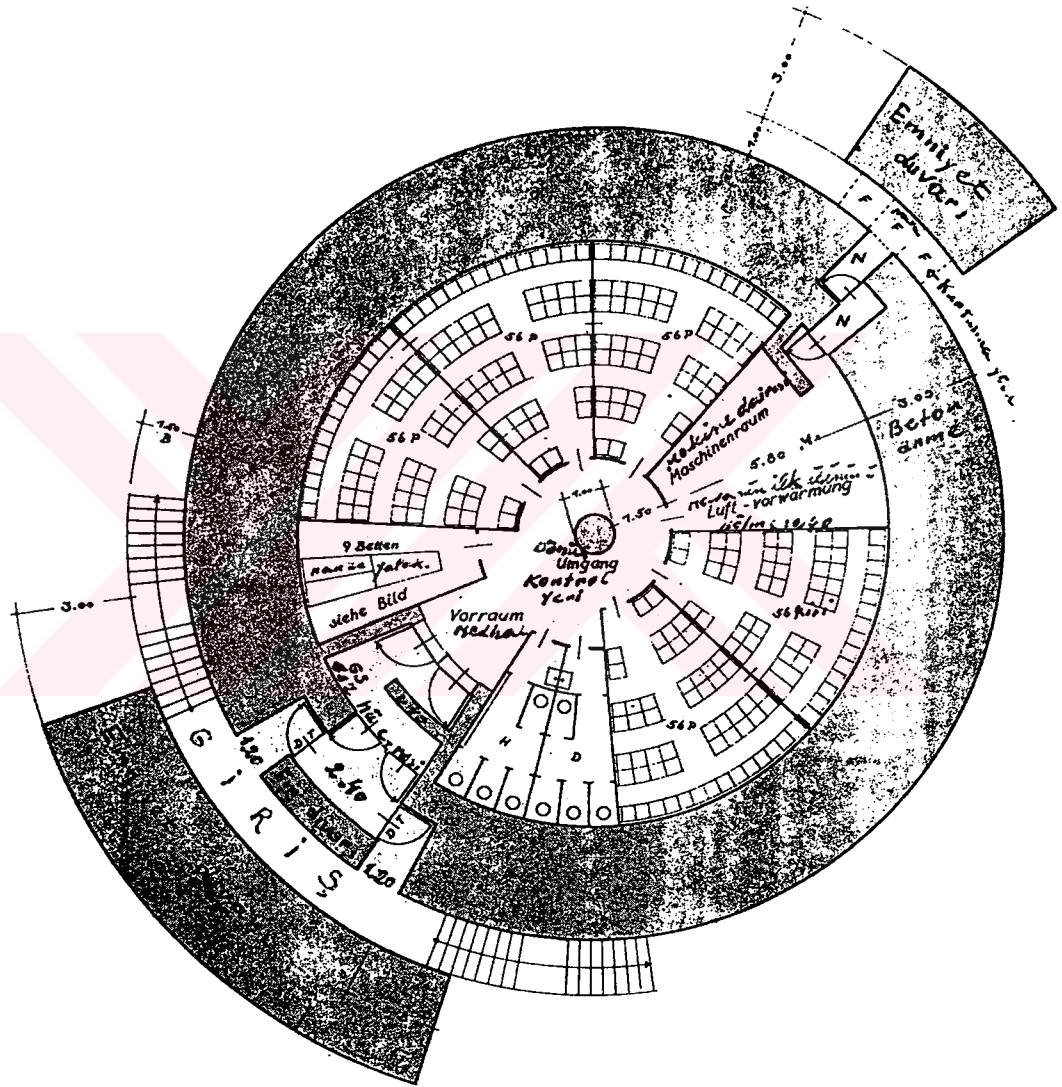
Sıhhi malzeme; her 25 kişiye bir tuvalet ile duş, ilk yardım ve basit tedavi malzemeleri, muayene ve tecrit bulundurulur.

Makine dairesi ve ısıtma birimi olarak 30 m² yer, havalandırma ve filtre cihazları, elektrik jeneratörü, üç adet gaz geçirmez çelik kapı, üç adet de yüksek basınca (9 atü) mukavim çelik kapı bulunur.

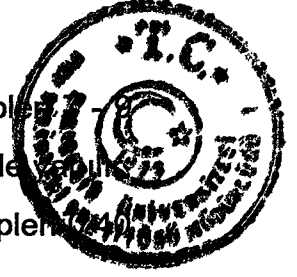
Maliyet; şahıs başına 1000 - 2500 DM'dir ki 300 kişilik bir bunker için rakam oldukça yükselir. II. Dünya Şavaşı 'ında Almanya'da kullanılmıştır [2]. Şekil 2.5 'te 300 kişilik örnek bir bunker görülmektedir.

2.1.3 A ve B Tipi Sığınaklar

Bunlar duvar kalınlığı oldukça fazla sığınaklardır. Kitleler için yapılmaz, çok pahalıya mal olur. Bu yüzden yalnız bir muhtemel nükleer hedef bölgesinin merkezine rastlamamak şartıyla iç kısımda kalması gerekli kilit personel için az miktarda yapılır.



Şekil 2.5 300 kişi kapasiteli bunker



Bu sığınaklar genellikle A tesir sahası içinde inşa edilir. A tipleri atmosfer, B tipleri 3 atmosfer basınca mukavemet gösterecek şekilde yapılır. A tiplerinin tavan ve zemin dahil çevre duvar kalınlıkları 0.60 m, B tiplerinin kalınlıkları 1.0 m olup, üzerleri 1.5 - 2.0 m toprakla örtülüdür.

Bunlar genellikle dış sığınaklar şeklinde yapılır. Ancak yeni binaların altında da yapılabilirler. Ama bu binaların mukavemeti yüksek ve aynı zamanda yangına karşı çok hassas olması lazımdır. Mevcut alçak tavanlı bodrumlarda bu tip sığınak yapılmaz. Sığınakların en büyük düşmanının yüksek basınçtan sonra toplu yangınlar olduğu unutulmamalıdır. Çöküntüye karşı tavanda putrel ve çelikli beton kullanılmalıdır.

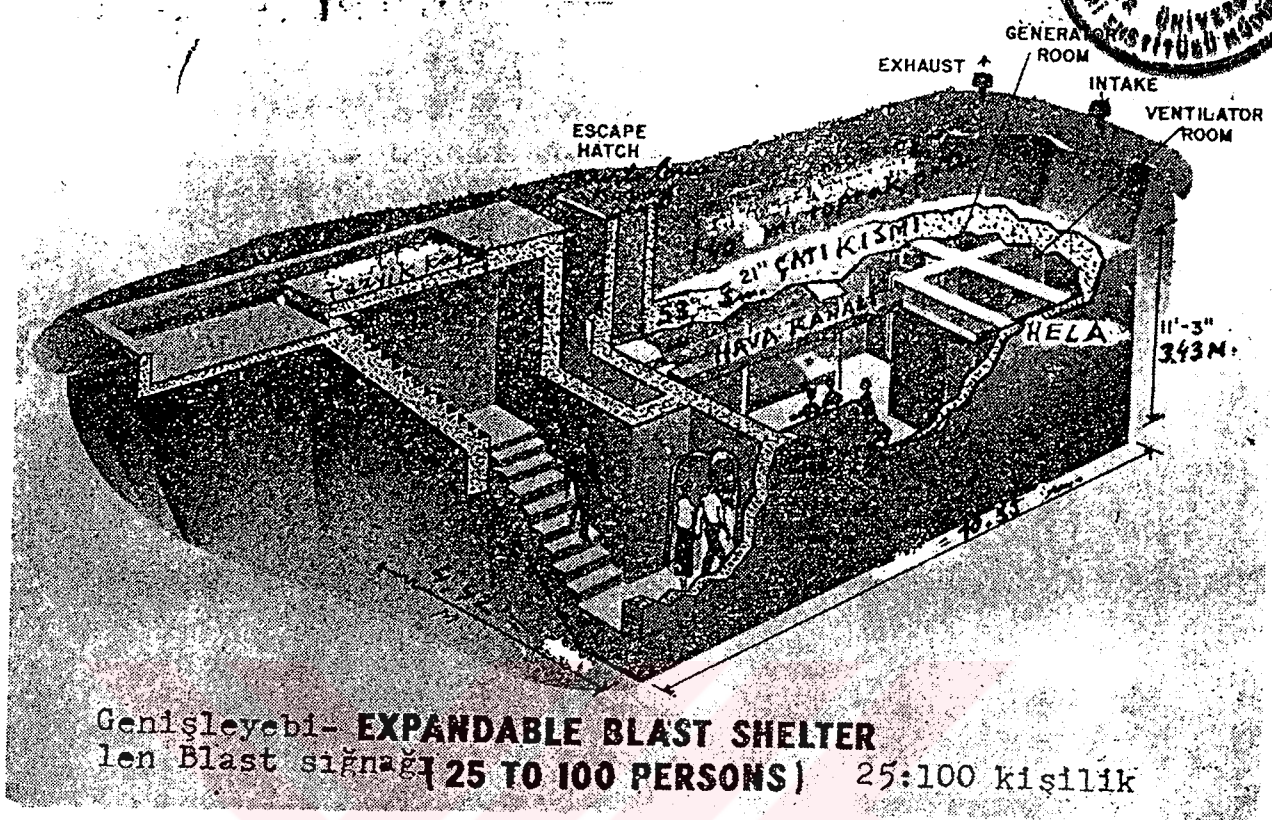
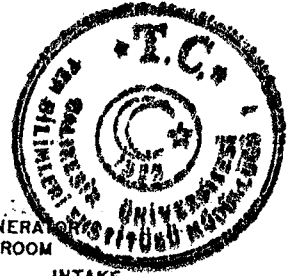
Bu sığınaklarda da Bunker ve Dehlizkarı sığınaklarda bahsettiğimiz havalandırma, vesair tertibat ve malzeme bulunur. Yer ve hacim hesapları da aynı esasa göre yapılır.

Genellikle 50 kişiliktir. İçinde iki hafta kalınacağına göre yeterli miktarda gıda ve su bulundurulur.

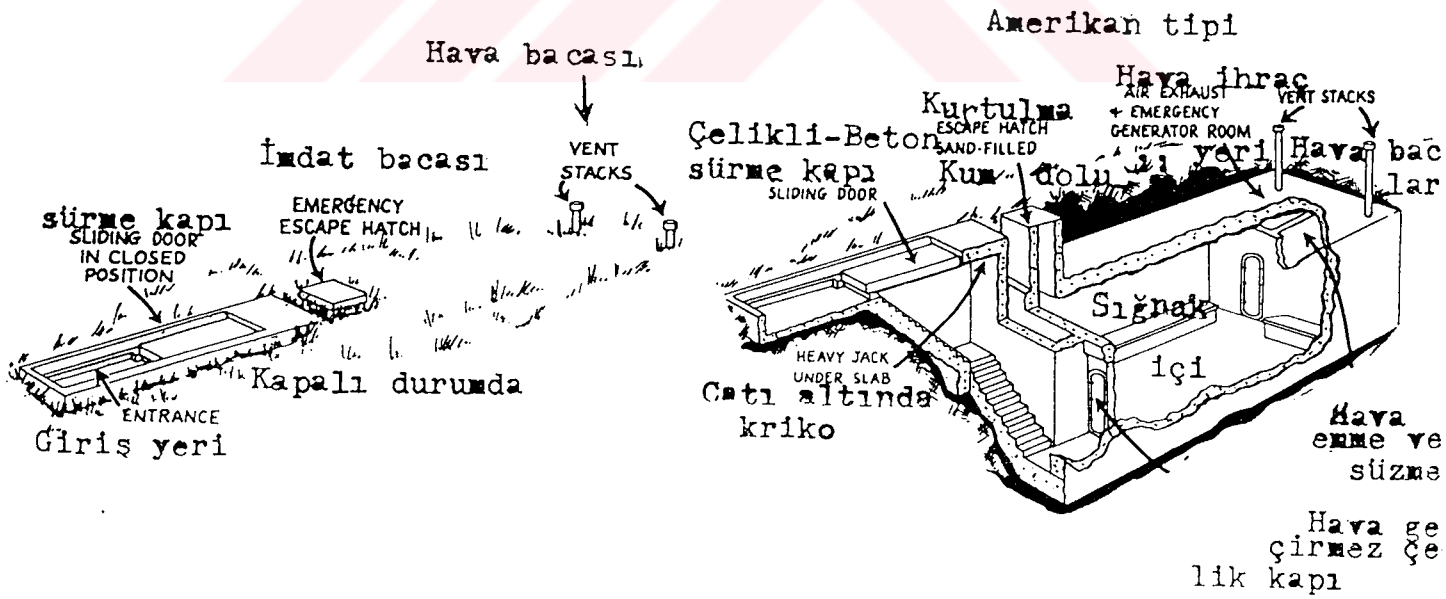
Sığınakların bir giriş ve bir çıkış kapısı bulunur. Ayrıca giriş kapılarında ve kapaklarda kauçuktan gaz geçirmezliği sağlayacak önlemler alınır.

A ve B tipi sığınaklar 4000 librelilik klasik bombaların infilak çukuru dışında kalmak şartıyla basınç ve parça tesirine karşı içindekileri korur. Tam isabetlerde koruma sağlamaz. Zaten tam isabete karşı korunma da aranmamaktadır.

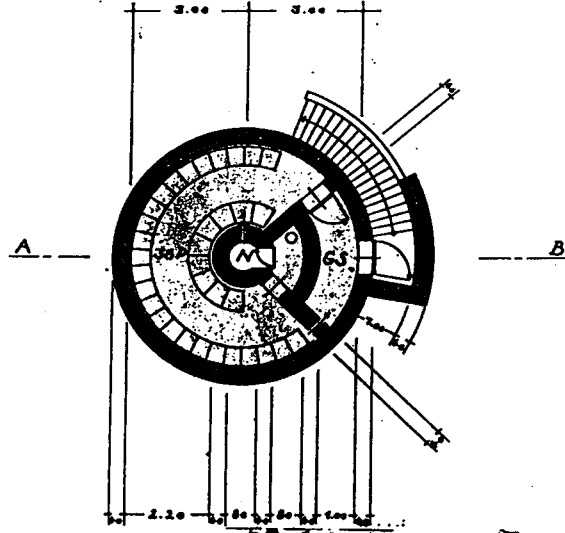
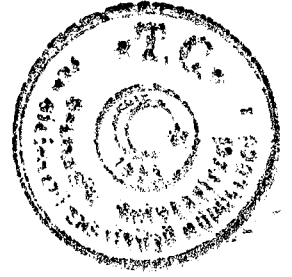
Bu sığınaklar; boşaltıldıktan sonra, şehrin A ve B bölgesinde kalacak sanayi tesisleri ile emniyet unsurları için uygundur. Şekil 2.6 ve 7 'de A ve B tipi sığınaklar görülmektedir.



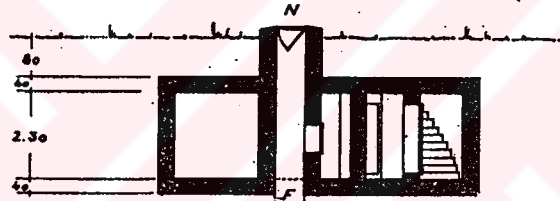
Genişleyebilir- EXPANDABLE BLAST SHELTER
len Blast sığınak (25 TO 100 PERSONS) 25:100 kişilik



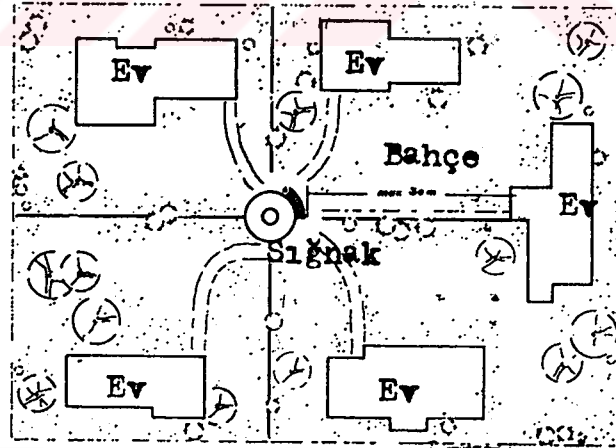
Şekil 2.6 Bina dışı A tipi yeraltı sanayi sığınak



Bld 26.4 38 kişilik sığınak
Kapalı koruyucu duvar

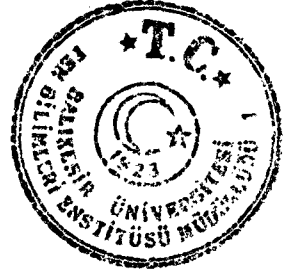


Bld 26.5 Kesit A-B



Bld 26.6 Beş tane tek ailelik evin
mekki planı

Şekil 2.7 Bina dışı B tipi sığınak



2.1.4 C ve D Tipi Sığınaklar

Blast sahası içinde kural olarak bina dışında yapılır. Üstündeki bina inşa savunma prensiplerine uygun ise; yangın tehlikesi azalacağından bina altında da yapılabilir.

Bina altı sığınak daha ucuza mal olur. Ancak bina altı sığınak, dış sığınaktan daha pahalıya mal olduğu ve etrafta da açık alan bulunduğu taktirde dış sığınak tercih olunur.

C tipi sığınaklar genellikle 1 atmosfer basınca mukavemet edecek şekilde inşa edilirler.

2 atmosfer basınç; B ile C arasında daha ziyade B tipine dahil bulunmasına rağmen C tipinde, yeni Amerikan tipi sığınaklarda Nevada denemelerinde 2 atmosfer basınca dayanım sağlamışlardır.

Buna göre yeni C tipi sığınaklar en az 2 atmosfer, D tipi sığınaklar 0.33 atmosfer (5 psi) basınca karşı basınç mukavemeti sağlamalıdır.

C ve D tipi sığınaklar bina altında yapıldıkları taktirde bunlara "Bodrum sığınakları " denir.

Bodrum sığınakları; eskiden klasik bombaların tesirine karşı yalnız tavanlar 1 - 3 t / m²'lik bir enkaz ağırlığına dayanacak şekilde yapıyordu. Bugün ise, termonükleer silahların bilhassa yerdeki patlamalarından dolayı alttan ve yandan da tesir eden çepeçevre bir basınca dayanım gösterecek şekilde planlanmaktadır.



Sığınak inşaatında ister bina dışında olsun, ister bina içinde olsun beton kullanılır. Mevcut alçak tavanlı bodrumlarda bu durum genelde güç ve hatta imkasızdır. Bodrum tavanı dış toprak seviyesinden 50 cm'den yüksek olduğu takdirde bodrumlarda sığınak yapmak mümkün olmaz. Çünkü elektrik, hava gazı, su, kanalizasyon ve telefon hatlarının bodrum taban ve tavanına yakın geçirilmesi, alçak tavanlı bodrumların sığınak haline getirilmesine imkan vermez. Bu gibi, hallerde bodrum sığınağı yüksekliği 2.00 m'ye kadar düşürülebilir.

C ve D tipi olarak, bodrumun iki sağlam ve kalın duvarından faydalanılarak " bir bodrum köşe odası sığınağı " yapılabilir.

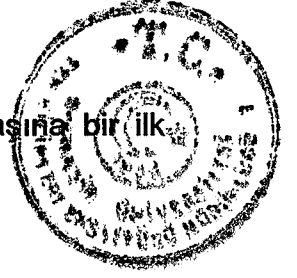
Sığınak tabanında 15 cm'lik bir betonarme döşeme varsa C ve D tiplerinde bunu için ayrıca ikinci bir kalınlık takviyesi gerekmez. Ancak sığınak içi ayrıca çepeçevre çelik boru iskeletle takviye edilir.

Bodrum içinde çelikli beton takviye yapmak mümkün olduğu takdirde tavan ve yan duvar kalınlıkları 25 cm, taban ise 15 cm olabilir.

Çelikli beton inşaat tatbikinde destek duvarları arasındaki açıklığın az; mesela 1.50 m kadar olmasına dikkat edilmelidir. Açıklık arttıkça sığınak mukavemeti azalır A ve B tipi sığınaklarda dahi bu açıklıkların 4 - 5 m'yi geçirilmemesine ve hatta mümkünse daima daha dar olmasına çalışılmalıdır.

Bodrum içi duvarları minimum 38 cm kalınlıkta ve tavan 2.25 m yükseklikte olduğu takdirde bodrum sığınağı yapılabilir.

C ve D tipi sığınaklar; bir ailelik veya apartmanlarda birkaç ailenin bulunacağı yerlerde yapılır. Bunların da giriş ve çıkış kısımları özel şekilde emniyete alınır. Sığınakta havalandırma ve kaba kum filtre tertibatı, oturma



ve yatma yerleri, 2 hafta yetecek su ve gıda maddesi, aile başına bir ilk yardım çantası v.s. bulunur.

Bodrum içinde bir köşede yapılan oda sığınaklarında, özel havalandırma cihazı bulunmadan da bodrumdaki havayla bir müddet yaşamak mümkündür. Ancak bodrumda pencere ve kapı varsa sıkıca tecrit edilmesi gerekir.

Kurtulma yolları enkaz mesafesi dışında veya hiç olmazsa bir komşu ev sığınağına bağlanır.

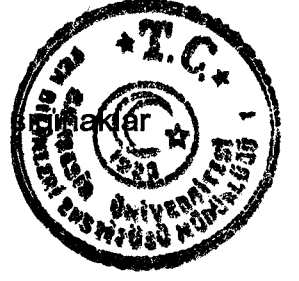
Tek katlı evlerde ve şehir kenarlarında bodrum sığınakları bodruma bitişik olarak da yapılabilir.

Bodrum sığınaklarında ilk ve termik radyasyonuna ve bilhassa yangına karşı tedbir alınır. Bölmeler arasında yangın duvar ve geçitleri bulunur. Kapaklar da yangını diğer tarafa geçirmeyecek şekilde olmalıdır.

Bu sığınaklar zehirli gaz ve mikroplu sislerde 15 m mesafede patlayacak 215 kiloluk (500 libre) tahrip bombalarının parça tesirlerine karşı da korurlar. Yangına karşı çok hassas olduklarından üstteki bina yanarak çökmeden önce sığınak, kurtulma yolları ile boşaltılmalıdır. Radyasyon etkilerine karşı, bodrumun iç tarafında bulunmak ve bodrum pencere ve tavanını kum torbaları ile kalınlaştırmak gerekir. Bu şekildeki sığınakların koruma kabiliyeti 1 / 5000'e kadar artabilir.

Bodrum sığınakları; klasik bombaların tam isabetlerine karşı da çok hassastır. 500 librelik bir bombanın 6 - 10 katlı bir evin bütün tavanlarını delerek bodrum sığınağının içine girebileceğini hesaba katmak ve buna göre de imkan oldukça bina dışı sığınak yapmaya çalışmak gerekir. Bu sebeple binaların çok sık ve yüksek olduğu semtlerde C ve D tipi sığınaklar fazla

koruma sağlamazlar [2]. Şekil 2.8, 9 ve 10 'da C ve D tipi görülmektedir.



2.1.5 Yeni yapılmış veya Yeni Yapılacak Sağlam Bina Bodrumlarında İnşa Edilecek C Tipi Sığınaklar (Alman Tipi)

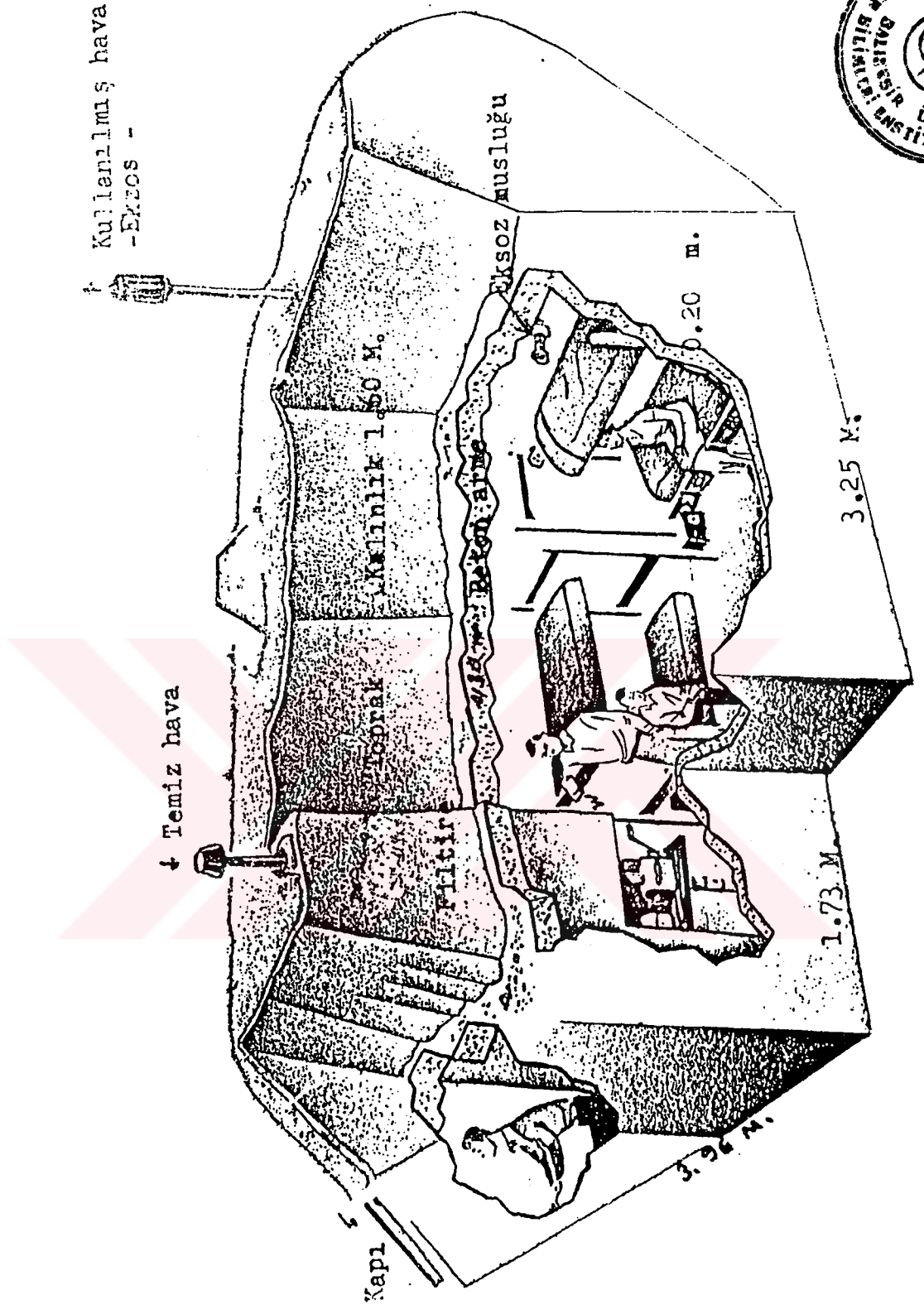
Hava tehlikesi nisbeten az, savunma tedbirleri önceden düşünülmüş seyrek binalı kenar mahallelerde yapılır.

İnşaat izni mahalli sivil savunma planlarına göre belediyeler tarafından verilir.

Hareket tarzı; bodrumun bir kısmı sığınak haline getirilir. Blok evlerde sığınaklar yan yana ve yangın geçitleri ile birbirine bağlanır. Her bodrumun bir penceresi normal tehlike çıkış yolu haline getirilir. Ayrıca iki yanda ve bir ortada kurtulma yolu yapılır. Bunların ikisi bahçeden enkaz sahası dışına açılır. İlave duvarlar 0.30 m betonarme yapılır. Her ev sığınağı 10'ar kişiliktir. Yer ve hacim diğer sığınaklarda olduğu gibi hesaplanır. 5 ev için;

- 5 adet gaz geçirmez kapı,
- 4 adet gaz geçirmez çelik kapak (yangın duvarı geçitleri için),
- 3 adet çelik kapak (kurtulma yolu için),
- 3 adet tehlike çıkış yolu kapağı bulunmalıdır.

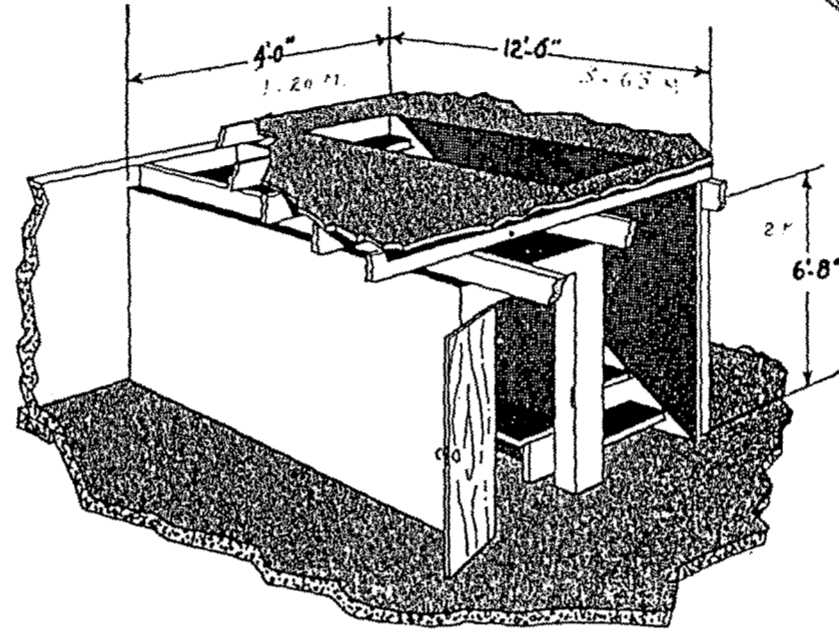
Süzgeçli havalandırma; beşli sığınak için iki adet kaba kum filtreli el havalandırıcısı (elektrikle de çalışabilecek) gerektiğinde bodrum içerisindeki havadan da faydalanma imkanları sağlanır [2]. Şekil 2.11'de yeni bina C tipi bodrum sığınağı görülmektedir.



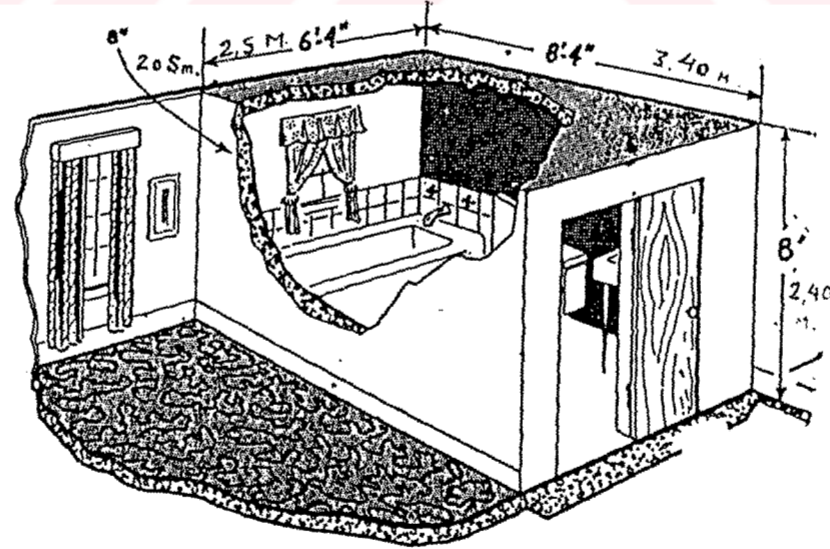
Şekil 2. 8 4-6 kişilik bina dışı takviyeli C tipi sığınak



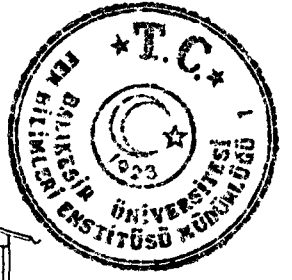
SKETCH OF BASEMENT CONCRETE
ROOM SHELTER



Şekil 2.9 D tipi betonarme bodrum oda sığınağı



Şekil 2.10 D tipi betonarme banyo sığınağı



Bina yüksekliği H

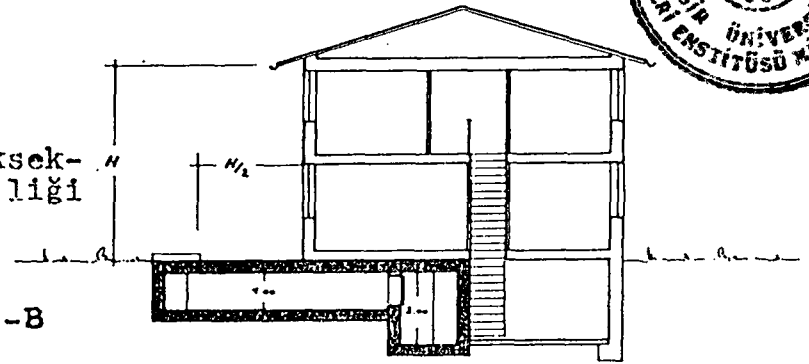


Bild 20.2 Kesit A-B

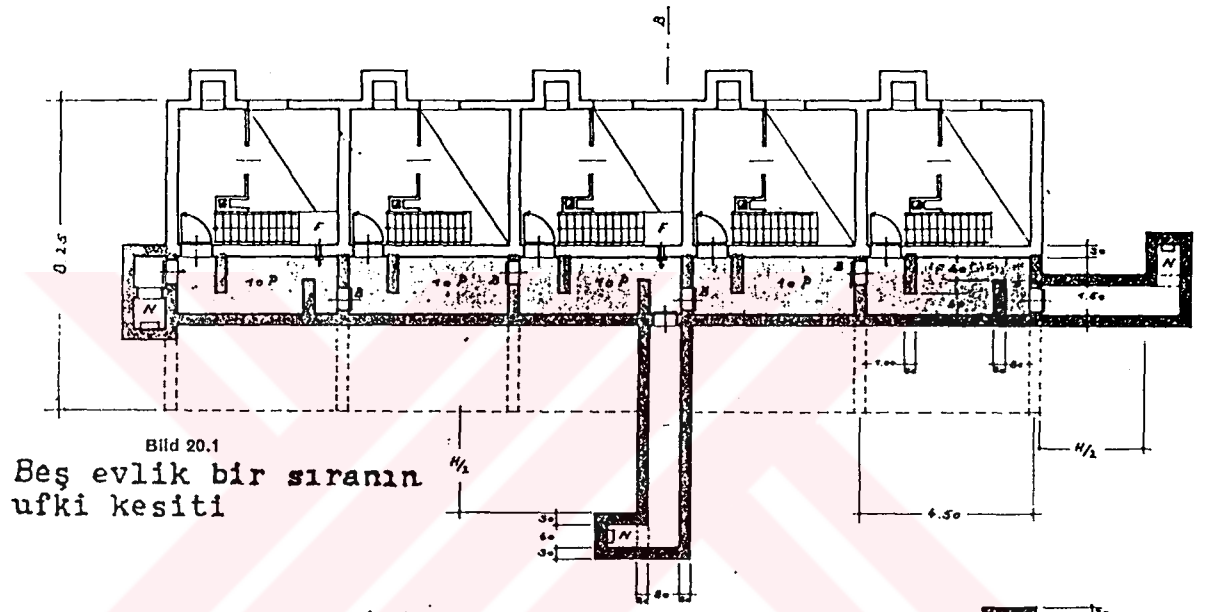


Bild 20.1 Beş evlik bir sıranın ufki kesiti

Bild 20.6 Mevki plânı

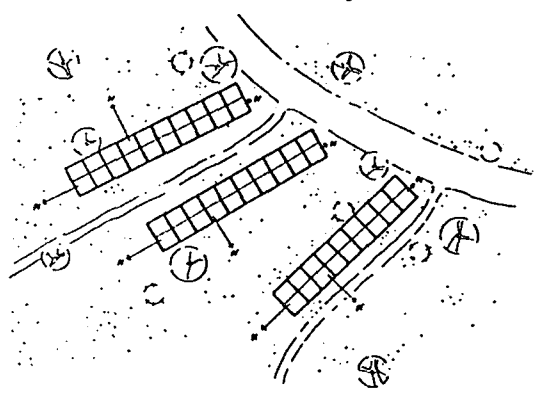
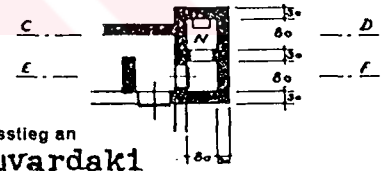
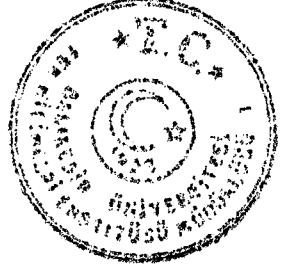


Bild 20.3 Notausstieg an Sol ön duvardaki Şakulî tehlike çıkış yolu



Bilder 20.4 und 20.5 Kesit C-D ve E-F

Şekil 2.11 Yeni bina C tipi bodrum sığınacağı



2.1.5.1 C Tipi Yeraltı Aile Sığınağı

Mukavemet derecesi; Blast sahası içinde ve en az 2 atmosferlik yüksek basınca dayanacak durumdadır. İlk ve artık radyasyonla, ısı radyasyonuna ve kısa süreli yangınlara karşı içindekileri korur. Klasik mermilerin, en az 15 m uzağındaki patlama etkilerine karşı da emniyetlidir.

0.15 - 2.0 atmosferlik yüksek basınç sahasında dış sığınak olarak inşa edilir. Bu sayede binaların yanarak yıkılacak enkaz tehlikesinden nispeten uzak kalmış olur. 6 kişilik tasarlanır. Gerek duyulduğunda daha da büyütülebilir.

Çelikli betondan yapılmıştır. Ancak takviyeli taş veya tuğla, çelik ve diğer uygun inşaat malzemeleri ile de yapılabilir.

Ebatları; eni 2.15 m alınırsa boy 2.85 m alınır. Yükseklik 2.00 m'dir.

Kapısı 60 cm eninde, gaz ve ısı geçirmez çelik levhadan imal edilir. İtme ve emme basıncına karşı kol demiri ile emniyete alınmıştır.

Kişi başı 1.50 m³ hacim ayrılmıştır.

Havalandırma; el ve elektrikle çalışan bir cihaz ve filtre tertibatına gerek duyulur. Sıcak havalarda kişi başına 5 m³ soğukta 3m³ temiz havayı 1 dakika içinde çekebilmektedir. Sığınak içine biraz yüksek basınç vererek dışarıdan zararlı maddelerin içeri girmesi önlenir. Kirlenmiş hava egzost yardımı ile dışarı atılır.

C tipi yeraltı dış aile blast sığınağının kapısı arka taraftadır ve tektir. Bazı harici ve bilhassa bina içi sığınaklarda iki kapı bulunabilir. Kapı ile



sığınak arasında iki dik köşeli bir koridor bulunur. Bu suretle sığınak için şok dalgası ile radyasyon ve termik ışınların doğrudan tesirine karşı karşıya bırakılmaz [2, 5].

2.1.5.2. C Tipi Yer Üstü Kubbe Sığınak

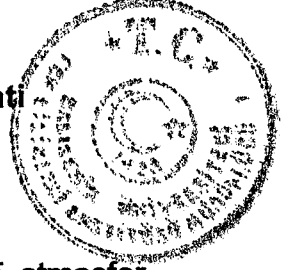
1.3 atmosfer veya 20 psi'lik yüksek basınca karşı dayanabilecek, 17 m çapında ve 15 cm kalınlığında demirli betondan yapılmış, yarım küre şeklinde bir sığınaktır. Kapısı arka tarafta ve dehlizkarıdır. Bu sığınak patlama noktasından oldukça uzak mesafelerde ve muhtemelen B ve C sahalarında koruma sağlar. Sığınak 2 atmosferden biraz fazla (35 psi) basınca mukavemet gösterememektedir. Radyasyon etkisini azaltmak için 1-1.5 m toprakla örtülmelidir. Sığınak içeriden çelik kirişlerle takviye edilmelidir.

2.1.6. D Tipi Sığınaklar

0.33 atmosfer veya 4.5 psi basınca mukavemet edecek basit bodrum sığınaklarıdır. İyi bir şekilde inşa edilmiş takviyeli savunma çukurları da D tipi sığınak olarak kullanılabilir.

D tipi sığınak yapmak ekonomik olmasına rağmen pek pratik değildir. Bu sebeple bu sahada da C tipi sığınak yapmak uygundur (yer sıfırı ve çap değişmesi ihtimali dolayısıyla) [2].

2.2 Blast Sahası Dışında Yapılacak Sığınaklar (Serpinti Sığınakları)



Blast sahası dışında, herhangi bir nükleer patlamanın 0.15 atmosfer veya 2 psi'lik basınç sahası dışındadır ki; buraya banliyölerle köy bölgeleri dahildir. Civar kasabalardan ise hassasiyet derecesine göre sığınak yapılır.

Büyük meskun mahaller haricinde yapılacak serpinti sığınaklarında birinci derecede serpinti radyasyonuna, ikinci derecede de kimyevi ve biyolojik savaş maddelerine ve klasik bombaların parça tesirlerine karşı koruma sağlanmalıdır.

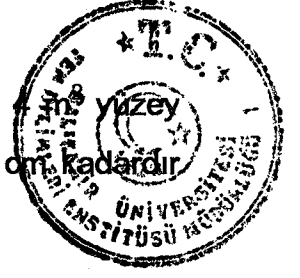
İki tip serpinti sığınağı vardır. Birincisi daimi serpinti sığınağı, ikincisi geçici serpinti sığınağı. Daimi sığınaklar barış zamanında aciliyeti olmayan bir plan ve programa göre yapılan sığınaklardır. Geçici sığınaklar ise önem arz eden acele durumlarda yapılanlardır.

2.2.1 Aileler İçin Daimi Serpinti Sığınakları

Amaç: Nükleer patlamanın basınç sahası dışındaki serpintiye karşı korunmayı sağlamaktır.

Sığınakta kalma süresi iki hafta olup bu süre daha az veya daha çok da olabilir.

Radyasyon tehlikesi daha çok gama radyasyonundan gelir. Gama ışınları ışık hızında yayılan, hücreleri iyonize eden ölümcül bir tehlikedir. Yüksek frekanslı elektromanyetik dalgalar halinde yayılır. Bunlar röntgen ışınlarına benzer.



Sığınak büyüklükleri; içinde bulunacak kişi başına en az 1 m² yüzey ile 25 m³ hacim, tavan yüksekliği en az 2 m, kapı genişliği 60 cm kadardır (Blast sığınakları gibi) .

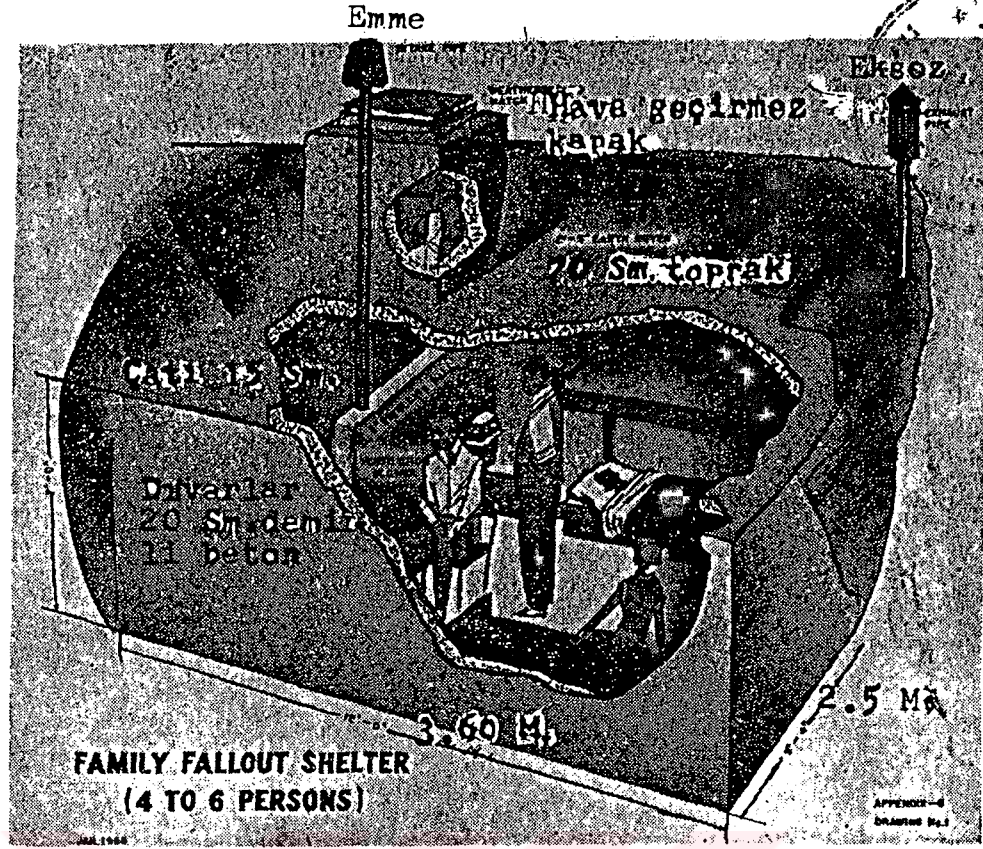
Kalınlıklar; gama radyasyonunun etkisini zararsız derecede azaltacak kalınlıklardır. Genel bir kural olarak gama radyasyonuna karşı korunma için sığınak üzerinde en az 90 cm toprak veya karşılığı malzeme kullanılmalıdır. Beton veya toprağın beraber kullanılması daha pratiktir.

Diğer maddelerin aynı seviyede bir korunmayı sağlayabilmesi için yaklaşık kalınlıkları; betonda 60 cm, demir ve çelikte 20 cm, kurşunda 8 cm'dir.

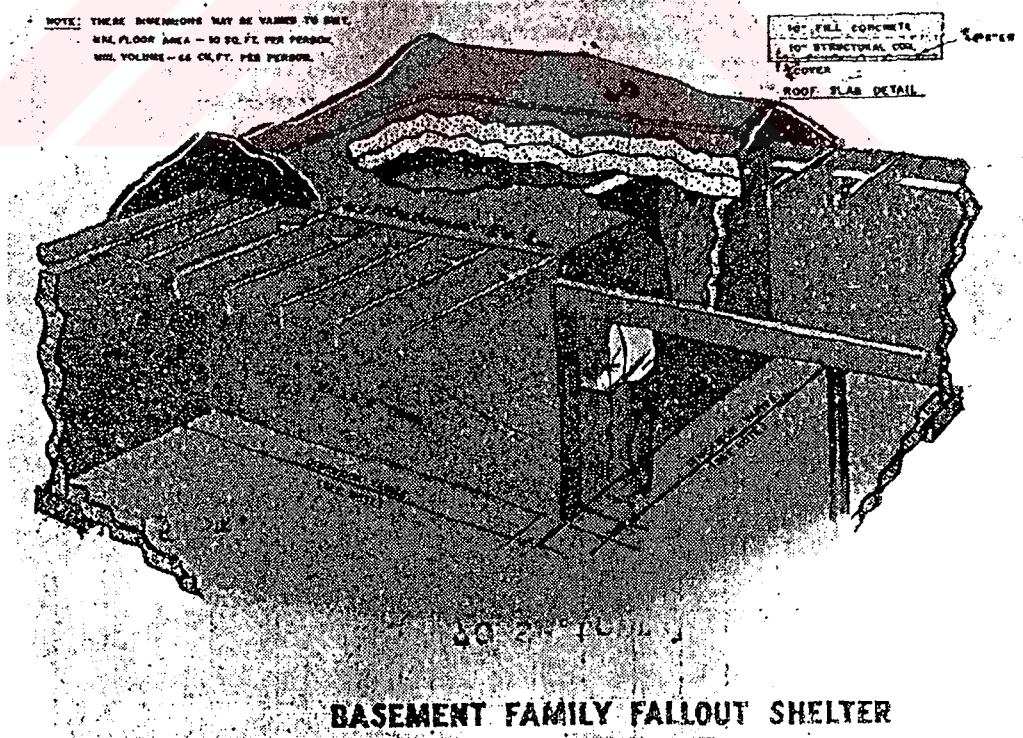
Giriş kısmı zararlı miktarda radyasyonun köşelerde dağılması sebebiyle dikkatle tanzim edilmeli ve girişe uygun olduğu takdirde en az iki dik açılı dönüş verilmelidir.

Havalandırma; bodrum sığınağında, bodrum içindeki havadan yararlanmak mümkündür. Bu durumda bodrumda pencere, kapı varsa tamamen hava geçirmeyecek şekilde tecrit edilir. Ancak yeraltı sığınaklarında el ve elektrikle çalışan havalandırma cihazları kullanılmalıdır. Bunlarda yazın dakikada şahıs başına en az 5, kışın 3 lt hava çekmelidirler. Sığınakta biraz yüksek basınçta hava bulundurulması dışarıdan radyoaktif tozların girmesine mani olur.

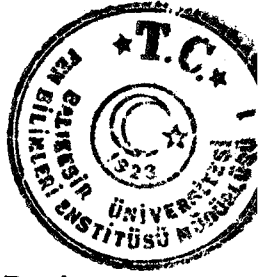
Sığınak tipleri; yeraltı dış sığınağı, bodrum sığınağı ve yerüstü sığınağıdır. Şekil 2.12 ve 13 'te daimi yeraltı dış ve daimi bodrum serpinti sığınakları görülmektedir.



Şekil 2.12 4 - 6 kişilik daimi yeraltı dış aile serpinti sığınağı



Şekil 2.13 4-6 Kişilik Bina içi daimi bodrum serpinti sığınağı



2.2.2 Daimi Grup Serpinti Sığınakları

Birçok kişinin faydalanacağı serpinti tipi sığınaklardır. Bunlar aşağıdaki yerlerde yapılır;

Mevcut binalar (okul, hastahane, oyun salonu, depo v.s.) halihazır şekil veya uygun tadilatla serpinti tipi sığınağı haline getirilirler.

Okullarda : Bodrumda, koridorlarda veya buraları uygun olmadığı takdirde, haricen yeraltında yapılır. Bodrumda sağlam ve penceresiz bir büyük oda, laboratuvar, kantin v.s.'nin çatı kısmına hafif bir ilave yapmak suretiyle, serpinti sığınağı haline getirilebilir. Bodrumu olmayan okullarda dış sığınak yapılır. Koridor duvarları kalın ve pencereleri az olan yerler de sığınak haline getirilebilir. Dersane ve dış kapılardan doğrudan radyasyon girmesini engel olunur.

Islah Edilmek Suretiyle Meydana Getirilen Tesisler : Tahliye edilenler tarafından kullanılacak büyük grup sığınaklarıdır. Bunlar olası nükleer patlama noktasından en az 25 km uzaktaki yerlerde ve çeşitli istikametlerde tesis edilir. Mevcut büyük bina ve tesislerde ufak bir tadilat yapmak suretiyle kullanılır. Bu gibi yerler, satın alma, uzun vadeli kira veya bağış suretiyle temin edilir. Barışta, çeşitli ticari amaçlarla kullanılırlar. Şekilleri uzun dikdörtgen ve demirli beton takviyelidir. Duvarlar ve çatı 1 m'ye kadar kalınlıktaki kum torbalarının ağırlığını çekebilecek dayanıklılıkta olmalı aksi halde takviye edilmelidir. Takviye için putrel kullanılır. Bina dışarıdan mümkünse yarıya kadar toprakla kapanmalı ve kaymaması için üzerine çim ekilmelidir.

Bu şekilde kullanılan sığınaklar; barışta, afet ve felaketlerde de ihtiyaca göre kullanılabilir.

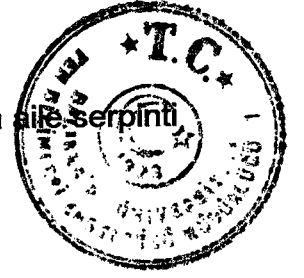


Park Garajları : Büyük şehirler dışında veya hassasiyeti az küçük şehirlerdeki park garajları da serpinti sığınağı olarak kullanılabilir. Ancak bunların yeraltında bulunması halinde daha çok emniyet sağlar. Yerüstü garajlarda, yerüstü sığınak tipi yapılabilir.

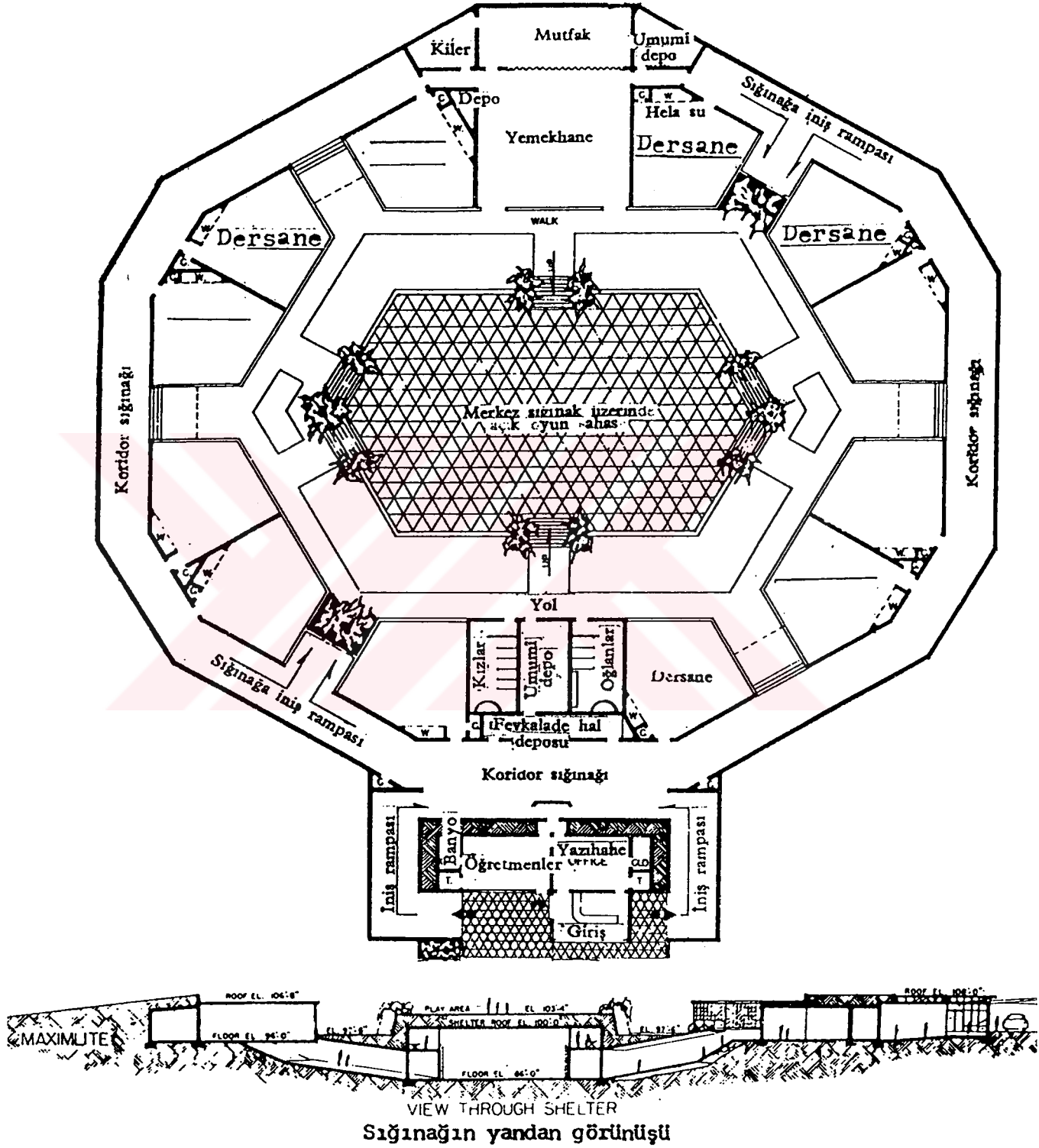
Tünel ve Yeraltı Yolları : Tünel, metro, yeraltı yolları, yerüstü yollardaki dolgu kısımlarının altı, radyoaktif serpintiye karşı birer daimi sığınak haline getirilebilir. Mevcut tesislerde ise daha fazla tedbir alınması gerekir. Yeraltı metro sığınağına örnek verecek olursak metronun bir kısmı serpintiye karşı koruyucu sığınak haline getirilebilir. Bütün metrodan faydalanmak için havalandırma, süzme, ışık ve tuvalet tertibatının, kapı ve bacaların serpintiye karşı emniyetli hale getirilmesi gerekir. Ana hattı işgal etmemek için sağ ve sol tarafta sığınak yapılması daha uygundur. İngiltere, İsveç ve diğer ülkelerde bu şekilde metrolardan faydalanılmaktadır. Metro tavanı 15 m kaya ve daha fazla toprak olduğu takdirde şehir içinde klasik bombalarla atomik bombaların havadaki patlamalarına karşı 30, 50 ve 100 psi'ye kadar bir koruma sağlayabilir. İyi tetkik edilmeden ve hazırlık yapılmadan rastgele her metrodan sığınak olarak faydalanılamaz. Aksi durumlarda büyük tehlikeler meydana gelebilir [5]. Şekil 2.14 ve 15 'te daimi grup serpinti sığınakları görülmektedir.

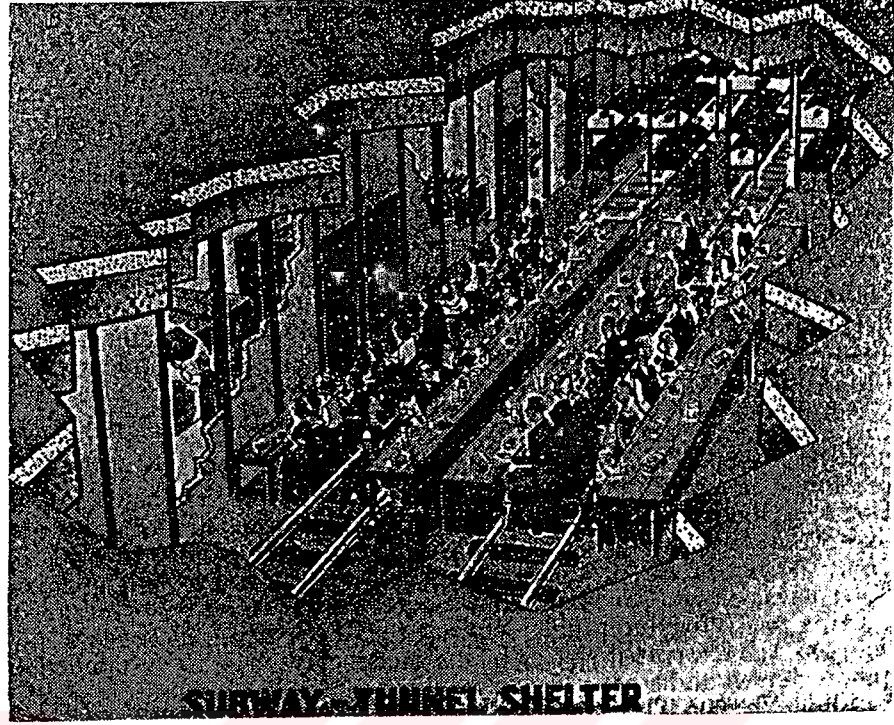
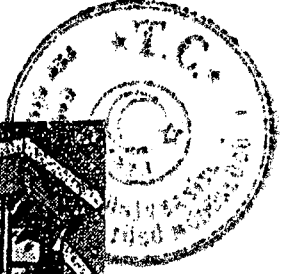
2.2.3 Aileler İçin Geçici Serpinti Sığınakları

Acele olarak meydana getirilecek sığınaklar olup uluslararası durumun çok gerginleştiği taarruza başlanacak devrede, daha elverişli tesisler bulunmadığı durumda (savaş başladıktan sonra dahi) son çare olarak başvurmak için inşa edilirler. Ancak süre kısa olacağından, barışta bir daimi sığınak yaptırmayanlar böyle bir durumda acilende olsa geçici bir sığınak yapmaya pek vakit bulamayacaklardır. Bu sebeple yaşamak için barışta

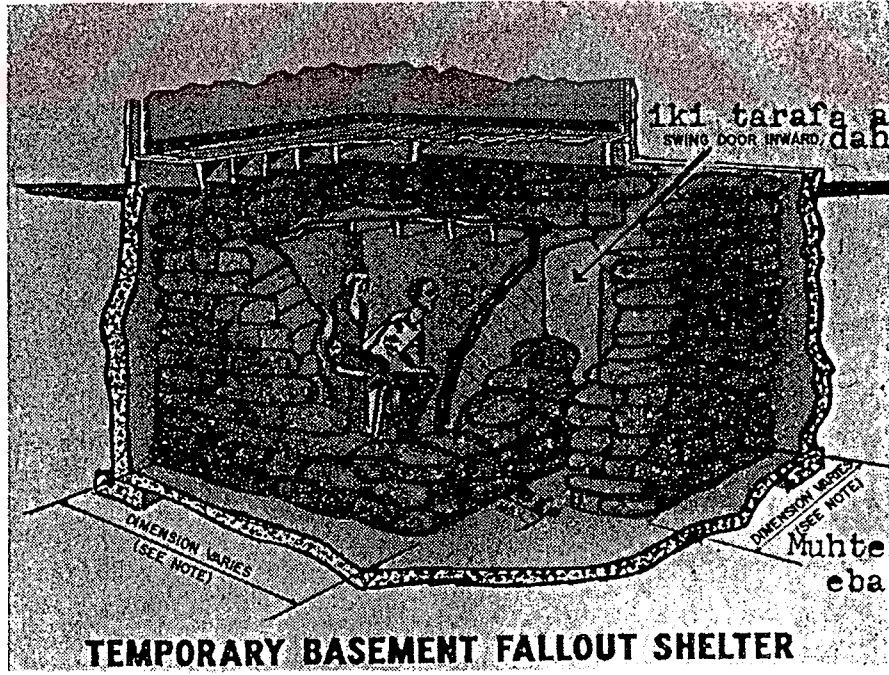


sığınak yapmaya gayret edilmelidir. Şekil 2.16 'da geçici bodrum sığınak serpinti sığınağı görülmektedir.

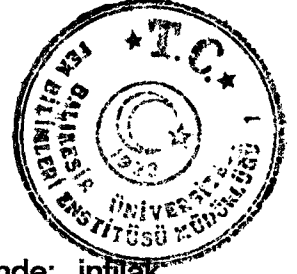




Şekil 2.15 Metro daimi grup serpinti sığınağı



Şekil 2.16 Geçici bodrum aile serpinti sığınağı



2.3 Nerelerde, Ne Cins Sığınaklar Yapılacağı

Sığınaklar nükleer hedef bölgelerinin blast sahaları içinde; infilak basıncı, termal radyasyon ilk ve artık radyasyona karşı " Blast Tipi ", basınç sahası dışında ise, radyoaktif serpintiye ve klasik silahlara karşı koruyucu şekilde ve genellikle "serpinti tipi" yapılıır.

Blast sahasında yapılacak sığınaklar mümkün olduğu kadar krater sahasına rastlamayacak şekilde değişik şekil ve tipte olur.

İçinde barınacak kişilerin yani kullananın durumuna göre özel ve genel sığınak tipleri yapılıır. Özel sığınaklar ; resmi ve özel her çeşit daire, fabrika ve işletmenin kendi personeli için yaptııracağı sığınaklardır. Ev sığınakları da bu sınıfa dahildir.

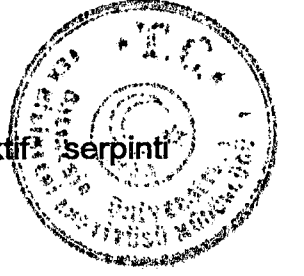
Umumi sığınaklar; dışarıda bulunanlar için hükümetin de yardımıyla yerel yönetim tarafından yaptıırılan sığınaklardır. Bunlar; şehir trafiğinin yoğun olduğu bölgeler ile halkın toplu bulunduğu yerlerde inşa edilir. Mesala; büyük meydanlar, park ve bahçeler, çarşı ve pazarlar, stadyum, hipodrom, sinema, tiyatro, otel, gazino, liman, istasyon ve hükümet daireleri civarı veya binaların altı genel sığınakların yaptıırılması için uygun yerlerdir. Bu sığınaklar boşaltıldıktan sonra şehirde kalacak % 50 nüfusun 1/3 'ü için yapılıır.

Blast sahasında yapılacak sığınak tipleri şunlardır.

Dehlizkarı sığınaklar,

Bunkerler

A, B, C ve D tipi sığınaklar



Blast sahası dışında yapılacak sığınaklar; radyoaktif serpinti sığınaklarıdır.

Amerika Birleşik Devletleri ve Almanya C ve D tipi sığınakları birleştirerek D tipi sığınak yerine de C tipi sığınak yapmışlardır.

Muhtemel hedef bölgesinin iç kısımlarında daha kuvvetli (kalın), kenar kısımlarında az kuvvetli (ince), betonarme ve üzeri 1.2 m kalınlığında toprakla örtülü sığınaklar yapılır.

Bunkerlerle A tipi sığınaklar; nükleer patlamanın A (tam tahrip) sahasında,

B tipi sığınaklar; A ve bazen B sahasında,

C tipi sığınaklar; B ve C sahaslarında,

Serpinti sığınakları; Krater bölgesi hariç arazinin imkan verdiği her sahada yapılır.

A, B, C ve serpinti tipi sığınaklar; binalar altında, bitişik veya haricinde yapılırlar. Blast sahası içinde yangın ve enkaz tehlikesi dolayısı ile sığınakları bina dışında yapılması daha uygun olur. Ancak bina dışında sığınak yapma imkanı olamayan, binaların sık olarak inşa edildiği yerlerde mecburen bina altında da sığınak yapılabilir. Ancak bunların kurtulma yollarının binalardan yeterli dercede uzakta bir açık sahaya bağlantı kurulması gerekir.

Bina altı sığınaklar iki türlü yapılabilir.

Biri; mevcut binaların bodrumlarında, diğeri yeni yapılan binaların bodrumlarında.

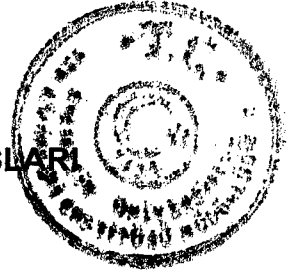


İkinci şık; daha ucuz ve sığınak şartlarına daha uygun bir durumda ise; bodrumların hemen altından geçen kanalizasyon, su ve gaz hatları, elektrik ve iletişim hatları (PTT, kablo) ve bodrum yüksekliği, iyi bir sığınak yapmaya çoğu kez imkan vermez ve daha da pahalıya mal olur.

Bina altı sığınaklar, sağlam binaların altında daha çok emniyet sağlar. Ahşap binaların altında ve bitişiğinde sığınak yapılmaz.



3. NÜKLEER TEHLİKE DURUMUNDA KORUNMA ESASLARI



3.1 Nükleer Silahlara Giriş

Nükleer silah denilince atom çekirdeği akla gelir. Çünkü bir atomun parçalanması ya da iki atomun birleşmesi halinde açığa çıkan enerjiden yararlanılarak nükleer silahlar yapılmış ve geliştirilmiştir. Bir bombada milyonlarca hatta milyarlarca atom bir anda parçalandığı ya da birleştiği için açığa çıkan enerji astronomik düzeydedir.

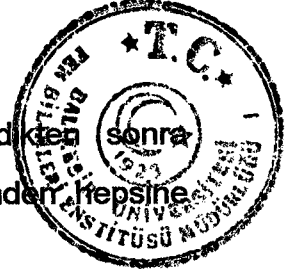
Nükleer silahlar, atom ve hidrojen silahlarıdır. Yapılma esaslarına göre;

Atom Silahları (Nükleer Silahlar) : Fisyon olayından yararlanılarak yapılmıştır. Bu olay, Bazı ağır metal (uranyum, plutoyum gibi) atomlarının nötron bombardımanı sayesinde eşit olmayan iki parçaya ayrılmasıdır. Bu esasa göre yapılan silahlar için enerji birimi kiloton (kT)'dur

1 kiloton (kT) = 1 000 ton T.N.T 'nin yıkma gücüne eşdeğer bir basıncın ifadesidir.

Hidrojen Silahları (Termonükleer Silahlar) : Füsyon olayından faydalanılarak yapılmıştır. Bu olay bazı ağır hidrojen (döteryum, trityum gibi) atomlarının çok şiddetli ısı karşısında birleşmeleridir (Bu ısıyı ancak bir atom infilakı verebilmektedir). Bu esasa göre yapılan silahlar için enerji birimi megaton (MT)'dur.

1 megaton (MT) = 1000 000 ton T.N.T'nin yıkma gücüne denk bir basınçtır.



Gerek atom, gerekse hidrojen silahları infilak ettirildikten sonra yaptıkları etki bakımından aralarında hiçbir fark görülmediğinden, hepsine birden “ Nükleer Silah “ denilmektedir.

3.2 Nükleer Silahların Etkileri

Bir nükleer patlamadan önce, silahın gücüne göre yarıçapı değişen bir ateş topu oluşur. İnceleyeceğimiz bütün etkiler bu ateş topundan yayılmaktadır.

Nükleer patlamanın etkilerini % olarak incelersek

% 45 'i basınç (Blast),

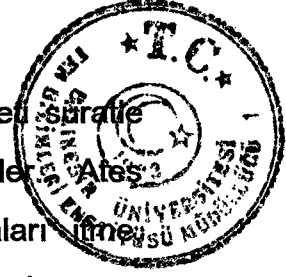
% 35 'i ısı (Işık ile birlikte gelmektedir),

% 15 'i kalıntı radyasyon,

% 5 'i ani nükleer radyasyon olarak karşımıza çıkar [3].

3.2.1 Basınç (Blast)

Ateş topundan yayılan yoğun ısının genişleyerek havayı itmesi ile meydana gelen basınç etkisi, patlama yerindeki boşluğa dışarıdan soğuk havanın hücum etmesi ile iki yönlü olarak görülür. İlk anda oluşan çok kuvvetli basınç dalgası havayı iterek ısıtır ve normal hava basıncını artırır. Arkadan gelen dalgalar önceki dalganın yardımı ile daha kolay ve daha süratle ilerleyerek önceki dalgaya yetişir ve birleşirler. Bu nedenle birbirine eklenen dalgaların ön yüzeyi gittikçe dikleşir ve sonuçta süratle ilerleyen bir hava duvar şeklini alır. Bu olaya “ Şok Cephesi “ ve bu dalgaya da “ Yüksek Basınç Dalgası “ denir. Bu basınç patlama noktası yakınında atmosfer basıncının 50 misli yani inç kareye 715 libere ise de patlama noktasından



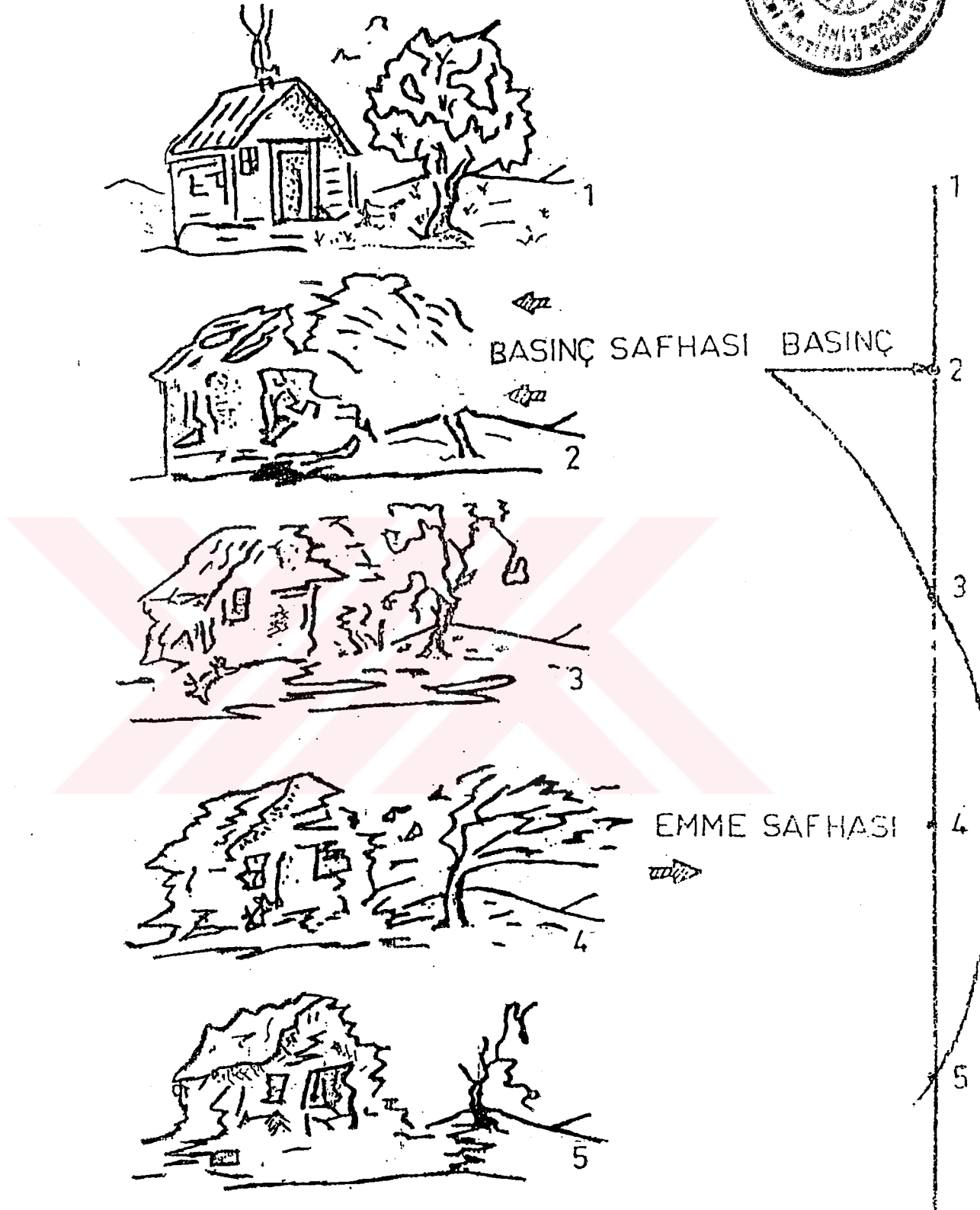
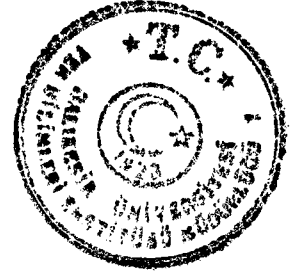
uzaklaştıkça rastlayacağı doğal ve suni engeller dolayısıyla şiddetli bir şekilde azalır. Basınç dalgası ateş topu soğuyuncaya kadar devam eder. Ateş topunun oluşumu sırasında da meydana gelen basınç dalgaları emme safhası esnasında dışarıdan infilak merkezine doğru soğuk havanın hücum etmesi de emme safhasını meydana getirir. İtme safhasında yıkılmayan binalar emme safhasına dayanabilir. Şekil 3.1'de bir yıkma dalgasının basınç ve emme safhası ve tesirleri görülmektedir.

Basınç tesirinin kısaca özellikleri;

- a. Devamlıdır;
- b. Yavaş seyrederek;
- c. Dolaylı yoldan yangınlar çıkarır;
- d. Bina ve köprüleri yıkar.

Bu özellikleri biraz açarsak korunma bakımından bazı faydalı sonuçlar elde edebiliriz. Silahların gücüne göre devamlılık süresi değişen etki, diğer etkiler gibi ışık hızında değil, ses hızında etrafa yayılmaktadır (340 m / s). Bu yavaş ilerleyiş zaman kazanmayı sağlar. Çok büyük bir yıkma ve parçalama gücünün varlığı mevcuttur. Bina ve köprüleri rahatça yıkabildiği gibi o kadar ki 20 kT'lik bombanın killi toptak üzerinde patlaması halinde 90 m yarı çapında ve 12 m derinliğinde bir kuyu (krater) açabildiği söylenirse basınç kuvvetinin büyüklüğü kolayca anlaşılacaktır. Hele bu silah 10 MT 'lik ise kraterin derinliği 51 m, yarıçapı 660 m olacaktır. Böyle bir basıncın harap edeceği binalarda birçok elektrik kontağı, havagazı patlaması ve mevcut ateşin dağılması sonucunda sayısız yangın başlayacaktır. Bu yangınlar dolaylı yangınlardır.

Basınç tesiri sebebiyle hangi mesafeler içinde ne gibi olaylarla karşılaşılacağı da incelenmelidir. Bir nükleer patlamanın basınç etkisi, silahın gücüne göre yarıçapları değişen 4 bölge halinde incelenir.



Şekil 3.1 Bir yıkma dalgasının basıç ve emme safhası ile buna ait tesirler



A (Tam Tahrip Bölgesi)

Yersıfır noktasından itibaren belli yarıçapta teorik bir dairenin içidir. Burada hedef yok olmuştur. Evler tamamen yıkılmış, cadde ve sokaklar belirsiz hale gelmiştir.

B(Ağır Hasar Bölgesi)

Tam tahrip bölgesi dışında ve yarıçapı yer sıfır esas tutularak ölçülen bir bölgedir. Evlerin tamir edilemeyecek kadar hasar gördüğü, cadde ve sokakların enkaz ile kapalı olduğu durumdur. Bu enkazı temizlemek için mutlaka mekanik araç gücü kullanmak gereklidir.

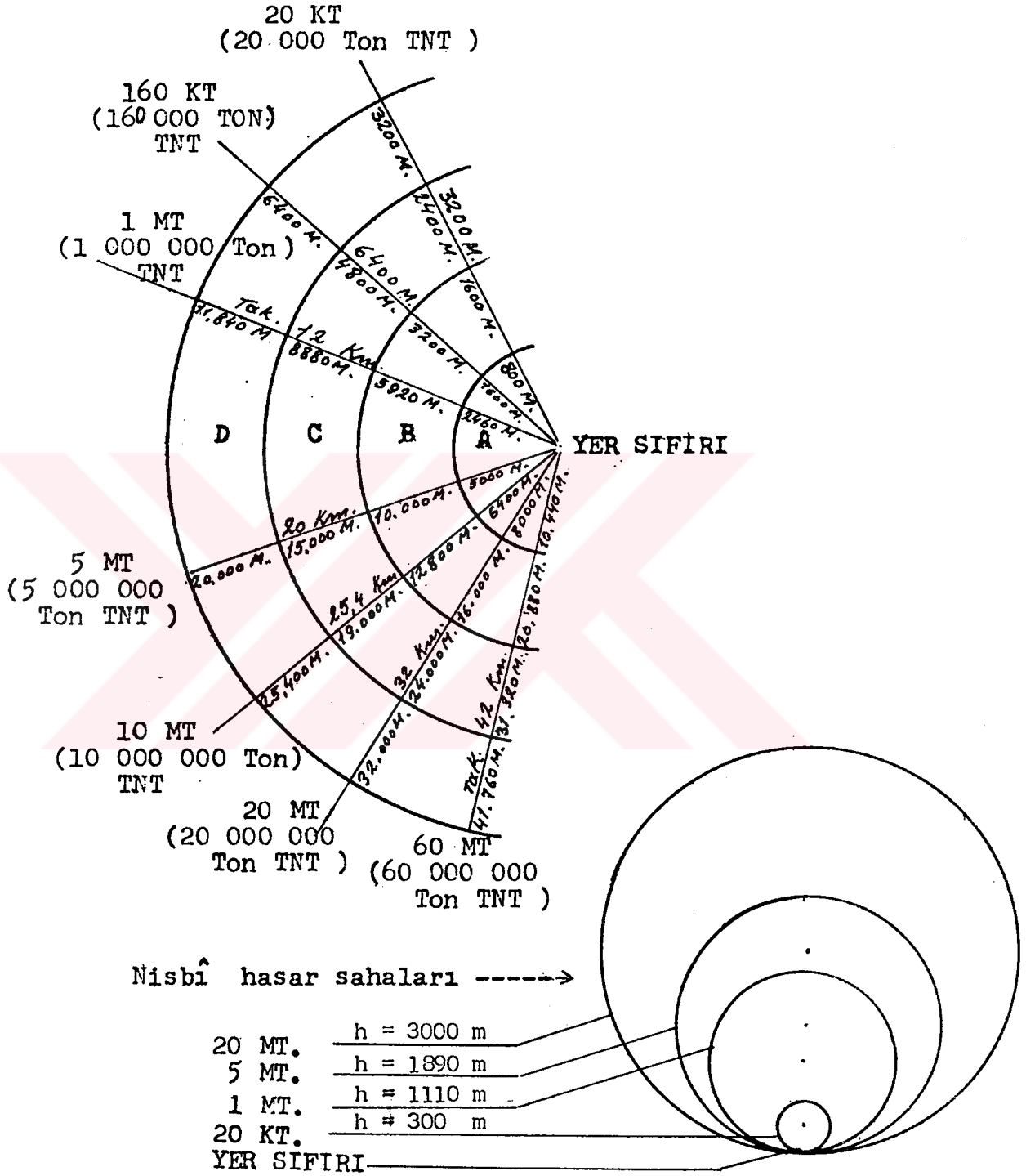
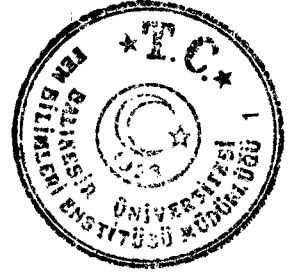
C (Orta Hasar Bölgesi)

Ağır hasar sahası dışındaki bölgedir. Evler kenardan ortaya doğru zarara uğramıştır. Bu hasar binaların onarılmadan oturulamayacak duruma geldiği şeklinde de anlatılabilir. Sokakların yıkıntılardan kapanmış olduğu kabul edilir.

D (Hafif Hasar Bölgesi)

Orta hasar sahası dışındaki bölgedir. Evler hafif hasara uğramıştır. Yani; binalarda bacalar yıkılmış, kiremitler uçmuş, taşıyıcı olmayan duvarlar göçmüş,camlar kırılmıştır. Cadde ve sokaklar açık olmakla beraber cam, kiremit ve tuğla parçaları ile doludur.

Yerde patlatılan 7 (yedi) ayrı güçteki nükleer silahın hasar bölgesi yarıçapları Şekil 3.2'de gösterilmiştir.



Şekil 3.2 Nükleer silahların tesir mesafeleri, infilak yükseklikleri, hasar sahaları ve yapılacak sığınak cinsleri



Basınç tesirinden korunmak için koruyucu tipte bir sığınaca sahip olmak en iyi çaredir. Koruyucu tipteki sığınaklar bunkerler ve dehlizkarı sığınaklardır. Bunlar ekonomik olarak pahalıya malolmaktadır. Esasen tam tahrip bölgesinde bu sığınakların uzun süre dışarıdan gelecek yardımı, kalıntı radyasyon yüksekliği sebebiyle bekleyemeyecekleri bilinen gerçekler arasındadır. İşte bu yüzden yerleşim yerlerindeki kagir ve betonarme bina bodrumlarının A (tam tahrip) sahasında olmamak ve tehlike çıkış yolu bulunmak şartıyla iyi bir korunma sağlayacağı bilinmelidir.

Ayrıca şehirlerdeki, tünel, metro ve pasajlar da korunma maksadı ile kullanılacak yerler arasındadır.

3.2.2 Termal Etki (Isı)

“ Nükleer şimşek “ adı da verilen bu ışık güneşten birkaç defa daha parlaktır. Nükleer şimşekten korunmak için saydam olmayan her çeşit engelden yararlanır. Nükleer ısı radyasyonları, nükleer şimşegin beraberinde gelmektedir.

Isı radyasyonlarının özellikler;

Devamlıdır,

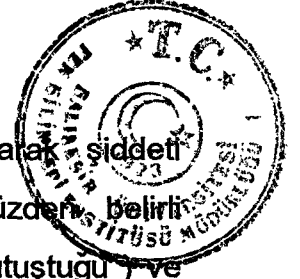
Çok süratlidir,

Çevrede ısının ani olarak yükselmesiyle geniş çapta yangınlar olur,

Mesafe ile azalır,

Nüfuz hassası yoktur.

Buna göre ısı radyasyonları incelenirse görülür ki ışık hızındadırlar ve silahın gücü ile değişen bir devamlılıkları vardır. Ancak patlama yerinden uzaklaştıkça şiddeti azalmakta ve saydam olmayan bir engel tarafından



engelin tutuşma ve yanma kabiliyeti ile ters orantılı olarak şiddeti azaltılabilmekte ya da durdurulabilmektedir. Yine bu yüzden belirli çevrelerde çok şiddetli (yanma kabiliyetinde olan herşeyin tutuştuğu) ve çabuk tutuşan maddelerin çıkardığı yangınlar görülmektedir.

Bu özellikler 20 kT 'lik nükleer bir bomba etkisine göre; Yersıfır'dan itibaren 600m yarıçapında bir bölgenin yangın yönünden "Nötr Bölge", 1600m yarıçapındaki bir bölgenin yanabilen herşeyin tutuştuğu "Ana Yangın Bölgesi", 2400m yarıçapında bir bölge ise çabuk tutuşan maddelerin yandığı alan yangın yönünden "Münferit Yangın Bölgesi"dir.

Isı radyasyonlarından korunmak için bu radyasyonların nüfuz hassası olmaması özelliğinden faydalanılır. Her engel madde derece derece koruma olanağı vermektedir.

Diğer etkilerden korunma amacı ile alınan tedbirler ısı etkisinden de %100 korur [3].

3.2.3 Ani Nükleer Radyasyon

Öldürme şiddetinde olan bir etki de ani nükleer radyasyondur. Bu etkiden söz edilince hemen akla gelen en önemli tehlikeler alfa, beta partikülleri ile nötronlar ve gama ışınlarıdır.

a. **Alfa Zerreleri:** 2 nötron, 2 protonu olan pozitif elektrik yüklü partiküllerdir. Menzilleri bir kaç santimetre içinde olup, nüfuz hassaları yoktur.

b. **Beta Zerreleri:** Negatif elektrik yüklü ve çok küçük kütlesi olan bir iyondur. Menzili 4-5 m kadar olup nüfuz kabiliyeti bulunmamaktadır.



c. **Nötronlar:** Elektrik yüklü olmayan fakat atom çekirdeklerinden radyoaktif olmaya müsait cisimlerin atomlarını parçalayıp onları suni olarak radyoaktif hale getiren zerrelerdir. Büyük tehlike yaratacak kabiliyettedirler. Menzilleri 10m den fazladır.

d. **Gama Işınları:** Yüksek frekanslı elektromanyetik dalgalar halinde yayılır. Bu etkinin hem uzun menzilli ve kütesiz oluşu hem de engel tanımayan bir nüfuz kabiliyetinin olması tehlikeyi çoğaltmaktadır. Bu sebeple ani nükleer radyasyon denince hemen gama ışınları akla gelir.

3.2.3.1 Gama Işınlının Özellikleri

1. Devamlıdır,
2. Çok süratlidir,
3. Hissedilmez,
4. Büyük bir nüfuz hassası vardır,
5. Kısa bir süre için tesirlidir,
6. Öldürücüdür,
7. Cansızlara etkisi yoktur.

Şu halde gama ışınları bir dakika ya da daha fazla devamlılığı olan, ışık hızında yayılan, duyu organları ile anlaşılması mümkün olmayan ve hücreleri iyonize ederek insanı öldürebilen bir tehlikedir. Daha önemlisi ise bu ışınları hiçbir engelin tamamen durdurma imkanı yok denilebilir. Kısa bir süre içinde etkilidir. Cansızlara etkisi olmadığından herhangi bir yan etki söz konusu değildir. Örneğin; Gama ışını etkisinde kalmış gerek su, gerekse gıda maddelerinin yenilmesinden bir zarar gelmeyeceği gibi maden, taş ve toprak gibi maddelerde ayrıca bir tehlike oluşturmaz.



Korunma yönünden en çok üzerinde durulması gereken gama ışınlarının nüfuz kabiliyetidir. Gama ışınlarını hiçbir engelleme yüzle yitirmemesi için hangi engel ne kadar durdurabilir?

Bu sorunun cevaplandırılmasıyla korunmanın esasları da verilmiş olacaktır. Engeller, yoğunluklarına göre gama ışınlarını durdurma yeteneğine sahiptir. Yoğunluğu en çok olan madde, en fazla yarı kalınlık veren maddedir. Bilindiği kadarıyla maddelerin yoğunluklarına göre hangi kalınlıklarının yarı kalınlık sayılabileceğini şöyle sıralayabiliriz [2].

Çizelge 3.1 Çeşitli maddelerin gama ışını yarı kalınlıkları

Yarıkalınlık veren madde	Yarıkalınlık (cm)
Sıkıştırılmış toprak	15
Kurşun	1.25
Çelik	3.75
Beton	12.50
Briket	15
Tuğla	15
Taş	15
Gevşek toprak	15
Ağaçlar	20-25
Su	33

Problem: Eğer 45 cm kalınlığında bir taş duvar arkasında bulunuyorsak, bize doğru gelmekte olan 30 000 r/s şiddetindeki gama ışınından bir dakikada göreceğimiz zarar nedir?

Çözüm: Taşın 15 cm kalınlığı bir yarıkalınlık sayıldığına göre $45/15=3$ yani 30000 r/s şiddet üç defa yarıya bölünecektir.



$30\ 000/2=15\ 000$, $15\ 000/2=7\ 500$, $7\ 500/2=3750$ r/s. Bu şiddete bir dakika maruz kaldığımızı göre vücudumuzun uğrayacağı zarar ya da vücutta biriken miktar;

$$3750/60=62.5 \text{ röntgendir.}$$

NOT: 75 röntgen herkes için zararsız alınabilecek miktar veya "Savaş Dozu" olduğuna göre 62.5 röntgen önemli değildir.

3.2.4 Kalıntı Radyasyon

Kalıntı etkileri veya " *Radyoaktif Serpinti* " diye adlandırılan bu tehlikenin meydana gelebilmesi için mutlaka bir şartın varlığına ihtiyaç vardır. Bu da nükleer bombanın hedef bölgesinde, hedefe yakın patlaması şartıdır. Bunun dışındaki patlamalar böyle bir tehlike yaratmamaktadır. 2. Dünya Savaşı sırasında Japonya'nın Hiroşima ve Nagazaki şehirleri üzerine atılan 20 'şer kilotonluk nükleer bombalar örnek gösterilebilir. Bu bombalar 305 m (1000 feet) yükseklikte patlatıldıkları için havada infilak etmiş sayılır. Zira 20 kilotonluk bomba için serpinti hasil edebilecek en fazla yükseklik 180 m 'dir.

Burada ifade edilmek istenen; nükleer silahlar güçlerine (ateş topu yarıçaplarına) göre değişen belirli bir yüksekliğin üzerinde infilak ederse radyoaktif serpinti tehlikesi oluşmaz. İşte her nükleer silah için başka olan bu yüksekliğe " *Kritik Yükseklik* " denir. Bu yükseklikten başlamak üzere aşağı doğru inildikçe serpinti tehlikesi artacak ve yer infilakında en çok olacaktır. Bunun sebebi yer patlamalarında hedefte bulunan taş, toprak,



sıva, tuğla gibi maddelerle kalay, nikel, demir, bakır, alüminyum ve daha akla gelebilecek her çeşit maddelerin, toprak içindeki filizlerin parçalanabilmesi ve en fazla nötron etkisine maruz kalarak en çok radyoaktif hale gelebilmesidir. Radyoaktif hale gelen bu parça ve zerreler kısmen de ateş topu içinde eriyerek hatta buharlaşarak atomik bulutu teşkil edecekler ve atmosfere doğru yükseleceklerdir [6].

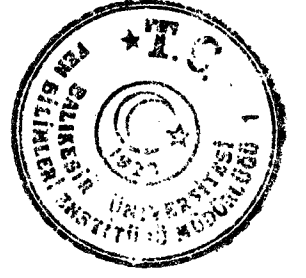
3.2.4.1 Korunmada Ana Prensipler:

Nükleer patlamanın kalıntı etkileri büyük bir tehlikedir. Bu tehlikeden korunmada üç ana prensip vardır:

a. **Mesafe:** Tehlikeden korunma durumunda bulunan canlı ile radyoaktif kaynak ya da radyoaktif alan arasındaki mesafe canlının korunması bakımından başlı başına rol alır. Zira böyle bir alandaki canlının aldığı radyoaktivitenin $1/3$ ' ü; 4 m yarıçapında bir daire içinden, geri kalanı da daha uzaktan gelir. Örneğin; radyoaktif alanındaki şiddet 240 r/s olsun. Başka korunma olanağı bulunmayan bir insan bu alana 4 m uzaklıkta ise bu insanın vücudunda bir saatte 160 röntgenlik, 7.5 m uzaklıkta ise 120 röntgenlik ve 30 m uzaklıkta ise 60 röntgenlik bir birikme (akümülatif) doz olacaktır. O halde serpinti sığınağı yapmak için seçilecek yerin; bir binadaki üst kat yerine bodrum, kenarda bulunan oda yerine ortadaki bir oda olmasına dikkat edilmelidir.

b. **Engel (Perdeleme):** Tehlikeden korunma zorunluluğunda olan canlı ile radyoaktif kaynak arasında ne kadar fazla yarıkalınlık sağlayan bir engel konursa canlının göreceği etki aynı ölçüde az olur.

Az aktif oldukları bilinen kalıntı tesirlerinden korunmayı sağlayacak yarıkalınlık hesaplarının;



Çelik için	1.8 cm
Beton için	5.6 cm
Biriket, tuğla, taş, kerpiç ve	
Sıkıştırılmış toprak için	7 cm
Gevşek toprak için	8 cm

üzerinden yapılması amaca yetecektir.

Ancak çok uzun süreli bir korunma söz konusu olduğundan ne kadar fazla yarıkalınlık sağlanırsa, sığınak olarak seçilen yerdeki korunma faktörünün o kadar yüksek yani sığınaktakileri o kadar iyi koruyacağı anlaşılır.

c. Zaman: Bilinmelidir ki zaman, sığınakta da açıkta da aynı şekilde çalışır. Yani dışarıdaki etkisi ile sığınaktaki etkisi arasında zamanla azalma bakımından hiç fark yoktur. Zaman tehlikeyi yok eden tek unsurdur. Zaman arttıkça radyasyon etkisi hızından kaybederek devam eder ve sona erer.

Patlatma anında böyle bir tehlike (yersifir ve yakın dolayları hariç) mevcut değildir. Çünkü tehlikenin başlaması 30 ila 60 dakikalık gecikmeye uğradığından kalıntı etkisi için başlangıç zamanı, silahın patlatılmasından bir saat sonrası kabul edilmektedir. İnfilak anını (H) harfi ile gösterelim ve bir saat sonraki radyoaktivite şiddetini 1000 r/s kabul edelim. Çürümenin zamanla nasıl oluştuğunu incelersek;

H+1	'de	1000 r/s ise
H+7	'de	100 r/s,
H+7x7 (2 gün)	'de	10 r/s
H+7x7x7 (15 gün)	'de	1 r/s,
H+7x7x7x7 (3 ay)	'da ise	0.1 r/s olacaktır.



Başlangıç olarak ele alınan H+1 'den 45 dakika sonra şiddetin yarıya indiği bilindiğine göre gerçekten serpentinin çürümesi önce çok süratli olduğu halde zaman uzadıkça hız azalmaktadır. İşte bu kuralın çıktığı yukarıdaki zaman şiddet tablosuna "7x10 Kaidesi" denilmektedir [3].

3.2.4.2 Korunma Faktörü

Radyoaktif serpinti tehlikesi ne kadar gerçek ise, bu tehlikeden korunmak için bir serpinti sığınağına olan ihtiyaç o kadar gereklidir. Mesafe ve engelleme prensiplerine göre hazırlanacak bir serpinti ya da aile serpinti sığınağın içine girenlere sağladığı korunma olanağına "**Korunma Faktörü**" denir. Başka bir deyişle korunma faktörü; dışardaki radyasyon şiddetinin, sığınak içindekilere kadar ulaşabilen radyasyon şiddetine oranıdır. Bu orandan çıkan sayı küçük ise korunma imkanı az, büyük ise çok olacaktır.

Formül olarak;

Korunma Faktörü = Açıktaki radyoaktivite (şiddet) / sığınaktaki radyoaktivite

Örnek 1: Korunma faktörü 50 olan aile serpinti sığınağındayız. Radyak aletimiz yoktur. Dışardaki radyoaktivitenin 150 r/s olduğunu yerel radyo bildirdi. Bize kadar ulaşan şiddet nedir?

$$K.F. = \frac{\text{Dışardaki Şiddet}}{\text{İçerdeki Şiddet}}$$

$$\text{İçerdeki Şiddet} = \frac{150}{50} = 3 \text{ r/s}$$



Örnek 2 : Serpentinin en fazla olduğu zaman dışardaki nükleer radyasyon şiddeti 120 r/s olarak ölçüldüğü halde, sığınaktaki bize ulaşan şiddet 3 r/s'dir. Sığınaktaki korunma faktörü nedir?

$$K.F. = \frac{120}{3} = 40$$

Korunma faktörü 40 olan bu sığınak, en az koruma olanağı sağlayan bir sığınaktır. Korunma faktörü 40 'tan az olan yerler "Örtü" , 40 dahil yukarı korunma faktörü bulunan yerlere "Sığınak" denir.

$$\text{Örtü} \leq 40 < \text{Sığınak}$$

Yukarıdaki açıklamalardan yararlanarak bir serpinti sığnağının korunma faktörünü hesaplamak mümkündür. Bu hesaplamada önce "Mesafe" sonra "Engel" faktörleri gözönünde tutulacaktır.

Problem: İki katlı beton bir evin bodrumundan bir bölmeyi sığınak olarak dizayn edelim. Bodrumun üstünde bir, birinci-ikinci kat arasında bir ve ikinci katı örten bir olmak üzere üç tabliye vardır. Bu demirli beton döşemenin her biri 10 cm kalınlıkta olup dış duvar uzaklık 7.5 m 'dir. Korunma faktörünü hesaplayalım.

Cevap: Hesaplama işine olanaklarımızı sıralamak suretiyle başlamak en doğru hareket tarzıdır. Bu olanaklar şunlardır:

(A) 7.5 m mesafe, dışındaki şiddeti yarıya indiren bir imkan sağlamaktadır.

(B) 30 cm kalınlıkta beton tabliye çatıdan gelecek radyasyon şiddetini 5 defa yarıya indirebilmektedir.

(C) 55 cm taş ve tuğla duvar ise şiddeti 7 defa yarıya bölmektedir.



Olanaklarımızda ancak (A) ve (B) fıkralarındaki kullanırsak (C) fıkrasındaki olanak bizi yanıltır. Çünkü daha fazla yarıkalınlığa göre hesaplayış, daha büyük bir korunma faktörü bulunmasıyla sonuçlanır. Fakat çatıdan gelecek gama radyasyonları, sokaktan gelenler kadar dayanıklılıkla karşılaşmayacaklarından bunlar sığınaktakilere daha fazla bir şiddetle ulaşacaklardır. Bu düşünce şekliyle daha doğru bir düşünce tarzı elde ederiz.

O halde şiddet ne olursa olsun dışarıda teorik bir radyoaktivitenin var olduğunu kabul edelim. Olanaklarımızın sağlayacağı korunma faktörünü bulalım.

Dışardaki radyoaktif serpentinin şiddeti 120 r/s olsun.

(A) 7.5 m mesafe olanağı sebebiyle bu şiddet kendiliğinden 60 r/s olacaktır.

(B) 30 cm 'lik betonda kalan şiddeti 5 defa yarıya indirecek ve $60/2 = 30$, $30/2 = 15$, $15/2 = 7.5$, $7.5/2 = 3.75$, $3.75/2 = 1.87$ veya yuvarlak olarak 2 r/s olacaktır.

Bu hesapta yapıldığı gibi tek tek 5 defa yarıya bölmek yerine 2'nin 5'nci kuvvetine bölünerek yani $60/32 = 1.87$ olarak kısaca bulunur.

Korunma faktörünün; dışardaki şiddetinin, içerdeki şiddete oranı olduğu bilindiğine göre;

$$K.F. = \frac{120}{2} = 60 \text{ olur.}$$

Bu sonuç, iyi derecede korunma sağlayan bir sığınağa sahip olduğumuzu gösterir.



3.2.5 Bir Nükleer Patlama Sonrası Oluşan Tehlikeler ve Korunma Prensipleri

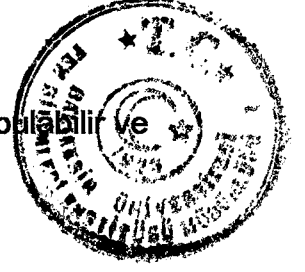
İlk nükleer radyasyon, patlamadan sonraki ilk dakika içinde ateş topu ve atomik bulut tarafından yayılan radyasyondur. Takriben inç kareye 30 libre'lik yüksek basınç mevcut olan yerlerdeki ilk radyasyon; 60 cm beton içerisinde bulunan insanların yaklaşık % 50 'sini öldürebilir.

Böylece ilk radyasyona karşı korunmak için daha fazla kalınlığa ihtiyaç duyulacaktır. Örneğin; 137.5 cm beton veya 2 m toprak ya da buna eşdeğer malzeme yeterli koruma sağlayacaktır.

Kapı kısımlarında radyasyona karşı yeterli kalınlık sağlanması için radyasyon istikametinin dağılma ve değişmesini de dikkate alarak giriş kısmına en az iki dik dönüş yapılmalıdır.

İnsanların betonarme binaların bodrumlarındaki sığınak veya orta kısımlarında korunması üst katlarda veya dış cephe kısmında dışarı bakan odalarda korunmasına oranla çok daha emniyetlidir. Bunların hesabı yarıkalınlık cetveline göre yapılır. Yarıkalınlık, gama radyasyonunun ilk şiddetini yarıya indiren maddenin kalınlığıdır. Her yarıkalınlık, kendisi kadar bir kalınlık ilavesiyle önceki kalınlıktan geçen şiddeti tekrar yarıya indirir. Mesela; 60 cm kalınlığındaki bir beton duvar, dışardaki ilk radyasyon şiddetini 16 defa azaltır. Sonuç itibari ile en az 120 cm beton veya 60 cm beton ile 140 cm toprağa ihtiyaç vardır.

Diyelim ki, İstanbul'da infilak edecek 5 MT 'lik bir termonükleer bombanın radyoaktif serpinti bulutu, yüksek hakim rüzgara tabi olarak doğuya doğru ilerler. Yaklaşık Safranbolu'ya kadar geniş bir saha radyoaktif



serpintiye maruz kalabilir. Bu sahanın genişliği ortalama 60 km'yi bulabilir ve öldürücü doz ise; 227 km yani Bolu kuzeyine kadar uzanabilir.

Blast sahasında yapılacak sığınaklar yalnız serpintiye karşı değil diğer tesirler de hesaba katılarak planlanır.

Nükleer infilak merkezi yakınında bölünme ürünleri, bomba parçacıkları ve etraftaki hava son derece yüksek bir ısıya sahiptir. Isı radyasyonları da düz hatlar halinde yayılırlar.

20 MT 'lik termonükleer bir patlamadan sonra meydana gelen ısı miktarı, 32 km veya daha fazla uzaktaki binaların yanmaya uygun kısımlarını tutuşturur. 5 MT 'lik bombada bu mesafe 20 km, 20 kT 'lik bombada ise 3,2 km kadardır.

Yangın tehlikesi binaların altında bulunan sığınaklara da intikal edebileceğinden binaların altında yapılacak sığınaklar blast sahası dahilinde pek emin sayılmazlar. Bina altına sığınak yapmaya mecbur kalınan yerlerde dışarı çıkmak, havalandırma tertibatını da duman ve harareti içeri çekmeyecek şekilde özel süzgeçlerle teçhiz etmek gerekir .

Korunma esasları, ateş topunun içindeki milyonlarca dereceyi bulan sıcaklık, dışında ise ateş topundan oluşan termal radyasyonun doğrudan yakma tesiri, toplu yangınlar, yangın fırtınası, yanarak çöken binalar, duman ve tam yanmamış gazlara karşı ele alınır.

Isı radyasyonuna karşı korunmak için de, uygun kalınlık ve hararete dayanıklı maddelere ihtiyaç vardır. Toprak ve betonun koruma oranı yüksektir. Bununla beraber patlama merkezinde ve bilhassa krater ve ateş topu içerisinde bulunmamaya dikkat edilmelidir.



Blast sahasında ve takriben inç kareye 30 libre'lik basınç mevcut olan yerlerde ısı radyasyonuna karşı korunmak için en az 137 cm beton veya 2 m toprak kalınlığına ihtiyaç vardır. Toprak ve betonun birlikte kullanılması ile korunma daha çok artabilir.

3.2.6 İnşai Savunma

Hedef şehirlerindeki can ve malı korumak için bu gibi yerlerde sığınak yapmadan önce bazı inşai korunma tedbirleri de almak gerekir. Aksi halde nükleer veya yüksek infilaklı tahrip bombalarının basınç tesirine, binaların mukavemet edemeyeceği gibi gerek yüksek infilaklı silahların gerekse yangın bombalarının tesiri ile meydana gelebilecek binlerce yangınla şehirdeki binaların çoğu kısa zamanda yanar, çöker ve tamamen yıkılır. Yanan ve yıkılan binalar, içindekilerin hayatına karşı büyük bir tehlike teşkil eder. Can ve mal kaybının büyük ölçüde artmasına sebep olur.

İnşai savunması zayıf olan bir şehirde yangın ve enkaz tehlikesi dolayısıyla bina altına sığınak yapmak büyük bir emniyet sağlamaz. Bu takdirde sığınakların büyük kısmının binalar dışında yapılması gerekir ki, bu hal de masrafın artmasına neden olur.

Tamamen yıkılan binalar, yolları da doldurur, Çatıları ahşap olanlar yangına sebebiyet verir. Enkaz kaldırma, can kurtarma ve yangınları büyümeden söndürme faaliyeti geniş ölçüde aksar ve bazı yerlerde hiç mümkün olmaz.

Burada bina mukavemetinden başka, bina yükseklikleri de dikkate alınır. Çok yüksek olan binaların yanında veya arasında bulunan yolların



genişliği, bina yükseklikleriyle uygun olmalıdır. Çökecek veya yıkılacak olan bir binanın enkazı, yüksekliğinin yarısı kadar bir saha işgal edebileceği gibi yüksekliğinin 1/4'ü kadar yükseklikte bir yığın teşkil eder. Bu sebeple yollar enkazla kapandıktan sonra dahi ortasında bir gidiş geliş sağlayacak (en az 6 m) genişliğe uygun olmalıdır. Binaların altına yapılacak sığınaklar da, yeraltı kurtarma yolları ile enkaz sahası dışında bağlanmalıdır.

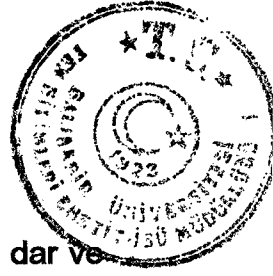
Netice olarak, çelik iskeletli, betonarme, çatısı, kapı ve pencereleri ve her çeşit inşaat malzemesi yanmaz malzemedan yapılmış ve içerisi de aynı şekilde tefriş edilmiş binaların, atomik bir infilakın bütün tesirlerine karşı en çok mukavemet sağlayacağı II.Dünya Savaşı ve daha sonra yapılan gerçek tecrübelerle sabit olmuştur. İnşai savunma üç kısma ayrılır.

3.2.6.1 Yangından Korunma

Yangın ya yakıcı maddelerin tesiriyle veya içindeki yanmakta olan maddeler bulunan binaların devrilmesi ve elektrik tesisatının kontak yapmasıyla meydana gelir. Bir de klasik yangın ve tahrip bombalarının tesiriyle de kısa zamanda birçok yangının çıkması mümkündür.

3.2.6.2 İnfalak Basıncına Karşı Korunma

İnşaaı savunmada, infilak neticesi oluşan ani dinamik zorlamaların yerine statik ağırlıklar uygulanır. Bunu yaparken dinamik kuvvetler statik hesaplara "rüzgar yükü" veya "trafik yükü" olarak konulur. Dinamik zorlamaların statik hesaplara hangi değerlerle kullanılacağı, tehlikeye maruz araziye, inşaat usulüne, binaların inşa tarzına ve parasal imkanlara bağlıdır.



3.2.6.3 Acil Boşaltma Merdiveni

Yüksek binalarda acil boşaltma merdivenleri, binayı derinliğine dar ve doğrudan doğruya bodrumdaki sığınağa inen yollar olarak meydana getirilir. İnşai atom savunması aynı zamanda bütün diğer silahlara karşı savunmayı da kapsar. Yukarıda belirtilen üç esasta atom savunması doğar. Atom savunması iki ayrı prensibe göre tatbik edilir.

a. I. Prensip

Mukavemetsiz dolguları ihtiva eden ve binayı yukarıdan aşağıya bütünüyle bölen duvar ve ara döşemelerle kuvvetlendirilen iskelet inşaatıdır.

İnfilak sonucu meydana gelen basınç dalgası, mukavemetsiz kısımları yıkar. Ancak bina darbeyi savuşturur.

Karakteristiği; dış duvarların cam, hafif, yarı şeffaf maddelerden ve ince iskelet halinde yapılmış olmasıdır.

Faydası; daha ucuza mal olması, tahrip bombalarının tam isabetlerine karşı da koruyan olmasıdır.

Dezavantajına gelince; bina içinin ağır hasar görmesi, büyük ölçüde tamir işlerine ihtiyaç göstermesi ve yıkılan dış duvarların yeniden inşasının gerekmesidir.

b. II. Prensip

Çevre duvarları patlama darbesine mukavemet eden tamamen duvar inşaat (çelik beton) olarak inşaa edilmelidir. Bina dikine bölmeler ve ara döşemelerle kuvvetlendirilmiştir.



Karakteristiği, penceresiz veya küçük pencere binalardır.

Faydası; bina için hasar görmemesi ve hasar sonrası tamir işlerinin çok olmamasıdır.

Dezavantajına gelince; I. prensipten daha pahalı oluşu ve tahrip bombalarının tam isabetine karşı emniyetli bulunmamasıdır.

Tatbik sahası; en çok dört katlı binalar ve hava tehlikesine maruz binalardır.

Yukarıda anlattığımız iki prensip birlikte de düşünülebilir. Çok katlı bir iskelet binada, zemin katın önemli makina ve aletlerini içeren bir kısım odaları, I. prensibe göre; acil tahliye merdivenlerini de II. prensibe göre yapmak daha uygundur. Bu tarz inşaat yukarıda anlatılan her iki prensibin faydalı taraflarını birleştirir. Arka duvarlar yekpare, penceresiz ve komşu binadan yangın sıçramasına mani olacak durumdadır ki, bu husus atom savunmasında çok önemlidir [7].

3.2.7 Atom Savunmasında Çelik İnşaat

Çelik atom savunmasında çok faydalı bir inşaat malzemesidir. Bina iskeletlerinin kurulmasında, mevcut bodrumların sığınak haline getirilmesinde, sığınak kapı ve kapaklarının yapılmasında çok önemli bir malzemedir.

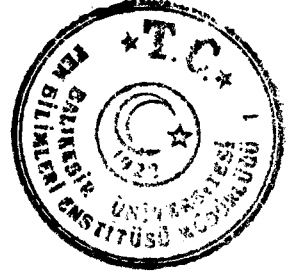
Günümüzde dahi çelik iskeletli inşaat pek sık görülmemektedir. Hatta çatılarla pencere ve kapılar hemen hemen her yerde ahşap malzemedir. Bilhassa koridorlara bakan duvar kısımlarında hiç pencere açılmamakta ve dışarıdan gelecek blast dalgasının binanın içinden

geçmesi sağlanmamaktadır. Bu durumda tavanların havalanması ve binaların çökmesi artacak, ayakta pek az bina kalacak ve binaların altında bodrumlarda dahi barınmak mümkün olmayacaktır. Özellikle tutuşan binalardaki çökmeler alttakiler için daha tehlikeli olur.



3.2.7.1 Çelik İskelet Hakkında Bazı Teknik Bilgiler

- 1) Çelik her istikametten gelen basınç ve zorlamalara mukavemet eder. Yani dayanım gücü oldukça yüksektir.
- 2) Çeliğin büyük şekil değiştirebilme özelliği ani çökmeleri önlemekte olup, deformasyon direnci sağlar.
- 3) Çelik iskelet, duvarların desteğine ihtiyaç olmadan kendi kendini taşımaya yeterlidir.
- 4) Çelik iskeletin basınca arz ettiği yüzey küçüktür.
- 5) Kısmi hasarlar; çelik iskeletli binalarda sūratle ve fazla pahalı olmayan bir şekilde tamir edilebilir [3].



4. KONUT TİPİ YAPILARDA SIĞINAKLAR

4.1 Serpinti Sığınakları

Yeni inşa edilecek yapılar için düşünülür. Ancak daha evvel inşa edilmiş olan korunma sığınaklarının tadilatı ve mevcut bodrumların serpinti sığınakları haline getirilmesiyle de uygun şekilde belli esaslara göre hareket edilir.

Planlarda belirtilen en küçük ve en büyük boyutlardan ayrılarak herhangi bir değişiklik yapılmasının zorunlu bulunduğu hallerde yapılacak bu değişikliklerin mutlaka ilgili makamlara kontrol ettirilmesi gereklidir.

4.2. Sığınak Kavramının Belirlenmesi

Serpinti sığınakları her taraftan kapalı hava geçirmez bir yapı kütleli olup bundan sonraki bölümlerde belirtilen hususlara karşı korunma sağlar.

Her sığınak esas korunma hacmi ile yardımcı hacimlerden oluşur. Bunlar dış cidarlar, taşıyıcı duvarlar, bölme duvarları, giriş, giriş bölmesi, kaba kum filtresi ve eğer varsa tehlike çıkışından meydana gelir. Sığınaklar ayrıca havalandırma ve sıhhi tesisatlarla ikmal imkanlarını da sağlar. Bunlardan başka yeni yapıların enkaz tesirine dayanımlı bir tavanı olmalıdır.

4.2.1 Sığınakların Korunma Şekli

Serpinti sığınakları şunlara karşı korurlar;



1. Patlamanın doğrudan doğruya etkilediği sahanın dışında olabilecek parça tesirlerinden (patlama konisi ve sarsma bölgesi dışında),
2. Atom silahlarının en çok 0.3 atü'ye varan uzak etkilerinden korunma durumu,
3. Binaların çökme ve enkaz tesirinden,
4. Radyoaktif radyasyonlardan,
5. Yangın bombalarından ve kısa süren yangınlardan,
6. Biyolojik ve kimyasal savaş silahlarından.

4.2.2 Serpinti Sığınağı İçinde Kalma Süresi

Serpinti sığınakları patlamanın doğrudan doğruya tesir ettiği sahanın dışında olabilecek parça tesirlerinden, biyolojik ve kimyasal tehlikelerden sonra koruyuculuk karakterini dışarıdan herhangi bir müdahale ve takviye görmeden en az 14 gün müddetle devam ettirmelidir. Diğer durumlarda sonsuz korunma söz konusudur [8].

4.3 Planlama

Serpinti sığınakları gerek yeni yapılacak binalarda gerekse eski binalarda bina içi ve bina dışı sığınaklar olarak inşa edilirler.

4.4 Sığınak Yeri ve Tavsiyeler

Serpinti sığınakları toprak altında inşa edilirler. Bina içi sığınaklarda tavanların alt kenarı toprak üstü seviyesini aşmamalıdır. Ancak yeraltı suyu seviyesinin yüksek olması, kanalizasyon borularının geçmesi gibi hallerde mevcut binalarda sığınak yapılması halinde rastlanan zorunlu sebeplerle

sığınaklar yeraltında olmadıklarından kısmen veya tamamen yerüstünde yapılabilirler.



Sığınaklar tehlike doğurabilecek boru tesislerinden uzak olmalıdır. Sığınaklara giren her türlü boru sığınak tavan duvarlarının içinde iki defa 90⁰lık dirsek yaptıktan sonra sığınağa girmelidir.

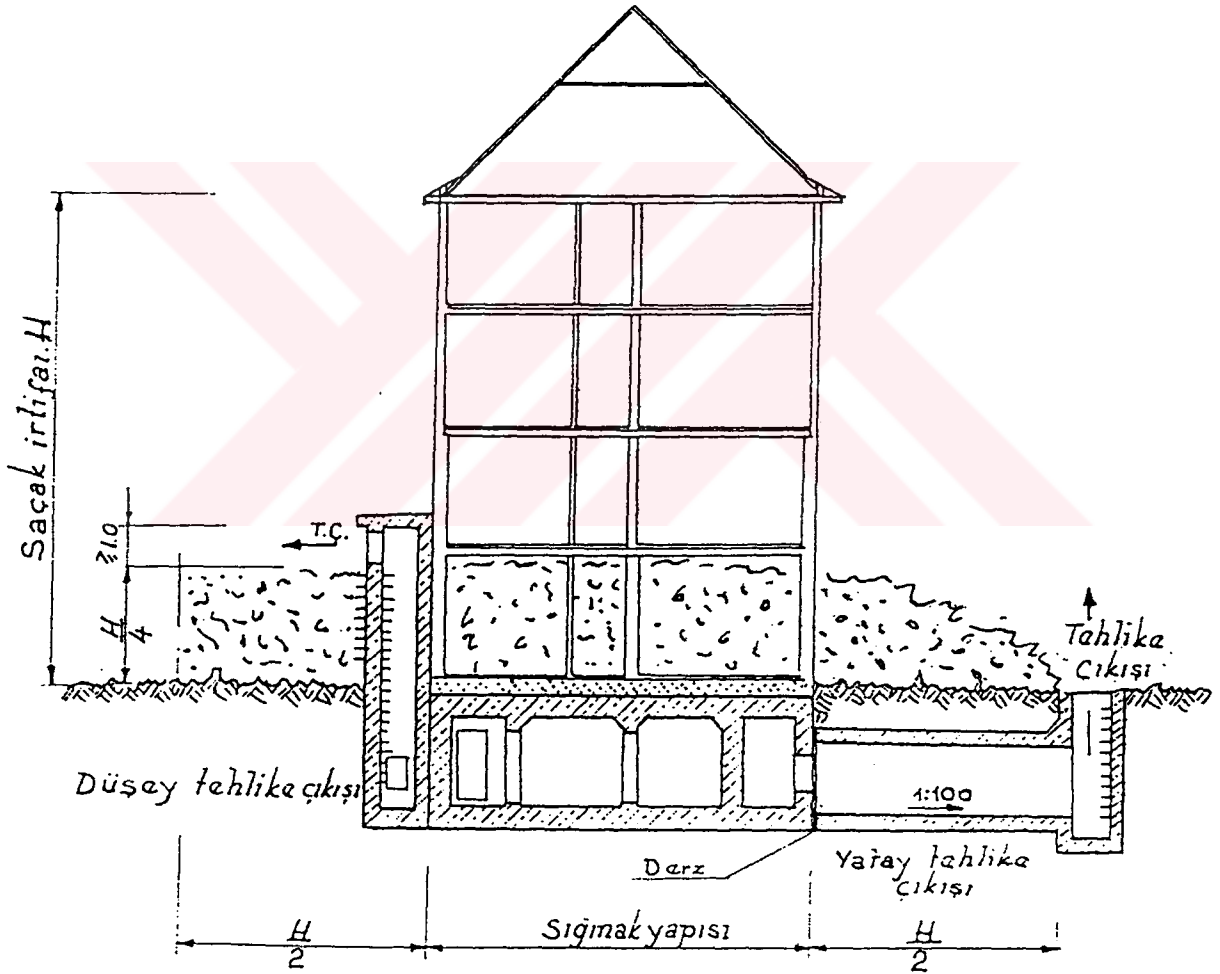
Sığınaklar tahripleri halinde kolayca ateş alabilen malzeme ve mühimmat depoları ile yangın söndürme suyu havuzları gibi ciddi tehlikeler doğurabilecek tesislerden uzak bulunmalıdır [7].

4.5 Özel Hükümler ve Tavsiyeler

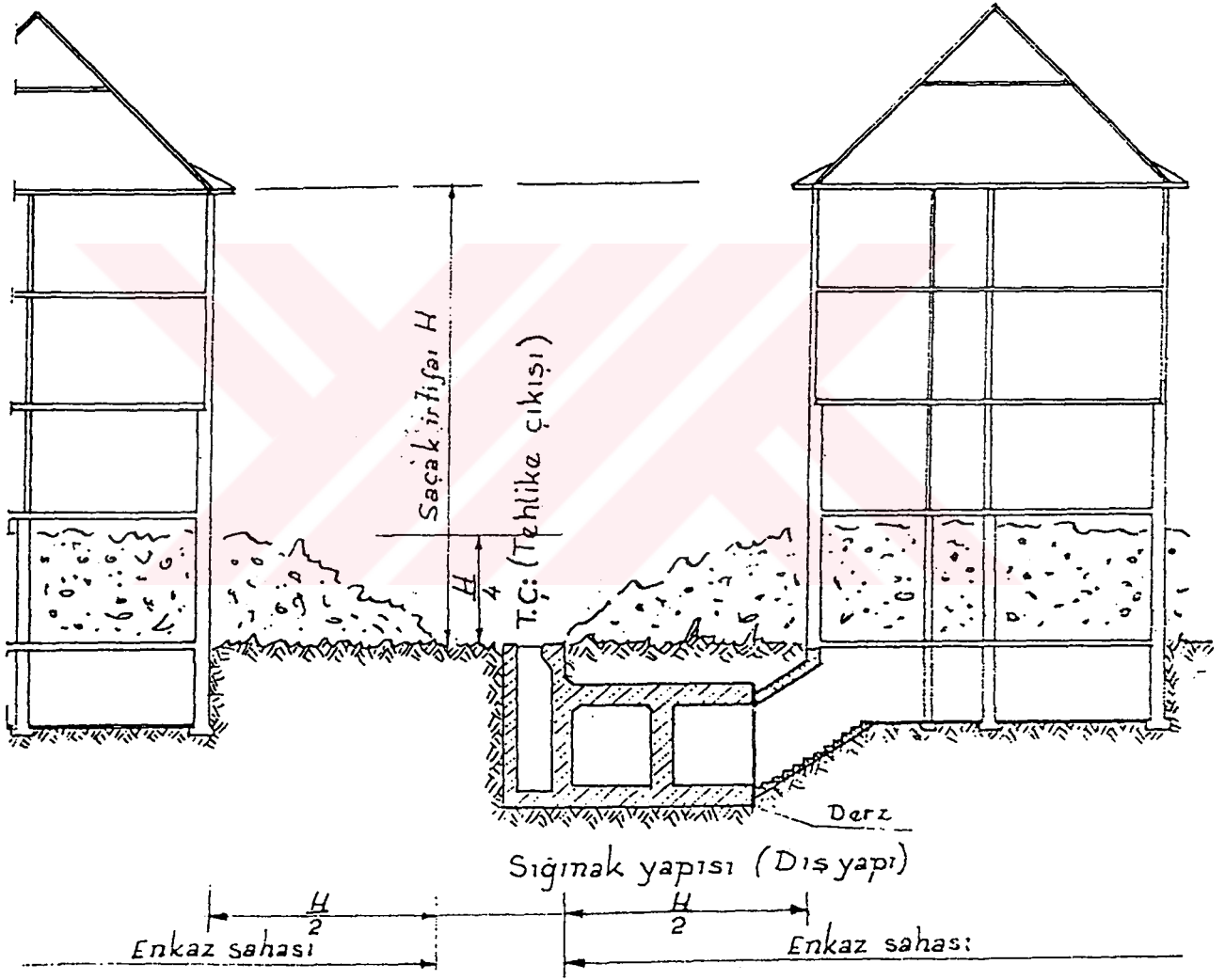
a. **Enkaz Alanı:** Sığınaklar binaların enkaz yayılma bölgesinin kısmen veya tamamen içerisinde inşa olunabilir. Yapıların enkaz bölgesi saçak yüksekliğinin yatay istikamette 1/2'si kadar, düşey istikamette 1/4'ü kadar alınır. Bina saçak yüksekliği H ise; enkaz sahası yatayda H / 2, düşeyde H / 4'tür. Çelik karkas binalarda enkaz yayılma alanı yukarıda verilen ölçülerin yarısı kadar küçültülebilir. Şekil 4.1 'de iç yapı sığınaklarında, Şekil 4.2 'de de dış yapı sığınaklarında enkaz sahaları görülmektedir.

b. **İç Yapılar :** Yeniden yapılan binalarda sığınaklar bodrum katı ile birlikte inşa edilmelidir. Bu şekilde plan ve projeler yapılarak bütün yapı bünyesine ait statik konstrüksiyon şartlarına dikkat edilir.

c. **Dış Yapılar :** Mevcut binalarda sığınaklar olanaklar ölçüsünde bu binanın dışında olmalıdır.



Şekil 4.1 İç yapı sığınaklarında enkaz sahaları



Şekil 4.2 Dış yapı sığınaklarında enkaz sahaları



Sığınanın Şekillendirilmesi (Mimari): Sığınaklar dört köşe daire,yumurta biçiminde ve bunlara benzer diğer şekillerde inşa edilebilir.

Sığınakların kenar uzunluklarının oranı planda 2/1 'i aşmamalıdır. Sığınaklar az bölmeli basit binalar olmalı, girinti ve çıkıntıları bulunmamalıdır.

d. Sığınak Birimleri ve Hacim İhtiyacı :

Giriş : Konut tipi sığınakların yalnız bir girişi olmalıdır.

Sığınak Odaları : Sığınak odaları en fazla 50 kişi barındırabilecek büyüklükte olmalıdır. Bu odalarda şahıs başına en az 0.5 m² yer ve en az 1.15 m³ hava hacmi hesaplanmalıdır. Sığınak odalarının faydalı alanı hiçbir zaman 6 m²'den az olmamalıdır.

Sığınaklarda havalandırma tesisatı için en az 2 m²'lik bir yer ayrılmış olmalıdır. Bu kısmın eni ve boyu kullanılacak havalandırıcı tipine göre değişebilir. Sığınak odalarının yerleri tespit edilirken oturma ve yatma yerleri hareket serbestini sağlayacak ve hacim israf etmeyecek şekilde planlanır.

Yeni inşa edilen dört köşe sığınakların temiz tavan yüksekliği 2.30 m olmalıdır. Bu yükseklik zorlayıcı sebepler (mesela eski binaların içinde sığınak yapılması ve yeraltı suyu seviyesinin yüksek olması hallerinde ve benzer durumlarda) 2m'ye kadar indirilebilir. Sığınakların biçimi başka türlü ise temiz tavan yüksekliği kişi başına minimum alan ve hacim ölçülerini sağlayıp uygun bir şekilde yapılmasına imkan verecek büyüklükte olmalıdır.



Tehlike Çıkışı : Birbirine bitişik ve sık inşa edilmiş bina bölgelerinde serpinti sığınaklarının mutlaka tehlike çıkışları bulunmalıdır. Tehlike çıkışları sığınak girişinden mümkün mertebe uzak inşa edilmelidir.

Tehlike çıkışlarının uçları enkaz sahası dışına açılmalı veya uygun şekilde korunmalıdır.

Tehlike çıkışlarından dış çıkış bina dışında olup iç çıkış binaya bağlantılı olabilir.

Yatay tehlike çıkışları en az 90 x 100 cm, düşey tehlike çıkışları ise en az 90 x 90 cm boyutunda inşa edilmelidir. Dairesel kesitlerde iç çap en az 80 cm olmalıdır.

Yatay tehlike çıkışlarıyla enkaz yayılma alanı dışına ulaşılamazsa düşey tehlike çıkışları inşa edilmelidir [8]. Şekil 4.3 ' te yatay ve düşey tehlike çıkış detayları görülmektedir.

Tuvalet ve Yıkama Yerleri : Bütün sığınaklarda her 25 kişi için bir yıkama yeri ve en az bir tuvalet bulunmalıdır. Tuvalet alanı en az 1 m² olmalıdır. Koku kapaklarıyla beraber kuru tuvaletler kullanılmalıdır (rezervuarsız).

4.6 Sığınak Yapısının Kısımları ve Bunların Boyutları

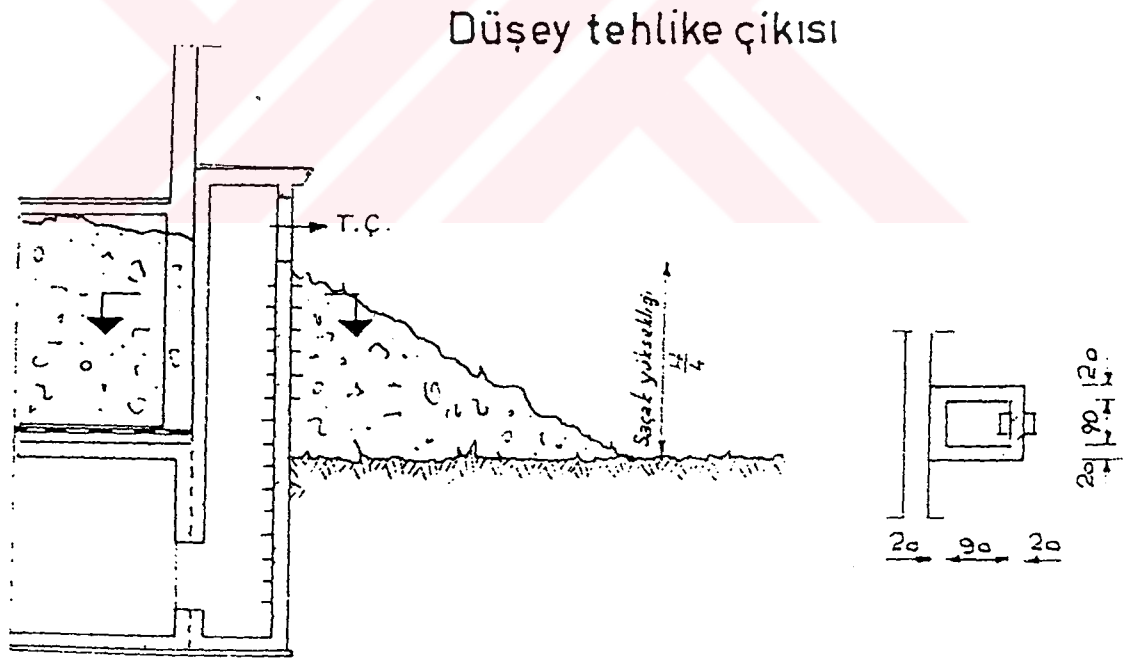
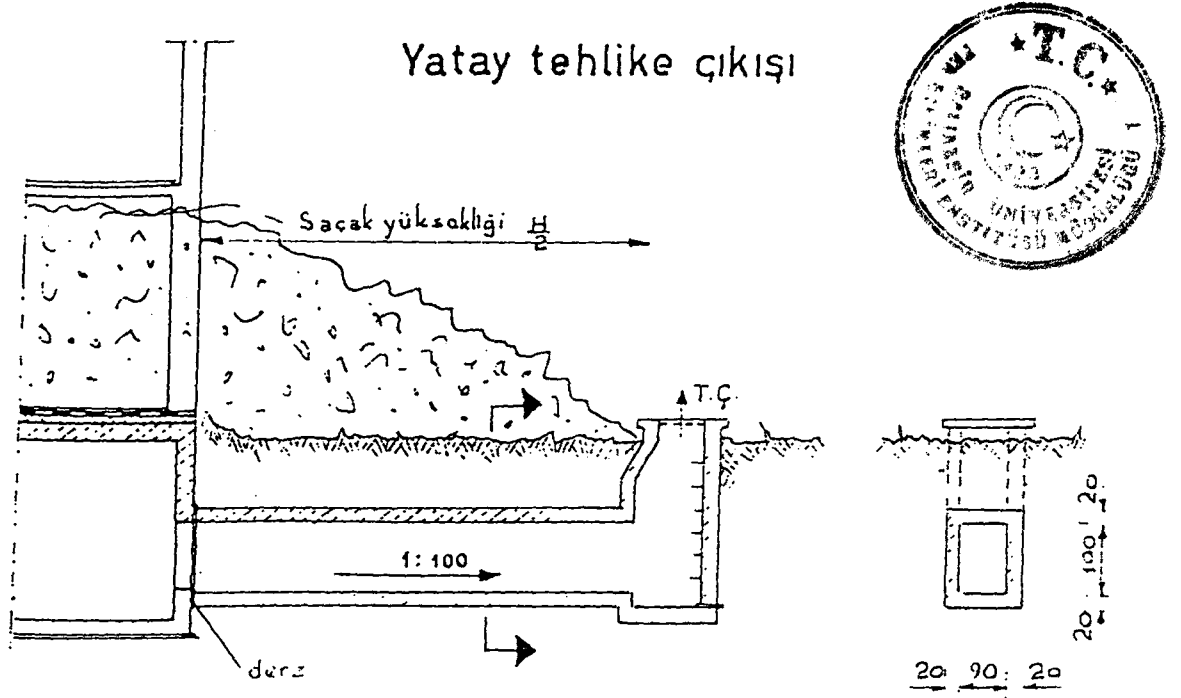
Sığınak yapısının kısımları şunlardan ibarettir:

Sığınak dış cidarı: esas sığınak yapısının dış duvar taban ve tavanıdır

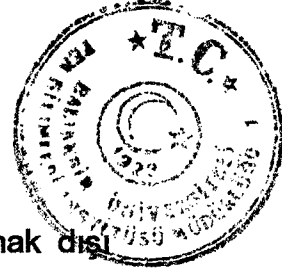
Kum filtresi dış cidarı: Kum filtresi tesisatın duvar taban ve tavanıdır.

Takviye duvarları : Taşıyıcı iç duvarlardır.

Bölme duvarları: Üzerinde yük taşımayan taksimat duvarlarıdır.



Şekil 4.3 Yatay ve düşey tehlike çıkışı



4.6.1 Sığınak Dış Cidarı

Sığınak hacmini çevreleyen bütün inşaat elemanlarına sığınak dışı cidarı denir. Gerekli minimum kalınlıklar (sarsıntı enkaz tesiri ve yalıtım hali).

Dış duvarlar için;

Betonun yerinde dökülmesi halinde	0.30 metre,
Hazır betonarme parçalar kullanılması halinde	0.20 metre,
Teçizatlı duvar blokları kullanılması halinde	0.36 metre,

Tavanlar için;

Betonun yerinde dökülmesi halinde	0.30 metre,
Hazır betonarme parçalar kullanılması halinde	0.10 metre,

Bina dışı sığınaklarda kalınlıklar azaltılabilir ve uygun olan diğer inşaat malzemesi de kullanılabilir.

4.6.2 Serpinti Radyasyonlarına Karşı Korunma

Işınlardan doğrudan doğruya etkilerine maruz kalan tavan ve duvarların radyoaktif serpinti tesirlerinden korunması için en az aşağıdaki kalınlıkta malzeme ile örtülmüş olması şarttır.

Duvar kalınlığı 0.30 m ise	0.30 m kalınlığında beton örtüsü
ya da	0.50 m kalınlığında toprak örtüsü

Duvar kalınlığı 0.20 m ise	0.40 m kalınlığında beton örtüsü
ya da	0.80 m kalınlığında toprak örtüsü



Bina dışı sığınaklarda eğer duvarlar daha ince ise veya başka malzemeler kullanılmış ise takviye örtülerine yukarıda verilen korunmayı sağlayacak kalınlıklar verilmelidir.

Yüksek binaların tavan ve duvarları sığınakların radyasyonlara karşı korunmasını artırır. Sığınak üzerindeki yapının kat adedi 3 veya daha fazla ise binanın temin ettiği korunma 30 cm'lik beton örtüsüne eşdeğer olarak hesaba katılır.

Işınlardan korunma bakımından tehlike gösteren bodrum pencereleri ve diğer boşluklar bütün duvar kalınlığında kapanmalıdır.

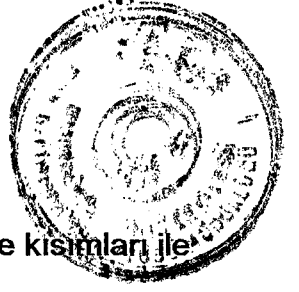
İlk radyasyonlardan korunmak için sığınak girişleri ve tehlike çıkışları iki dik açılı zikzak bir koridor şeklinde tertip edilmelidir.

Kaba kum filtresinden yayılan radyoaktif ışınların tesirinden korunmak için çıkış bölmesi ile çıkış arasındaki $0.65 \times 0.85 \text{ cm}^2$ 'lik geçit 0.30 m kalınlığında hazır beton briketlerle sıkıca örülüp kapatılmalıdır.

Toprak örtü tabakası 30° 'lik veya daha yatık bir açıyla şevlendirilir ve iyice sıkıştırılır. Kum torbaları veya bloklarla da buna benzer bir korunma yapılır [8].

4.6.3 Filtre Cidarı

Filtre cidarının sığınakın korunulan bölümüne istinat olan kısımları en az 40 cm kalınlığında olmalıdır. Bu suretle sığınakta barınanlar kalıcı radyoaktif ışınlarından korunmuş olurlar.



4.6.4 Takviye Duvarları

Takviye duvarlar en az 0.20 m kalınlığında olmalı ve çevre kısımları ile iyice kenetlenmiş bir şekilde inşa edilmelidir.

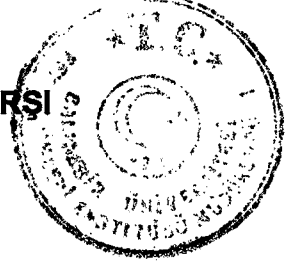
4.6.5 Taşıyıcı Olmayan Bölme Duvarları

Taşıyıcı olmayan bölme duvarlar imkanlar nisbetinde ince ve hafif olmalıdır. Fakat hiçbir şekilde kolay yanabilen malzemedan yapılmamalıdır.

4.6.6 Tehlike Çıkışları

Bunların duvar taban ve tavanları en az 0.20 metre kalınlığında olmalıdır.

5. YERALTI SİĞINAKLARINDA TAM İSABETLERE KARŞI KORUNMA



5.1 Konvansiyonel (Klasik) ve Nükleer Tam İsabetsler

Klasik silahlarla yapılacak taarruzlarda tam isabete karşı korunma ancak dehlizkarı sığınaklarda kısmen olabilir. Çok büyük bombaların tam isabetlerinde korunma ihtimali çok az olur. 4000 lb (1800 kg) lik yüksek infilaklı bombaların infilak çukurları içinde bulunmamak üzere bütün tesirlerine karşı A ve B tipi sığınaklar korunma sağlar.

Klasik bombalar atıldıkları silaha bağlı olarak toprağa girdikten sonra aldıkları ivme yönünde bir J harfi çizerek hedef sığınağın altına girebilirler. Bu nedenle klasik bombaların toprak altı infilaklarına karşı sığınak tabanlarını korumak için betonarme mahmuzlar yapılır. Şekil 5.1'de 4000 lb'lik yüksek infilaklı klasik bombanın tahrip tesirlerine karşı sığınak kalınlıkları ve sığınak mahmuzu görülmektedir.

Nükleer silahların tam isabetlerine karşı korunma yapılamamaktadır. Hesaplamalara esas standart tip kabul edilen 20 kT 'lik bir nükleer bombanın killi toprak üzerinde patlaması halinde 90 m yarı çapında ve 12 m derinliğinde bir krater açtığı, yine 10 mT 'lik bir nükleer bombanın krater derinliğinin 51 m yarıçapının 660 m olduğu dikkate alınır tam isabete karşı korunmanın zorluğu görülür.

5.2 Yeraltı Sığınakları ve Sığınak İmhasındaki Gelişmeler

Özellikle II. Dünya Savaşı 'ndan sonra gelişmiş konvansiyonel ve nükleer silah etkilerine karşı sığınaklarında geliştirilmesine gerek duyulmuştur.

Vietnam Savaşı 'nda; Vietnamlılar Amerikalılara karşı sığınaklara girmek yerine bitki örtüsünün sağladığı gizlemeden faydalanarak gerilla savaşı yapmışlardır.

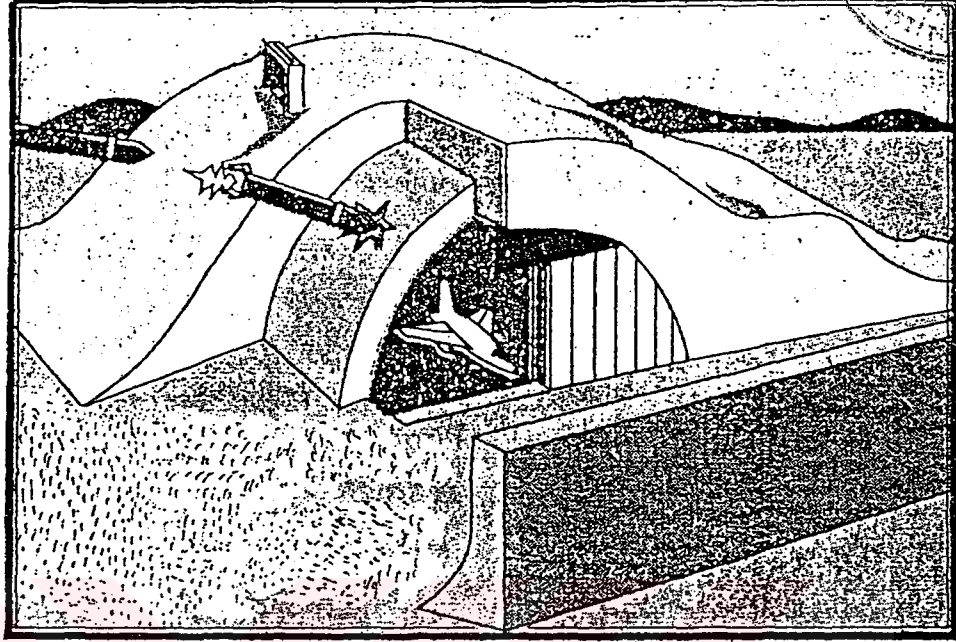
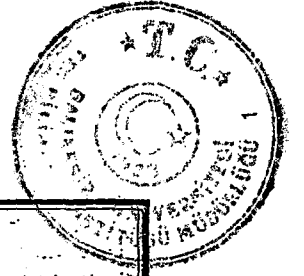


1991 Körfez Savaşı 'nda ise Irak ellerindeki füzeleri, uçakları ve füze rampalarını yoğun müttefik bombardımanlarına karşı yeraltında inşa ettikleri sığınaklarda saklayarak uzun süre koruyabilmiştir.

İnşa edilen bu sığınakların sayılarının 1000 civarında olduğu, birbirlerinden 50-100 m mesafede inşa edildiği, kapılarının 3.5 m yüksekliğinde, 4.8 m genişliğinde, kapı ağırlığının 80 ton olduğu, kapıların gaz sızdırmaz olduğu, son derece mükemmel bir havalandırmaya sahip oldukları, sığınakların içindeki sıcaklığın dışardaki sıcaklık ile aynı olduğu bu nedenle de termal özellikli silah ve hava fotoğrafları tarafından da saptanamadığı belirtilmiştir.

Ancak bu sığınakları inşa eden ALMAN ve İNGİLİZ firmalarının sığınaklara ait yer ve yapı istihbaratlarını müttefiklere vermesiyle sığınakların yerlerinin tespiti kolaylaşmıştır.

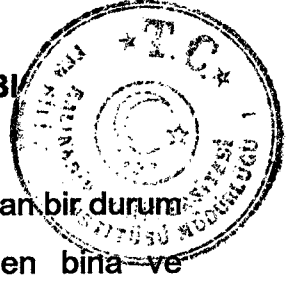
Normal teçhizatlı bir ordunun bu sığınakları imha etmesinin çok zor olmasına rağmen, ABD en modern silah ve teçhizatını kullanarak başarılı olmuştur. İmha görevinde havadan atılan, aynı noktaya isabet etme özelliği olan, SLAR füzelerinin kullanıldığı, peşpeşe atılan bu füzelerden birincisinin, sığınanın çelik korumasını delmek suretiyle zayıflattığı, ikincisinin ise açılan bu delikten içeri girerek sığınacı imha ettiği tespit edilmiştir. Bu füzelerin teknik bilgileri ABD tarafından gizli tutulmakta olup başka devletlere verilmemektedir. Şekil 5.2 'de bu füzelerle bir Irak uçak sığınasının imhası görülmektedir.



Şekil 5.2 IRAK uçak sığınacağının imhası

1998 Körfez krizinde ise ABD'nin geliştirdiği yeni tip roketin, tek bir roketle örneğin beş katlı bir binanın en üst katından bodrum katına kadar bütün kat betonlarını delerek veya yanyana oda duvarlarını delerek saklanılan en son odaya kadar roketin girdiği televizyon yayınlarından izlenmektedir. 1998 Körfez Savaşı olursa ABD'nin Irak sığınaklarına karşı bu ve benzeri üç yeni tip silahı deneyeceği açıklanmaktadır.

6. YAPILARIN PATLAMA TESİRLERİNE KARŞI HESABI



Normal inşaat mühendisliği uygulamalarında sık karşılaşılan bir durum olmamakla birlikte özellikle askeri amaçlar için projelendirilen bina ve tesislerin bomba v.b. patlayıcı maddelerin infilak etmesi ile ortaya çıkacak tesirlere göre boyutlandırılması gerekmektedir. Bu grupta gözönünde bulundurulacak tesirler; konvansiyonel silahların kullanıldığı hava saldırıları, uçaktan gönderilen top mermileri, roketler v.b. olabilir. Aynı şekilde infilak edebilecek malzemenin depolandığı yapıların kaza veya dikkatsizlik sonucu benzer etkilere maruz kalması da mümkündür.

Özellikle II. Dünya Savaşı sırasında koruyucu yapı anlayışı ortaya çıkmış ve o günden bu güne kadar konu ile ilgili bir çok deneysel ve teorik çalışma yapılmıştır. Yapılan çalışmaların ağırlık noktasını ise konu ile ilgili yapılan deneysel çalışmalar oluşturmuştur.

Bu çalışmada; patlama tesirleri ile yüklenmesi muhtemel yapılara gelecek yüklerin tayini ve buna göre boyutlandırmanın nasıl yapılacağına ilişkin bilgiler gözden geçirilecektir. Yapılan tamamen teorik bir çalışma olup, patlama neticesinde oluşan basınç dağılımlarının elde edilmesinde geçmiş yıllarda elde edilen ampirik bağıntı ve abaklardan yararlanılmıştır.

Çalışmanın ilk aşamasında patlama konusu özetlenecek ve konu ile ilgili olarak konvansiyonel bir patlamaya göre; önce hesaba esas teşkil eden silahın projelendirilen yapıya hangi mesafede infilak ettiğinin varsayılması gerektiği hakkında bir ilişki geliştirilecektir. Mütakiben patlamadan kaynaklanan hava darbesi ve bunun yapılara ulaşma biçimi ile yaratılan yüklerin tayini yapılacaktır. Daha sonra da basit bir yapının hesabı uygulama şeklinde gösterilecektir. Nükleer silahların göz önüne alınması durumunda hava darbesinin (basınç) yanında aşırı ısı (termal), radyasyon, nükleer toz

(serpinti) gibi başka yan tesirler de vardır. Ancak bunlar bu hesaplamada dikkate alınmayacaktır [9].



6.1 Patlama Etkisi

Genel olarak, içerisinde patlayıcı madde bulunan bir bombanın sıcaklık veya basınç etkisi ile ihtiva ettiği patlayıcının, kimyasal reaksiyona girerek enerji açığa çıkarması patlama olarak isimlendirilmektedir. Bombanın ihtiva ettiği patlayıcı cinsi katı ise bu durumda patlama infilak olarak adlandırılmaktadır. İnilak hızı askeri patlayıcılar için 15 000 ile 28 000 feet/sn arasında değişmektedir.

Patlama ile ortaya çıkan basıncın yapısal etkisi bombanın patlama ortamı ile doğrudan bağıntılıdır. Patlama; havada, zemin yüzeyinde ve zemin içerisinde meydana gelebilir.

Katı bir patlayıcının havada infilak etmesi durumunda başlıca iki etki ortaya çıkmaktadır. Bunlardan birincisi patlayıcıyı çevreleyen muhafaza elemanının parçacık etkisi. İkincisi ise patlama noktasının önünde bulunan havanın sıkışması sonucu ortaya çıkan basınç etkisi olup daha çok bu etki üzerinde durulacaktır.

Zemin içerisinde infilak durumu, özellikle zemine gömülü yapılar için önem arz etmektedir. Bu patlama durumunda ortaya basınç değeri havada infilak durumundan daha şiddetli olup etkileme zamanı da daha fazladır. Bu patlamadan dolayı oluşan yüklemenin şiddetini etkileyen en önemli değişkenler, patlayıcı silahın geometrisi, patlama noktası ile yapı arasında kalan zeminin mekanik özellikleri, patlama noktasının yüzeyden olan derinliği ve patlama noktasının yapıya olan uzaklığıdır.

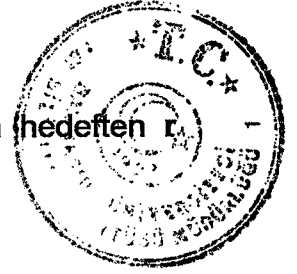
6.2 Dizayn Silahının Patlama Mesafesi



Halen uygulanan askeri tesislerin dizaynına ilişkin usullerde hesaplar, esas teşkil eden bir saldırı silahının ve bu silahın hesabı yapılan yapıdan ölçülen patlama mesafesinin kararlaştırılması lazımdır [10]. Bu karar verildikten sonra eldeki teorik veya ampirik bilgilerden yararlanılarak yapıya gelecek yüklerin tayinine geçilebilir. Yapının toprağa tamamen veya kısmen gömülü ya da açıkta olması ile saldırıyı yaptığı düşünülen tarafın elinde bulundurduğu silahın özelliklerini (içindeki TNT veya eşdeğer malzemenin miktarı, havada mı, yüzeyde mi yoksa toprağa saplandıktan sonra mı infilak ettiği, hedefe nasıl fırlatıldığı ve nasıl yönlendirildiği) bilinmeli ya da kabul edilmelidir. Yukarıdaki faktörler arasında en önemlilerinden biri silahın hedefi bulma hassasiyeti ile düşmanın korumak istediğimiz hedefi vurmak için kaç teşebbüste bulunacağıdır. Bir hedefin stratejik değeri arttıkça düşmanın onu yok etmek amacıyla sarf etmeyi göze alacağı kaynakta artar.

Eğer bir hedefi nokta olarak temsil edecek olursak herhangi bir silahın buna isabet kaydetmesi mümkün değildir. Ancak hedeflerin mutlaka belirli boyutları vardır ve yapıda meydana gelen tesirler bakımından tam isabet kadar etkili sonuçlar doğuran yakın isabetler de mevcuttur. Askeri uygulamalarda bir silahın nişan alınan hedeften sapma mesafesi (İngilizce kısaltmasının baş harfleri ile ifade edilen) " CEP " (Circular Error Probability) ile temsil edilir. Bu sayı silahın belirli bir yüzde ile hedefin ne kadar yakınına düşeceğini ifade eder. Genelde kastedilen ihtimal yüzde 50'dir. Başka bir ifade ile CEP'in 20 m olması atılan silah yüzde 50 ihtimalle hedefin 20 m veya daha yakınına düşecek demektir.

Şimdi bu kavramı geliştirerek nişan hassasiyetini CEP ile göstermeye devam etmekle beraber buna karşı gelen ihtimale genel olarak p' adını



verelim. Geometrik ihtimal kavramından hareketle bu silahın (hedeften r) mesafesi içine düşmesi p^n için

$$p^n = p' (r / CEP)^2 \quad (6.1)$$

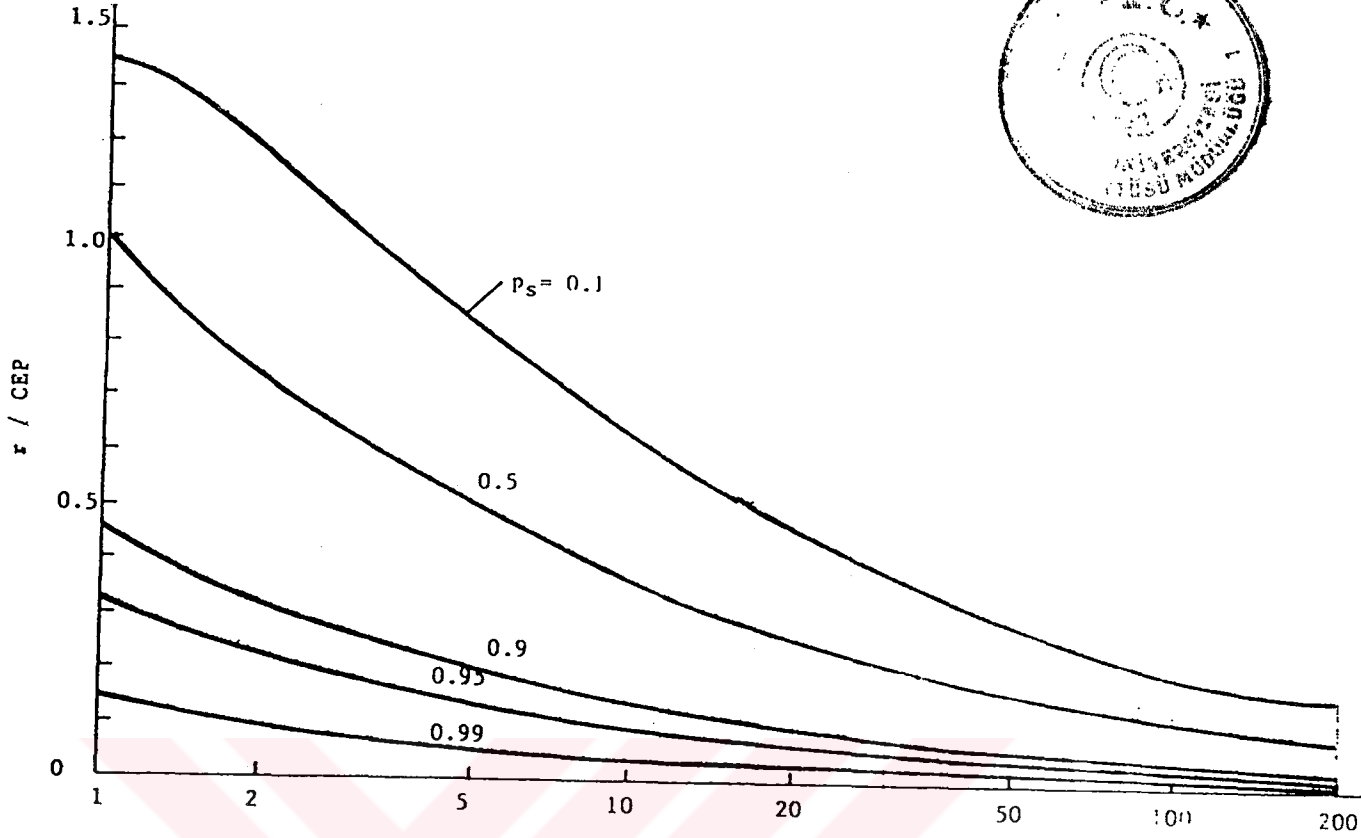
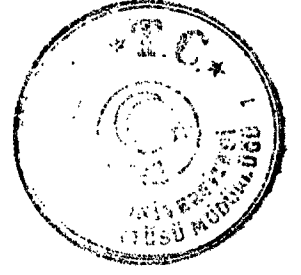
yazabiliriz. Hedefe n atış yapılsın. Bunların hepsinin r veya daha uzağa isabet etmesi ihtimali

$$p_s = (1 - p^n)^n \quad (6.2)$$

ile gösterilebilir. Denklem (6.2) basit görünüşüne rağmen çok önemli bir sonucu gizlemektedir. Eğer hedef olan yapı dizayn silahının r mesafesinde patlamasına göre hesaplanmış ise denklem (6.2) yapının saldırıyı atlatabilme ihtimalidir. Bu ifadeyi denklem (6.1) e koyup r için çözecek olursak istenilen "beka" (bunu ingilizcedeki "surviveability" karşılığında kullanıyoruz) ihtimali için gerekli mesafeyi bulabiliriz.

$$r / CEP = \sqrt[3]{ 1 - (p_s)^{1/n} } / p' \quad (6.3)$$

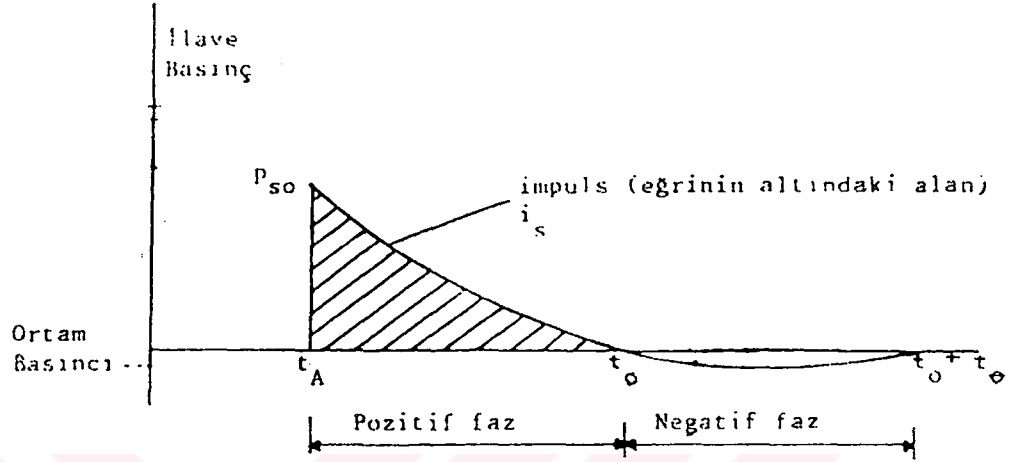
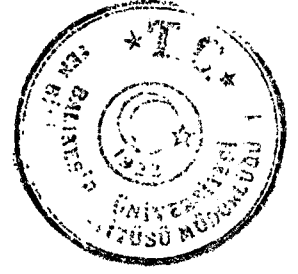
Şekil 6.1 de $p' = 0.5$ için farklı p_s değerlerine karşı gelen r / CEP oranları gösterilmektedir. Buradan da görüleceği gibi ferdi atışlardaki isabet ne kadar düşük olursa olsun atış sayısı arttıkça ($n \rightarrow \infty$) isabet şansı da artmaktadır. Beka ihtimalinin 0.5 olması istenildiğinde 5 atışa maruz bir hedefin CEP 'nin yarısı kadar uzakta infilak eden silaha göre hesabı gerekmektedir.



Şekil 6.1 CEP İsabet İhtimali Cinsinden $p'=0.5$ için dizayn infilak mesafeleri

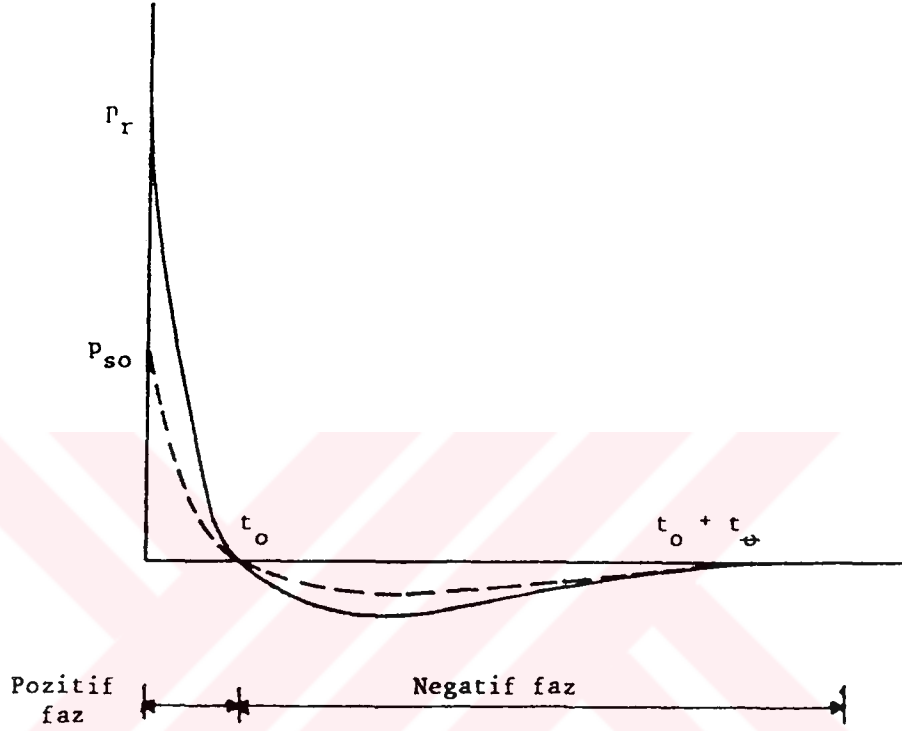
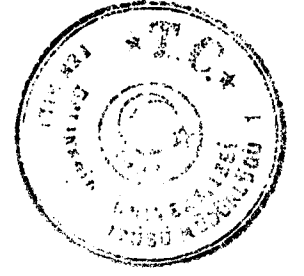
6.3 Hava Darbesi

Başlangıçta da ifade edildiği gibi bu çalışmadaki ağırlık verilecek husus silahın infilak etmesi sonucu doğan hava darbesi ile yüklenen yapıların hesabıdır. Silahın ihtiva ettiği kimyasal enerjinin patlama ile aniden boşaltılması büyük bir basınç artışına yol açar. Bu ek basınç dalgası atmosfer basıncından en yüksek değerine kadar ani bir yükselme, bunu izleyen safhada atmosfer basıncının altına düşme ve en son olarak da atmosfer basıncına yavaş bir yükselme ile modelize edilmektedir. Bu ilave basınç dalgası patlama noktasından uzaklaştıkça azalan bir hızla radyal yönde genişler. Patlamadan herhangi bir uzaklıktaki ek basıncın (p_{so}) zamana göre değişimi Şekil 6.2 'deki gibidir.



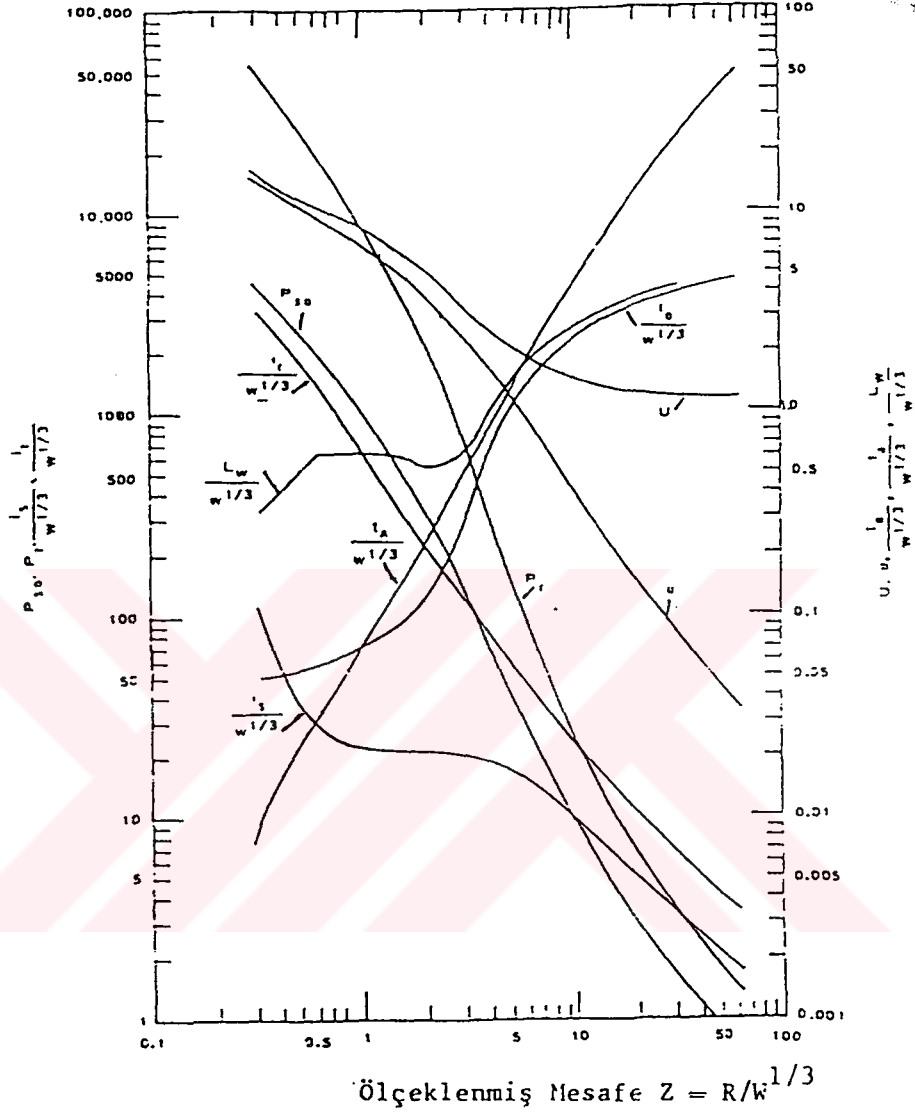
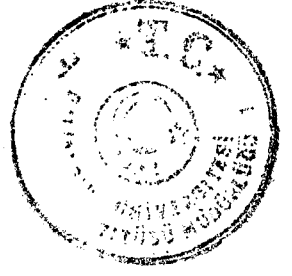
Şekil 6.2 Serbest ortamdaki Basınç - Zaman değişimi

Genelde basıncın başlangıç değerinden küçük değerlere ulaştığı negatif faz önemsiz olup hesaplamalarda dikkate alınmamaktadır. Şekil 6.2'de gösterilen Basınç - Zaman değişimi, basınç dalgalarının serbest ortamda ilerleme durumunu göstermektedir. Patlama ile ortaya çıkan şok dalgası, ilerleme esnasında yolunun üzerinde rijit bir yüzeye rastlarsa o yüzey üzerinde bir yansıma basıncı meydana getirir. Bu durumda yüzey yansımadan dolayı daha fazla bir basınca maruz kalmaktadır. Yansıma basıncının büyüklüğü patlama basıncı p_{so} ile basınç dalgasının yüzeye çarpma açısına bağlı olmaktadır [10]. Sonsuz büyüklükteki bir yansıtıcıya p_{so} değeri ile gelen bir şok dalgası sonunda o yapının üzerine düşen yansımış basıncın değişimi şematik olarak Şekil 6.3 'te verilmektedir.



Şekil 6.3 Yansıtılan Basınç - Zaman değişimi [10]

İnfilak eden TNT veya eşdeğeri malzemenin ağırlığının $1/3$ 'ncü kuvveti hesaplarda ihtiyaç duyulan çeşitli parametreler için ortak normalleştirici faktördür [9.10]. Şekil 6.4 yüzeyde infilak eden TNT için hesaplarda kullanılacak önemli değişkenleri sergilemektedir [10]. Bu abağın kullanılmasında dikkat edilecek husus eğrilerin İngiliz birimlerine göre düzenlenmiş olmalarıdır. Örnek olarak $Z_s=10 \text{ ft} / \text{lb}^{1/3}$ için $p_{so} = 10 \text{ psi}$ veya 70 kN/m^2 dir.



- p_{so} = maksimum gelen artı basınç, psi $L_w/W^{1/3}$ = pozitif fazın ölçeklenmiş dalgaboyu, ft/lb^{1/3}
- p_r = maksimum yansıyan basınç, psi U = şok cephesi hızı, ft/ms
- $i_s/W^{1/3}$ = ölçeklenmiş pozitif gelen impuls, psi-ms/lb u = parçacık hızı, ft/ms
- $i_r/W^{1/3}$ = ölçeklenmiş pozitif yansıyan impuls, psi-ms/lb W = patlayan malzeme, lb
- $\tau_A/W^{1/3}$ = ölçeklenmiş şok cephesinin varış süresi, ms/lb^{1/3} R = infilak mesafesi, ft
- $\tau_O/W^{1/3}$ = ölçeklenmiş pozitif faz süresi, ms/lb^{1/3} Z = ölçeklenmiş mesafe, ft/lb^{1/3}

Şekil 6.4 Yüzeyde infilak eden silahın dinamik etkileri [10]

Saldırı silahının hedef üzerinde infilak etmesi ile toprak yüzeyinde infilak edip yapıya çarpmadan önce yansıma yapması bazı farklar yaratır. İkinci halde gelen dalga ile yansıyan dalga bir araya gelir ve birbirlerini meydana gelen Mach cephesinde kuvvetlendirirler. Sonuçta Mach cephesindeki basınç serbest atmosferdeki patlamanın yarattığı basınçtan daha büyük genliklere ulaşır. Bu etkiler de Şekil 6.4'ten okunabilir. Eğer dizayn silahı havada infilak ederse meydana gelen etkiler Şekil 6.4'teki kadar şiddetli değildir. Pek yakına isabet eden mermiler hariç meydana gelen şok dalgasının düzlem bir dalga cephesi olduğu varsayılabilir. Şekil 6.3'te şematik olarak gösterilen dinamik basınç etkisinin hesabı için de abaklar mevcuttur [10].

Yapılara gelen yüklerin tayininde bilinmesi gereken sonuncu parametre basınç bileşenlerinin zaman ile nasıl değiştiğidir. Şekil 6.2'de verilen idealize edilmiş değişimden görüldüğü gibi basınç ani bir artış ile en büyük değerine ulaşmakta, sonra başlangıç basıncına üstel bir şekilde inmekte, ardından negatif faza geçmektedir. Hesaplarda bu şekil yerine sadece pozitif fazı temsil eden eşdeğer bir üçgen almak yeterlidir. Üçgen yükün süresi için

$$t_{of} = 2i / p_{so} \quad (6.4)$$

alınmaktadır. Bu denklemde;

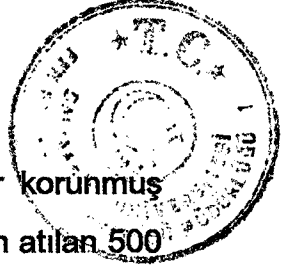
i : Gerek gelen gerekse yansıyan şok cephanesinin impulsunu

p_{so} : Şok cephanesinin en büyük basınç değerini göstermektedir.

Dinamik basınç süresi gelen basınç süresi ile aynı olarak alınabilir.

Daha önce de ifade edildiği gibi bu ideal durumların yanı sıra korunması istenen yapıların hesabı için göz önüne alınması gereken birçok ilave husus vardır. Biz bunları incelememizin dışında tutarak basit halin uygulamasını bir örnek uygulama ile açıklamak istiyoruz.

6.4 Uygulama



Tavan döşemesinin üst kotu toprak seviyesinde olan bir korunmuş yapı verilmektedir. Bu yapının hesabı bombardıman uçaklarından atılan 500 kg 'lık genel maksatlı tahrip bombasına göre yapılacaktır. Bombanın kovan ağırlığı 225 kg olarak verilmiştir.

Yapılan değerlendirmeler düşman isabet göstergesi CEP 'in $p^l = 0.5$ için 50 m olduğunu, ayrıca bu hedefi tahrip etmek için düşmanın her biri 4 adet bomba aşayan 2 uçağını teksif edeceğini göstermektedir. Savunan taraf saldırı vukubulduğu taktirde bekasını 0.2 ihtimalle garanti altına almak istemektedir.

İlk iş bombanın hangi mesafede infilak edeceğininin tayinidir. Bu maksatla denklem (6.3) 'ten

$$r / CEP = \sqrt{\{ 1 - (p_s)^{1/n} \} / p^l}$$

$$p_s = 0.2$$

$$p^l = 0.5$$

$$n = 8$$

$$CEP = 50 \text{ m için } r = 30 \text{ m bulunur.}$$

Eğer her silahın farklı bir anda patladığı varsayımını yapacak olursak yüzeydeki basıncın tayini için şu adımları izlemek gerekir.

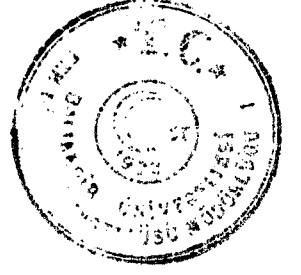
$$\text{Patlayıcı madde ağırlığı (W)} = 500 - 225 = 275 \text{ kg} = 606 \text{ lb}$$

$$\text{Patlama noktasının yapıya olan uzaklığı (R)} = 30 \text{ m} = 100 \text{ ft}$$

$$\text{Ölçeklenmiş mesafe (Z) } Z = R / w^{1/3}$$

$$Z = 100 / (606)^{1/3} = 11.8 \text{ ft} / \text{lb}^{1/3}$$

Bu değerler ile Şekil 6.4 'ten emniyetli tarafta kalacak şekilde



Maksimum gelen artı basınç

$$p_{so} = 7 \text{ psi} = 50 \text{ kN} / \text{m}^2$$

Şok cephesi hızı

$$U = 1.2 \text{ ft} / \text{ms} = 0.36 \text{ m} / \text{ms}$$

Pozitif gelen impuls

$$i_s / w^{1/3} = 8 \text{ psi} - \text{ms} / \text{lb}^{1/3} = 72 \text{ kPa} - \text{ms} / \text{kg}^{1/3}$$

$$i_s = 468 \text{ kPa} - \text{ms}$$

Pozitif faz süresi

$$t_o / w^{1/3} = 3 \text{ ms} / \text{lb}^{1/3} = 3.9 \text{ ms} / \text{kg}^{1/3}$$

$$t_o = 25.4 \text{ ms}$$

Şok cephesinin varış süresi

$$t_A / w^{1/3} = 6 \text{ ms} / \text{lb}^{1/3} = 7.8 \text{ ms} / \text{kg}^{1/3}$$

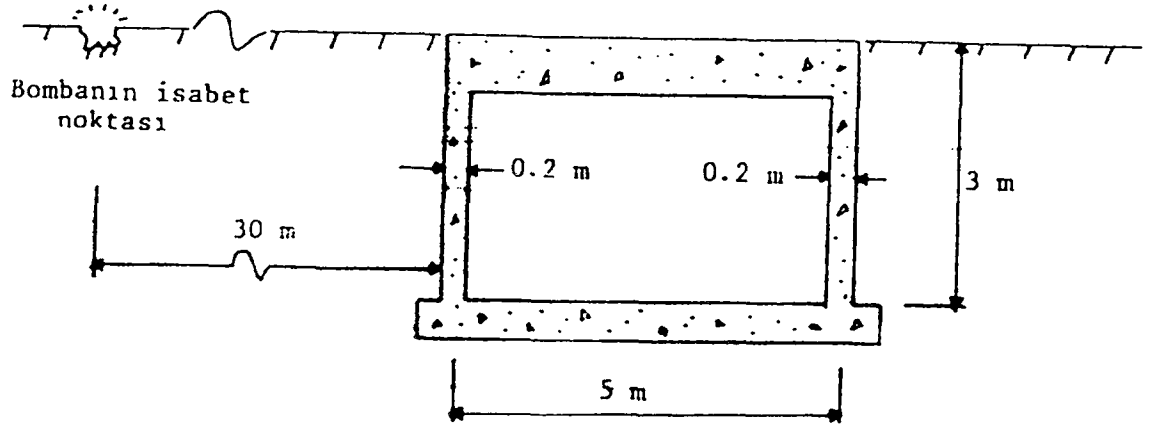
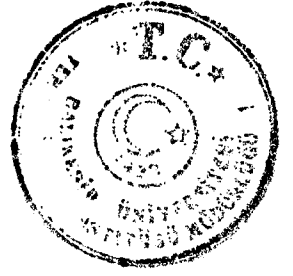
$$t_A = 51 \text{ ms} \text{ okunur.}$$

Denklem (6.4)'ten üçgen yükün etki süresi

$$t_{of} = 2i / p_{so} = 2 \times 468 / 35 = 26.7 \text{ ms}$$

Görüldüğü gibi eşdeğer üçgen yükün etki süresi pozitif faz ile yaklaşık aynı çıkmaktadır. Ayrıca bu problem için yansıma veya dinamik basınç da söz konusu değildir.

Hava darbesi yükünün maksimum değerinin bulunmasından sonra tavan döşemesinin boyutlandırılmasına geçilebilir. Şekil 6.5 'te şematize edilen sistemi tek yönde çalışan bir döşeme olarak ele alıp hava basıncının 5 m'lik açıklık üzerinde düzgün yayılı olmasını ihmal edecek olursak ilk hesaplar için literatürdeki bazı dizayn abaklarını kullanabiliriz.



Şekil 6.5 Örnek problem boyutları

Daha kesin hesap veya davranış tahminleri için akma sınırı ötesi davranışı gözönüne alan adım adım entegrasyona bağlı hesaplar yapmak gereklidir. Yapının bu aşamadaki hesabı için hava darbesi olduğu kadar toprakla nakledilen titreşim etkilerini de hesaba katmak gerekebilir.

Şimdi malzeme ile ilgili bazı kabuller yapalım. Beton karakteristik dayanımı için

$$f_{ck} = 25 \text{ N / mm}^2 \quad (\cong 250 \text{ kg / cm}^2)$$

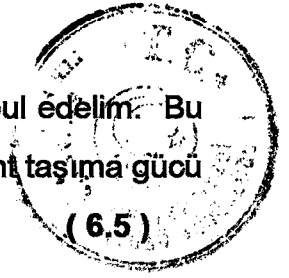
Çelik için

$$f_{sk} = 280 \text{ N / mm}^2 \quad (\cong 2'800 \text{ kg / cm}^2)$$

Beton ve çelik hızla yüklendiklerinde ilave dayanım gösterir. Bu dayanım artışını burada karakterisitk değerleri hesap değerleri olarak kullanarak işe katacağız. Duvar kalınlığı 0.2 m verildiğine göre tavan döşemesinin derinliğinin tayininde mesnetlerdeki mafsallaşmanın daha derin olacağını tahmin ettiğimiz döşemeden duvarların üst uçlarına kayacağını söyleyebiliriz.

Duvarların donatı oranını her iki yüz için $\rho_1 = 0.004$ olarak kabul edelim. Bu durumda 1 m genişlikteki bir döşeme şeridi için duvarın moment taşıma gücü

$$M_1 = 0.9 f_{sk} \rho_1 d_1^2$$



denkleminde $d_1 = 0.17$ m için

$$M_1 = 29 \text{ kN} \cdot \text{m} / \text{m} \text{ bulunur}$$

Burada döşemeden duvara aktarılan normal kuvvetin momente olan etkisi ihmal edilmiştir. Döşeme mesnetlerindeki bu moment kapasitesinin tayininden sonra ortadaki derinlik ve donatı miktarının tayinine geçilebilir. Eğer uygulanan yük statik bir basınç olsaydı döşemeyi bir mekanizma haline getirmesi için değerinin

$$p_{so} = 4 \frac{2M_1 + 2M_2}{L^2} \quad (6.6)$$

olması gerekir. Burada 2 alt indisi döşeme ortasını göstermektedir.

$$p_{so} = 50 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$L = 5 \text{ m}$$

$$M_1 = 29 \text{ kN} \cdot \text{m} / \text{m} \text{ olarak yerine konursa}$$

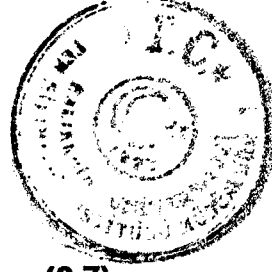
$$M_2 = 127.3 \text{ kN} \cdot \text{m} / \text{m} \text{ hesaplanır}$$

Eğer $\rho_2 = 0.008$ kabulüyle ve denklem (6.5) ile hesap yapılırsa ortadaki döşeme

donatı derinliği d_2 için 0.25 m bulunur.

Demek ki ilk hesaplar için pas payları da dahil döşeme kalınlığı 0.30m olabilir. Bu adımdan sonra hesaplarımızı genişliği 1.0 m ve basınç donatı yüzdesi 0.004 olan bir kirişe göre yürütebiliriz. İnfilak etkisi ile bu döşemenin elastik sınır ötesine geçmesi başlangıçtan kabul edildiğine göre düktilite oranının $\mu = 4$ civarında tutulması amaçlanmaktadır.

Moment kapasitesi denklem (6.5) yerine daha kesin olan



$$M_2 = \{ \rho (d - 0.5 h) + \rho' (0.5 h - d') \} d f_{sk} + 0.425 \beta_1 k_u d f_{ck} (h - \beta_1 k_u d) \quad (6.7)$$

ile bulunabilir. Denklem (6.7)'deki işaretler taşıma gücü notasyonunun standart ifadeleri olup Şekil 6.7' de tarif edilmektedir.

Ayrıca:

$$k_u = \frac{(\rho - \rho') f_{sk}}{0.85 \beta_1 f_{ck}} , \quad \beta_1 = 0.85 \quad (6.8)$$

$$k_u = 0.06$$

bulduğuna göre $M_2 = 78.9 \text{ kN} \cdot \text{m} / \text{m}$ olarak hesaplanır. Görüldüğü gibi normal donatı miktarları için denklem (6.5) ile (6.7) arasındaki fark çok azdır.

Bu ana kadar problemin dinamik karakteri gözönüne alınmamakla beraber boyut ve donatısı belli olduğuna göre [11] no 'lu kaynaktan alınan periyot hesabına geçilebilir.

$$T = \frac{L^2}{21'600 d \sqrt{\rho}} \quad (6.9)$$

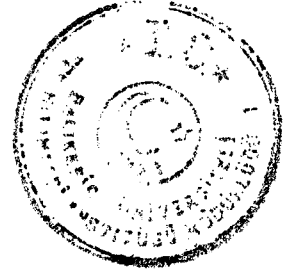
Denklem (6.9)'da

$$L = 5 \text{ m}$$

$$d = 0.25 \text{ m}$$

yerine konursa $T = 52 \text{ ms}$ bulunur

Şimdi tek serbestlik dereceli bir sistem olarak düşünebileceğimiz döşemenin maksimum yer değiştirmesini bulalım.



$$t_{of} / T = 26.7 / 52 = 0.51$$

olduğuna göre $\mu = x_m / x_y = 4$ için Şekil 6.6 'dan

$$t_m / T = 0.62$$

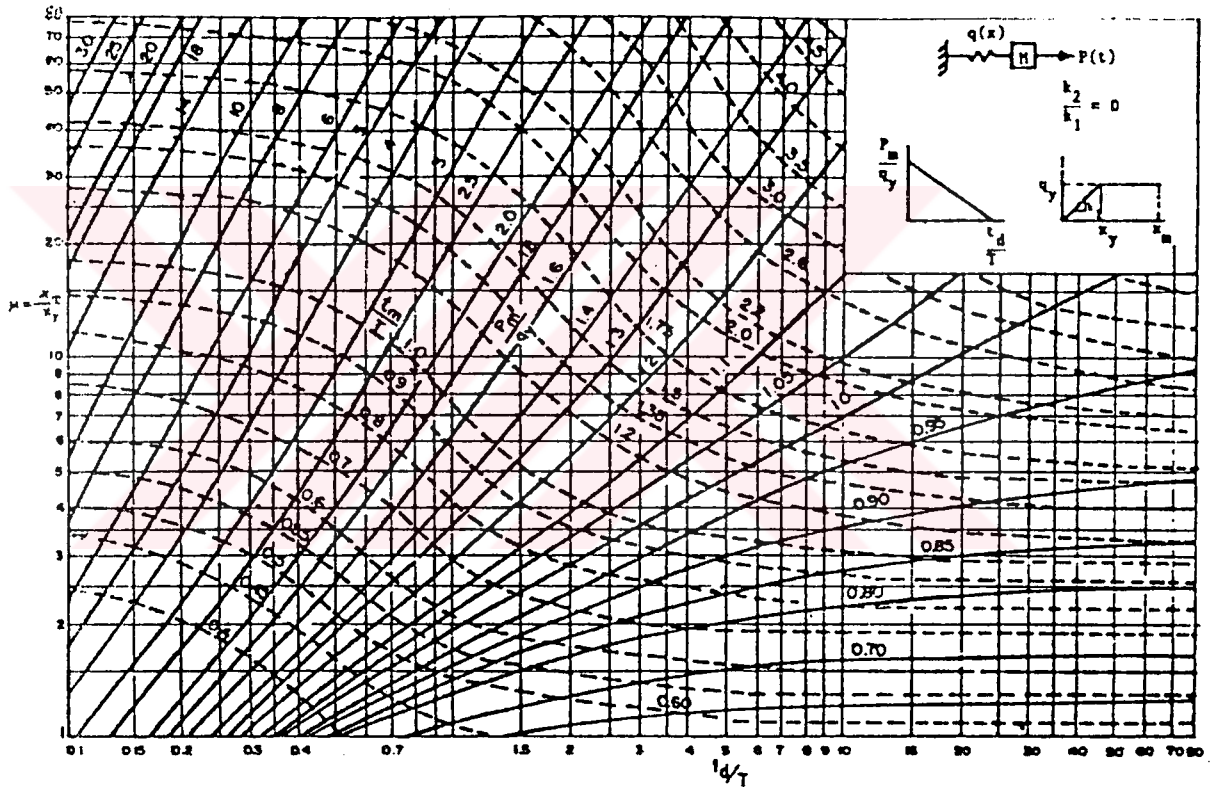
$$p_m / r_{yf} = 2$$

bulunur

Demekki döşemenin sahip olması gereken taşıma gücü

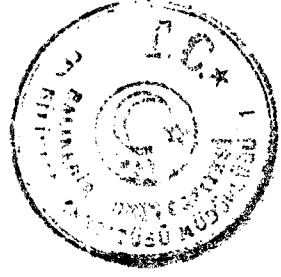
$$p_m = p_{so} = 50 \text{ kN} / \text{m}^2 \text{ için} \quad r_{yf} = 25 \text{ kN} / \text{m}^2$$

olmalıdır.



Şekil 6.6 İdealize edilmiş Elastik - Plastik sistemlerin impulsif ugen yüklere karşı tepkisi [9]

Diğer bir ifadeyle düktilitenin $\mu = 4$ olarak sağlanması taşıma gücünün statik ifadeyle hesaplanan değerin yarısı olmasıyla sağlanabilmektedir. Donatıyı azaltabileceğimiz belli olduğuna göre



$\rho = 0.005$ için denklem (6.7)'den

$$d_2 = 0.2 \text{ m}$$

veya toplam derinlik

$$h = 0.25 \text{ m}$$

bulunur. Buradan döşemenin duvar kalınlığında olabileceği sonucu çıkartılabilirse de kayma gerilmelerinin tahkikin de yapılması gerekir. Duvar yüzünden 0.25 m ötedeki kesitte mevcut kesme

$$V' = 50 \times 2.5 \times \frac{2.5 - 0.25}{2.5} = 112.5 \text{ kN / m}$$

$$\begin{aligned} V_{uc} &= 158 d \sqrt{f_{ck}} \quad [11] \\ &= 158 \times 0.2 \sqrt{25} \\ &= 158 \text{ kN / m} \end{aligned}$$

Görüldüğü gibi kesme kapasitesi maksimum tesirin üzerindedir ve 0,25 m lik döşeme kullanılabilir. Yeni derinlik için $T = 0.82 \text{ ms}$ ve

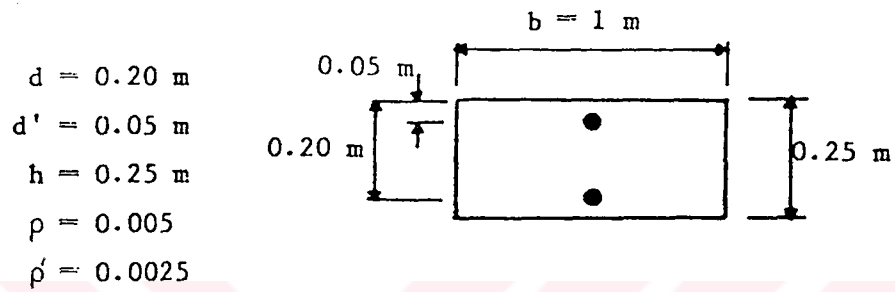
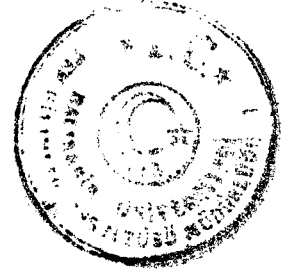
$$t_{of} / T = 26.7 / 82 = 0.33$$

olduğuna göre

$$t_m / T = 0.55$$

$$p_m / r_{yf} = 2.5$$

bulunur. Bu değerlerle yeni bir hesaplama yapmaya gerek yoktur ve kesit Şekil 6.7 'deki gibi kesinleştirilebilir.



Şekil 6.7 Hesaplanan kesit



7. SONUÇ

Sığınak tarihi çok eski olmasına rağmen, II. Dünya Savaşı, nükleer silahların kullanılması, gelecekte de kullanıma ihtimali olması ve bunların etkilerinin büyüklüğü insanları yeraltı sığınaklarına yöneltmiştir.

Bir tehlike anında, insanların ve harp gücünü etkileyen kıymetlerin korunması amacıyla yapılan sığınakların; görevlerini yerine getirip getiremeyeceği sığınakın inşai savunmasına ve bakımlı olarak muhafaza edilmesine bağlı olduğu bilinmelidir.

Sığınak inşasında öncelikle tehlikenin ve müteakip etkilerinin çok iyi tahmin edilmesi, daha sonra da bu etkilere karşı korunma ilkelerinin tespiti gerekir. Bu korunma ilkeleri doğrultusunda inşai savunma yapılır. İnşai savunma, öncelikle yeni yapılacak bina ve tesislerde uygulanır. Mevcut bina ve tesislerde de takviye edici önlemler alınmalıdır.

Bu çalışmada, inşai savunma kapsamında olmak üzere serbest ortamda patlayan bir konvansiyonel bombanın binalara etkileri incelenmiş ve inceleme sonucunda konvansiyonel veya nükleer bomba tesirlerinde diğer dinamik etkiler gibi önceden tahmin edilecek boyutlandırmanın ona göre yapılabileceği gözlenmiştir.

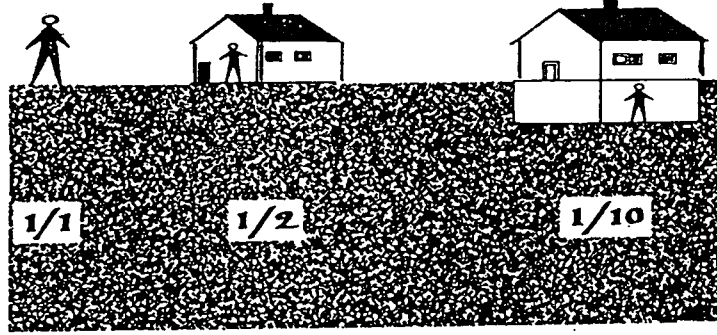
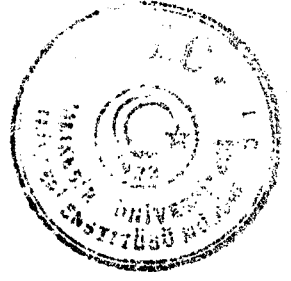
Bu çalışma sonucunda, Nato standartları esas alınarak yapılan ve barışta da amacına yakın maksatla kullanılan sığınakların haricinde, özellikle sivil halka yönelik sığınakların yeterli korunma sağlayamayacağı gözlenmiştir.

İnşai savunmada, binaların çelik iskeletli veya betonarme yapılmasına, çatı katı ve pencerelerinin yanmaz malzemedan olmasına, blast dalgasının bina içinden geçmesini sağlamak için koridora bakan duvarlarda da pencere açılmasına, yolların enkazdan sonra da geçilebilir genişlikte olmasına, sığınak tehlike çıkışlarının enkaz sahaları dışında tutulmasına dikkat edilmelidir. Savunma sanayinin gelişmesine paralel olarak ilgili yönetmelik ve hükümler de geliştirilmelidir. İnsan hayatını korumak amacıyla inşa edilen sığınaklar toplu mezarlar olmamalıdır.

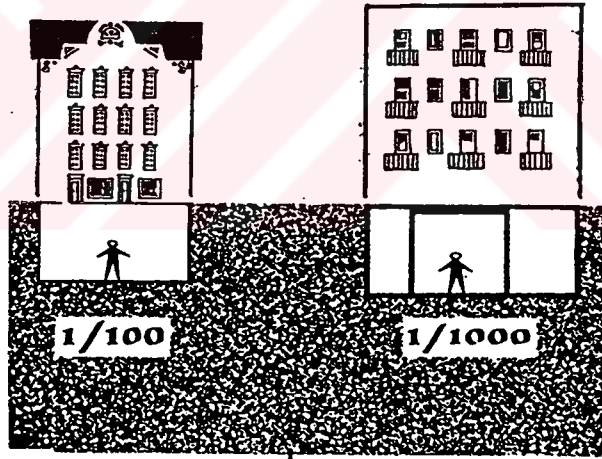


EKLER



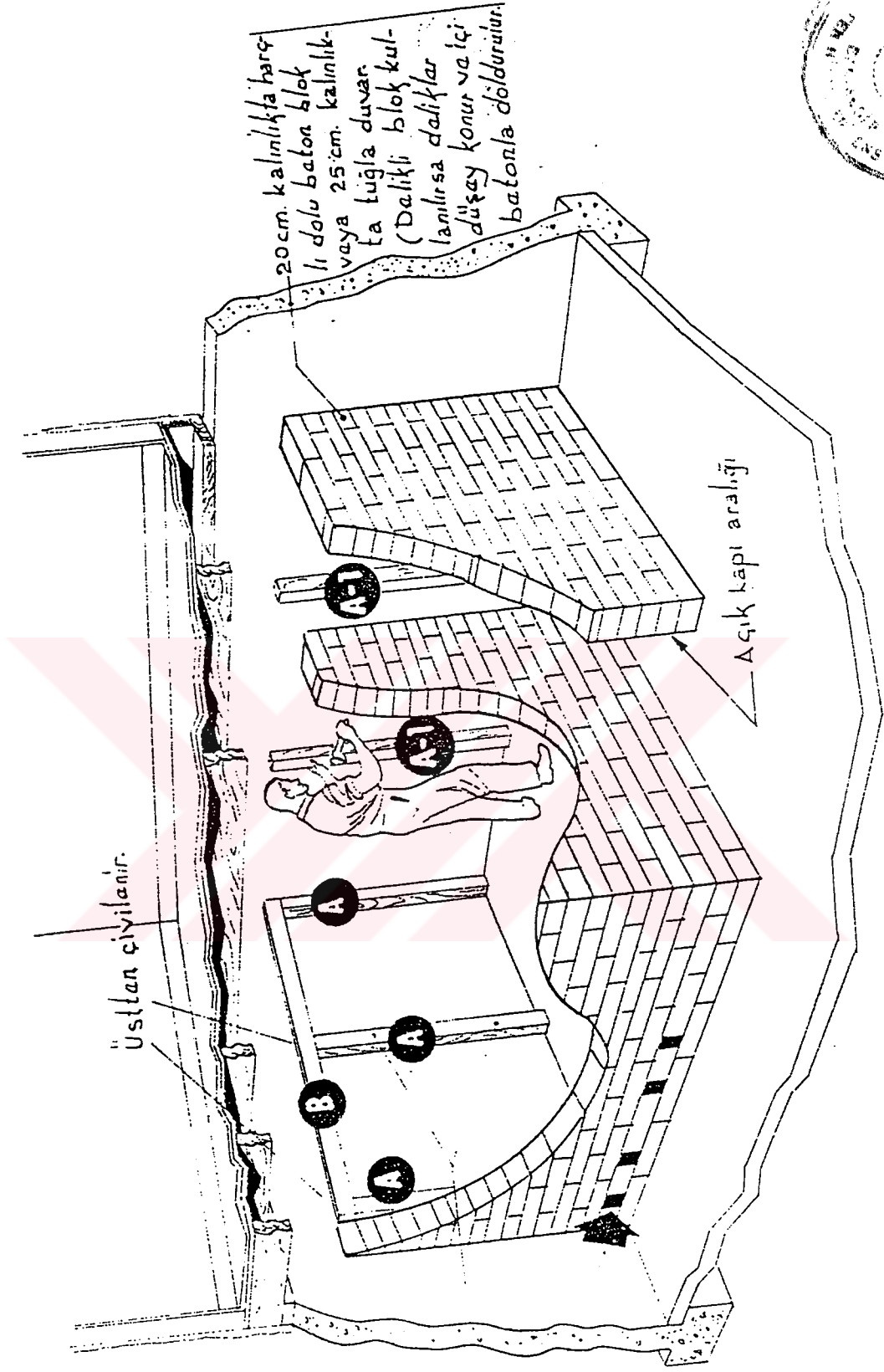


Açıkta Tek katlı evde Bodrumda

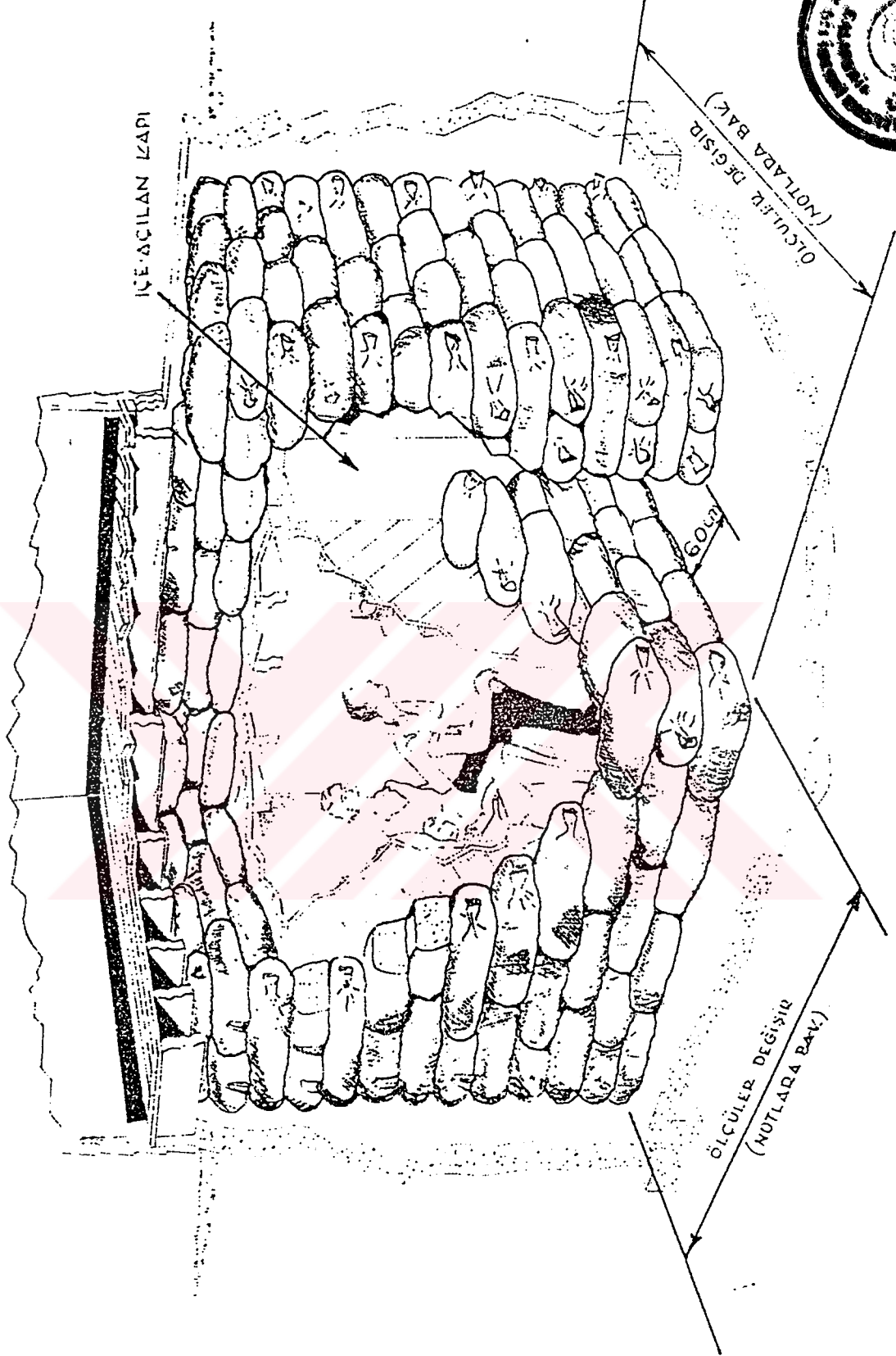
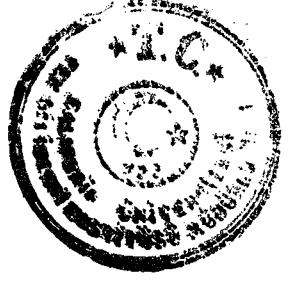


Apartmanı bodrumunda Çok katlı büyük
bina bodrum sif. da

EK -A Açıkta ve değişik tip sığınaklarda radyasyona karşı korunma nispetleri



EK - B Bina bodrumlarında aile hafif serpinti sığınağı yapımı



EK - C Bodrumda kum torbaları ile yapılan geçici aile serpinti sığınağı

KAYNAKÇA



- [1] Son Değişikliklere Göre Hazırlanmış İmar Mevzuatı, Beta Yayınları, II. Basım, İSTANBUL (1992),364.
- [2] Modren Sığınaklar, K.K.K Pasif Korunma Yayınları (1990).
- [3] Karahanlı, E., Zarakol, N.E., Günümüz Savaşları, Savaşların Etkileri ve Korunma Yöntemleri NBC Okulu , İSTANBUL (1991).
- [4] Ankara İmar Yönetmeliği (TOMMB) (1994), 68, 108.
- [5] Sivil Savunma Yönetmeliği, T.C. İç İşleri Bakanlığı Sivil Savunma Dairesi başkanlığı. (1995).
- [6] Associate Committee,Nuclear Risk Protective Equipment ABD,(1990).
- [7] Avcı, N.,Yurdanur D., Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Yapı İşleri Daire Başkanlığı'nın İsrail Seyahati, Teknik Raporu (1994).
- [8] T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Sığınak Tüzük ve Esasları, (1994).
- [9] Gülkan , P., 1991 Yapıların Patlama Tesirlerine Karşı Hesabı, İMO X.Teknik Kongre bildiriler kitabı cilt -1, ANKARA, Ekim-1989.
- [10] TM 5-855-1 Fundamentals of Protective Design for Conventional Weapons, 1986.
- [11] American Society of Civil Engineers, Design of Structures to Resist Nuclear Weapons Effects, ASCE Manual No. 42, N.Y., 1985.