

#### 4. YAPILARDA DEPREM HASARI :

##### 4.1. Yapı Hasarlarının Dağılımı :

Yapılardaki deprem hasarlarını içine alan saha Vardar Vadisi'nde bir şerit halinde uzanmaktadır. Bu şeritin batı sınırı, çok şiddetli hasara uğramış sahanın merkezinden itibaren 8 km, doğu sınırı ise 12 km. uzunlukta yer almıştır.

Astronomi gözlem binasından, Tito Çelik Fabrikası'na kadar olan sahada, hasar oldukça ciddi idi, bilhassa Teknik Fakülte, Üsküp İstasyonu ve Kale Bölgesi'ndeki hisarla sınırlanan sahada hasar çok fazla ağır idi.

Yapılardaki sismik tahribatın derecesine göre Üsküp Bölgesi'ni, yaklaşıklıkla, dört kısma ayıran harita şekil 3 te, Ek C de gösterilmiştir.

##### 4.2. Genel Özellik :

Üsküp'teki yapılar, inşa tarzlarına göre aşağıdaki dört grupta toplanabilirler :

- a) Tuğla inşaat (yığma)
- b) Karışık tip yapılar. Tuğla duvarlar, betonarme kolonlar ile birlikte teşkil edilmiş yapılar.
- c) Betonarme çerçeveli yapılar (rijit çerçeve)
- d) Eski tip binalar (Ahşap karkas, tuğla duvarlı)

Depremden sonra, Yugoslavya'nın başlıca merkezlerinden Üsküp'e gelen, inşaat mühendislerinden ibaret heyetler hasar gören yapıları inceleyip, tamirat veya yıkma maksadiyle bunları muhtelif gruplara ayırdılar.

Bütün binalar, yapının tipini ve hasar derecesini gösterecek şekilde renkli çizgilerle işaretlenmiştir. Hasar özellikleri ve mahiyeti, Tablo 2 ve Ek B de gösterildiği üzere, Makedonya Sosyal Cumhuriyeti İstatistik Enstitüsü'nde kayda geçirilmiştir. (Bazı tashihatlar Üsküp Üniversitesi Profesörlerinin tavsiyelerine dayanılarak yapılmıştır).

Bahis konusu tabloya göre, deprem anında Üsküp'te 51,000 mesken mevcuttu. Bundan % 10 nu tamamiyle çöktü, % 37 si ağır hasara uğradı ve mecburen yıkılacaktır, % 30 u ciddi surette ve % 20 si hafif şekilde binaların yapı kısımlarında hasara uğramışlardır.

Deprem tahribatının en önemli özelliği, tuğla yapılarda ağır hasara, modern betonarme çerçeveli yapılarda ise hafif hasara sebep olmasıydı.

Yugoslav Mühendisler Hey'etinin, yukarıda bahsedilen hasar inceleme faaliyetleri hususunda takip ettikleri usûl, gelecekteki deprem tehlikelerini önlemede uygun tedbir olarak düşünülebilir.

#### 4.3. Tuğla Yapılar :

Bu çeşit yapılar, birbirlerine betonarme hatıl ve kirişlerle bağlanmış taşıyıcı ve ayırıcı tuğla duvarlardan ibarettir. (Zeminde beton temeller üzerine otururlar). Binalar, yük taşıyıcı duvarlara, bazen açıklık doğrultusunda, bazen tûlani doğrultuda bazen de her iki doğrultuda sahiptirler. Taşıyıcı duvarların kalınlığı 25 cm. veyahut 38 cm. dir. Bu ölçüler tuğlanın birim ölçüleri olan  $25 \times 12,5 \times 6$  cm. ye bağlıdır ve tuğlalar arasında 1 cm. kalınlığında derzler mevcuttur.

Yapıların döşeme inşaatı, betonarme hazır döşeme blokları ile veya betonarmeden, dökülerek yapılmaktadır.

Bu çeşit inşaat, genellikle dört katlı yapılara kadar tatbik edilir (bazen beş veyahut daha fazla katlı yapılar için) ve mühim olarak statik hesaplamada ve projede, deprem kuvvetleri için hiçbir mütalâa göz önüne alınmamıştır. Yapılarda en şiddetli hasar, tuğla duvarların oynaması, binaların köşelerinde çökmeler ve bundan başka katın tamamen ezilmesi şeklinde idi. Genel olarak hasar üst katlarda şiddetli idi.

Bu çeşit hasar, bağlayıcı kireç harcın, hiç çimentosuz düşük kalitede olmasından, kötü tuğla işçiliğinden ve kezâ tuğlanın yeter mukavemeti haiz olmamasından ileri gelmiştir.

Tuğla binalarda deprem tahribatına ait resimler Ek D. de gösterilmiştir.

#### 4.4. Karışık Tipte Yapılar :

Bu çeşit yapı, yük taşıyıcı betonarme kolonlarla beraber, tuğla taşıyıcı ve ayırıcı duvarlardan ibarettir. Bu düşey elemanlar, betonarme hatıllar ve kirişlerle bağlanmıştır. Zeminde beton temeller mevcuttur ve kat döşemeleri hazır paneller veyahut dökme betonla tertip edilir.

Bu tip inşaat, muhtelif katlı binalar için kullanılır ve ilk katları bazen, taşıyıcı duvarları olmadan dükkân olarak kullanılır. Belirtilmesi gereken husus olarak, bahis konusu yapıların sadece düşey yükler için hesaplandığı not edilmelidir.

Karışık tipte yapıların, tuğla duvarlarındaki hasar, tuğla yapıların duvarlarındaki hasar gibidir, fakat hasar derecesi, daha azdır. Bu binalardaki hasarın en önemli özelliği olarak, ilk katı dükkân olan tiplerde dağıtılan kolonların çöküşü neticesi katın büyük tarzda bükülmesi, yıkılması zikredilebilir.

Karışık tipte binalardaki hasara ait fotoğraflar Ek D. de gösterilmiştir.

#### 4.5. Betonarme Çerçevesi Yapılar :

Bu tip yapılar, inşaat olarak betonarme kolonlar ve kirişlerle çerçeveler halinde teşkil edilir. Tuğla veyahut delikli tuğla veya bloklar, dış ve iç duvarların tertibinde kullanılır.

Betonarme çerçevesi yapılar, umumî olarak yüksek binalar için (meselâ 10 veya 15 katlı) kullanılır ve rüzgâr kuvvetlerine karşı hesaplanmıştır.

Hesaplarda, rüzgâr kuvvetlerine karşı kullanılan rüzgâr basınçları 10 m. ye kadar  $70 \text{ kg/m}^2$  ve 10 m. den 30 m. ye kadar  $90 \text{ kg/m}^2$ , 30 m. den fazla yükseklik için  $100 \text{ kg/m}^2$  olarak bina yüksekliği boyunca alınmıştır.

Umumiyetle, bu tip inşaat, depremden, tuğla veya karışık tipte yapılara nazaran, fazla mukavemeti ve rijit yapı çerçevelerinin düktilitesi yüzünden daha az hasar görmüştür.

Hasarın tipik özelliği olarak kolon ve kiriş uçlarında çatlakların meydana gelmesi, ve bazen de kolon teçhizatının burkulmaya maruz kalıp, kolon betonunun ezilmesi müşahade edilmiştir. Hasarın diğer bir özelliği olarak da, yapısal olarak deprem kuvvetlerine dayanan dolgusal panel tuğla duvarlarının sahip olduğu diyagonal çatlaklar görülmüştür. Aynı hasar bir kulede de (yüksek yapılardaki gibi) mevcuttur.

Hasara maruz kalmış betonarme binalara ait resimler Ek D. de gösterilmiştir.

#### 4.6. Eski Tip Binalar :

Bu binalar, düşük kaliteli tuğla, taşlar veya çamur harçlı tuğladan ibaret yığma duvarlarla birlikte ahşap karkas çerçevelere sahiptirler. Eski tip binalardan bazıları da kerpiç inşaattı.

Bu binaların çoğu bir katlı idi ve Üsküp'ün eski şehir bölgesinde bulunmaktadır.

Üçüncü zamana ait tepelik bölgede bulunmalarına rağmen eski tip yapılar depremden ağır hasara maruz kalmışlardır. Bununla beraber, bunlardan bazıları, ahşap diyagonellerin mevcut olması halinde, ahşabın yeter mukavemeti yüzünden şok darbelerine dayanmışlardır. (Ek D. Fotoğraflara bakınız).

#### 4.7. Çelik Yapılar :

Heyet tarafından sadece, inşa halinde olan büyük hacimde ( $120\text{m.} \times 600 \text{ m.}$ ) çelik fabrika inşaatı görülmüştür. Yapı sadece rüzgâr kuvvetle-

rine karşı hesap edilmiştir. Boyuna istikametteki diyagoneller yetersiz idi ve deprem esnasında büyük yatay kuvvetlere maruz kalmışlar, bu kuvvetler de enine istikamette gerçevesleri birbirine bağlayan, boyuna istikametteki makasların basınç elemanlarında burkulma şeklinde zayıflamalar, hasarlar meydana getirmiştir. (Ek D. fotoğraflar bakınız).

#### 4.8. Diğerleri :

Diğer karşılaşılan durumlardan, yapısal görüş bakımından enteresan olanları, aşağıda açıklanacaktır.

##### a) Farklı Oturma :

Yapılarda, deprem esnasında, farklı oturmalar görülmemiştir. Çünkü Üsküp'te zemin tabakası farklı oturmayı önliyecek sertlikte idi.

##### b) Bacaların Yıkılması :

Çatıdan çıkıntılı olarak tertiplenen tuğla bacaların çoğu ağır surette hasara maruz kalmışlardır. Deprem hareketi anında her ne kadar bacalar üzerinde tesir eden yüksek ivme mevcut ise de, yapı duvarlarına sıkı bir surette bağlanmamış çatı makaslarının hareketi de bunların yıkılmasını hızlandırmıştır.

##### c) Çatılardaki Hasar :

Yapı taşıyıcı duvarlarına bağlanmamış, tuğla, karışık tipte ve eski tip binaların ahşap çatı makaslarının çoğu yatay istikamette yer değiştirmişler ve bu da çatı kiremitlerinin, çıkıntılı tuğla bacaların düşmesine yol açmıştır.

##### d) Pencere Camlarındaki Hasar :

Deprem anında kırılmış bir çok pencere camları görülmüştür. Bilhassa, karışık tipte binaların ilk katında kullanılan geniş pencere camlarındaki hasar dikkate şayandı. Pencerelerin inşaatında hususî bir dikkat gösterilmelidir. Çünkü camlardaki hasar ve kırılmalar bina içindeki ve dışındaki insanları ekseriya yaralar.

##### e) Yapıların Çarpışması :

Bitişik iki tuğla bina arasında önemli bir çarpışma görülmemiştir. Bununla beraber, bazı hallerde, meselâ dilâtasyon derzleri ile ayrılmış, tuğla binanın blokları arasında çarpışma olayı müşahede edilmiştir.

#### 4.9. Yugoslav Mühendisleri Tarafından Yapılan Araştırmalar :

Üsküp Üniversitesi, Malzeme Tecrübe Enstitüsü, diğer Enstitülerle işbirliği yaparak, yapılardaki tahribat üzerine geniş araştırmaları yürütmektedir. Projenin başlıca maddeleri aşağıdaki gibidir.

1) Zemin altı şartları ile ilgili olarak, muhtelif tipte yapı tarzlarını haiz tuğla binalardaki deprem tahribatının derecesi incelenecektir.

2) Muhtelif tipte 250 yapı için, detaylı olarak krokiler, resimler yapıdaki deprem tahribatını göstererek tanzim edilecektir. Açıklamalar, yapıya ait başlıca maddeler, malzemelerin kalitesi ve tatbikat çalışmaları üzerine yapılacaktır. Bu malûmatlara dayanılarak, analizler Yugoslavya'daki Araştırma enstitüleri tarafından yapılacaktır.

3) Projelerinde rüzgâr kuvvetlerine karşı yapılmış hesap yapılarını haiz, tuğla ve betonarme çerçevesi 30 adet binada, yapı sistemindeki hasar incelenecektir. Bütün bu binaların depreme dayanıklılığı (earthquake-resistant) değerlendirilecektir. Bu değerlendirme ve tasnif işi yeni Slovenya Yapı Kanununa, deprem bölgelerindeki memleketlerin yönetmeliklerine dayanılarak yapılacaktır.

Heyet, yukarıda bahsedilen projeye karşı derin takdirlerini belirtir ve elde edilecek neticelerin, yeni sismik kanunu ve yönetmeliği tanzimde, Üsküp için olduğu kadar bütün Yugoslavya için de çok faydası olacağını kabul eder.