



**1 İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ  
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

**BİTİRME TEZİ**

**YIĞMA YAPI  
TASARIMI VE ANALİZİ**

**1.1.1 HAZIRLAYAN : *Nubar BATUR***

**DANIŞMAN**

***Doç. Dr. Seyit Ali KAPLAN***

**1.1.2 HAZİRAN 2006**

## ÖZET

Türkiye’de yapıların büyük bir oranı, yığma olarak yapılmaktadır. Yığma yapılar bazı açılardan üstün olmalarına karşın, çok ağır olmaları ve deprem gibi dinamik ve yatay yüklere dayanımlarının az olması nedeniyle, genellikle depreme dayanıklı yapı olarak nitelendirilmezler. Ancak ekonomik koşullardan dolayı, Türkiye’de yığma yapı yapımı devam edeceğinden, bu yapıların elden geldiğince depreme dayanıklı yapılması, depremlerdeki davranışlarının bilinmesi ve deprem dayanımlarının artırılması gerekmektedir. Yığma yapılarda hemen tüm duvarlar taşıyıcı olduğu için duvarlardaki her türlü hasar doğrudan taşıyıcı sistemi etkiler ve bu açıdan betonarme yapılardaki gibi taşıyıcı ve taşıyıcı olmayan bölüm hasarı gibi bir ayırım yapılamaz.

Bu çalışmada yığma yapıların depreme karşı gösterdiği reaksiyonlardan yola çıkarak yığma yapı elemanlarında meydana gelen gerilmeler hesaplanmıştır. Seçilen deprem bölgesine göre yapı modellenmiştir. Belirlenen döşeme, hatıl ve duvar kalınlığına göre bina ağırlığı bulunup eşdeğer deprem yükü metoduna göre binaya gelen deprem yükleri bulunmuştur. Gelen yüklere karşı duvarlarda oluşan gerilmeler bulunarak emniyet gerilmeleriyle karşılaştırılmıştır.

# 1. GİRİŞ

Bilindiği üzere yığma yapılar genel anlamda depreme klasik betonarme ya da çelik yapılara oranla daha az dayanıklıdır. Az gelişmiş veya gelişmekte olan ülkelerde, kırsal kesimde ve şehirlerin gecekondü bölgelerinde konutlar, kullanıcıları tarafından, taş, kerpiç, briket veya pişmiş toprak tuğlalardan yığma yapı şeklinde inşa edilmektedir. Bu yapılar deprem gibi yatay yükler altında zayıf dayanım göstermektedir. Son depremlerde İran ve Türkiye’de kırsal kesimde hayat kaybı büyük olmuştur. Özellikle az gelişmiş ülkelerde kırsal kesimde çatı toprak olarak yapılmakta ve her mevsim bu çatılar üzerine yeni toprak tabakası serilerek sıkıştırılmakta ve çatı iyice ağırlaşmaktadır. Bu ağır çatının deprem esnasında kullanıcıların üzerine göçmesi büyük felaketlere neden olmaktadır.

Yığma yapıyı oluşturan taş, tuğla, kerpiç harç ve beton gibi malzemelerin basınç dayanımı yüksek, çekme dayanımı düşüktür. Bu maddeler gevrek malzemeler olduğu için basınç ve çekme etkisine maruz kaldıkları zaman çok az bir deformasyona uğrarlar. Deprem kuvvetlerinden veya zeminde meydana gelen değişikliklerden dolayı doğan çekme gerilmelerini karşılayamazlar. Çekme gerilmelerini karşılayamayan taşıyıcı elemanlarda çekme çatlakları meydana gelir. Deprem hareketiyle birlikte bu çatlakların yönleri veya çatlak şekilleri yapının işçiliği, kullanılan malzemelere ve duvarlardaki boşluk alanlarına göre değişiklikler gösterir. Bu çatlaklar genellikle pencere ve kapı boşlukları çevresindeki bölümlerde meydana gelir.

Yığma yapılarda deprem hareketleriyle meydana gelen bu çatlakların veya diğer hasarların giderilmesi için bir çok güçlendirme yolu kullanılarak bu yapıların yaşanmaya elverişli şakile getirilmesi mümkün olmuştur. Güçlendirme olarak çeşitli yöntemler kullanılmıştır..

## 2. YIĞMA YAPI TANIMI VE DEPREM ALTINDA DAVRANIŞI

TaŐları veya tuğları, taşıyıcı olacak Şekilde, ũst ũste koyup, harĉla bağlanarak ve yapı dōŐemesinde bu duvarlara tahta veya kũtũklerle bindirme yoluyla ĉivi kullanmadan monte edilmiŐ sistemlere yığma yapı denir.Şekil-2.1 Yığma yapılarda duvarların hem mimari hemde taşıyıcı iŐlevi vardır. Duvarlar hem hacimleri oluŐturur, yapıyı dış etkenlerden korudukları gibi yapının iŐlevi gereği oluşturulan iĉ bōlmelerini de ayırırlar. Duvarların bu birden ĉok iŐlevi kullanım ve yapım aĉısından yığma yapıların ōnemli ũstũnlũđüdür.(Bayũlke-2001)



Şekil-2.1 Yığma yapı (A.BAYRAKTAR )

Tũrkiye’de yapıların bũyũk bir oranı, yığma olarak yapılmaktadır. Yığma yapılar bazı aĉılardan ũstũn olmalarına karşın, ĉok ağır olmaları ve deprem gibi dinamik ve yatay yũklere dayanımlarının az olması nedeniyle, genellikle depreme dayanıklı yapı

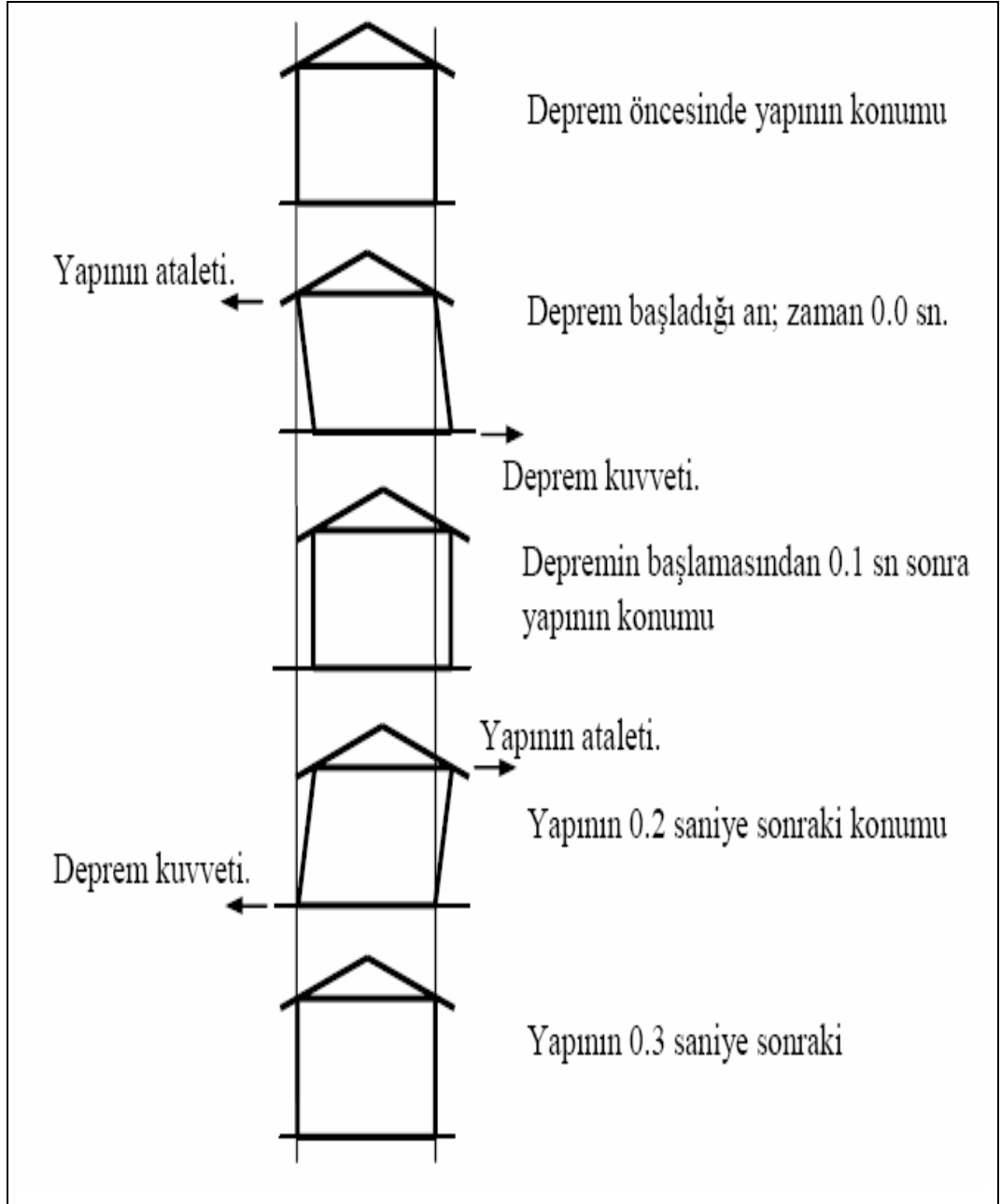
olarak nitelenmezler. Ancak ekonomik koşullar karşısında, Türkiye’de yığma yapı yapımı devam edeceğinden, bu yapıların elden geldiğince depreme dayanıklı yapılması, depremlerdeki davranışlarının bilinmesi ve deprem dayanımlarının artırılması gerekir (Bayülke, 1992).

Tuğla yığma yapılar depreme karşı, betonarme yapılara göre çok daha az dayanıklıdır. Kristal ve katmanlı bir yapısı olmayan tuğla ve harçtan oluşan yığma yapı elemanlarının sünek davranması olanak dışıdır. Tuğla duvarlar, gevrek yapı elemanlarıdır. Betonarme gibi donatılı yığma olarak yapılırlarsa, sünek bir nitelikleri olmaktadır. Kalıcı deformasyon yaparak deprem enerjisi tüketme güçleri, betonarme yapılara göre çok azdır. Bu bakımdan 1. derece deprem bölgelerinde zemin ve birinci kat olmak üzere en çok iki katlı yapılabilirler. 2. ve 3. derece deprem bölgelerinde 3 katlı, 4. derece deprem bölgelerinde 4 katlı yapılabilirler. İstenirse bir de bodrum katları olabilir. Tuğla yığma yapıların konut dışında, içinde çok sayıda insan bulunabilen okul, cami, sağlık evi, işyeri gibi amaçlı yapılar olmaması gerekir. Burada verilen ayrıntılara uyularak yapılmış tuğla yığma yapıların deprem dayanımları biraz daha yükselmektedir (Bayülke, 1998a).

Yapıların depremlerdeki davranışlarını incelemeyen önce, atalet kuvveti kavramından bahsetmek gerekir. Duran veya sabit bir hızla hareket eden her cisim, kendisini harekete geçirecek veya hızını değiştirecek herhangi bir dış kuvvete karşı, ağırlığından dolayı bir direnme gösterir. Bu direnme, tesir eden kuvvete aksi yönde oluşur. Bu kuvvetin bir örneği aniden kalkış yapan bir motorlu araç içindeki kişinin geriye doğru gitmesi ve aniden fren yapan arabadaki yolcunun öne doğru gitmesi olarak belirtilebilir. İşte bu şekilde oluşan kuvvetlere atalet kuvveti denir. Yapılarda ise zeminin depremde hareket etmesi, yapının ağırlığının da buna karşı direnmesi sonucu atalet kuvvetleri oluşur.

Yapıların depremde davranışları Şekil 2.2’de gösterildiği gibi olmaktadır. Zeminde olan hareket, binayı bir tarafa doğru çekmeye başlar. Ancak yapı ağırlığı ile bu harekete karşı koyarak yapının tekrar eski haline gelmesini ister. Bu şekilde yapı sağa sola sallanıp sallanarak deprem sırasında oynar. Söz konusu gidip gelme hareketi sırasında oluşan atalet kuvvetleri ve deprem kuvvetleri yapıyı iki ucundan

çekmeye başlarlar. Eğer yapıyı meydana getiren elemanlar arasında yeterli bir direnç varsa, yani yapı elemanlarının yapı parçalarını bir arada tutabilme gücü varsa, yapı çatlama olmadan durabilir. Eğer bu güç yoksa çatlaklar oluşmaya başlar. Deprem devam etmesi ile bu çatlaklar genişler ve giderek yapının duvarlarının, kolonlarının parçalanıp dağılmasına ve katların birbiri üstüne çökmesine kadar varan yıkımlar olabilir (Bayülke, 1978).



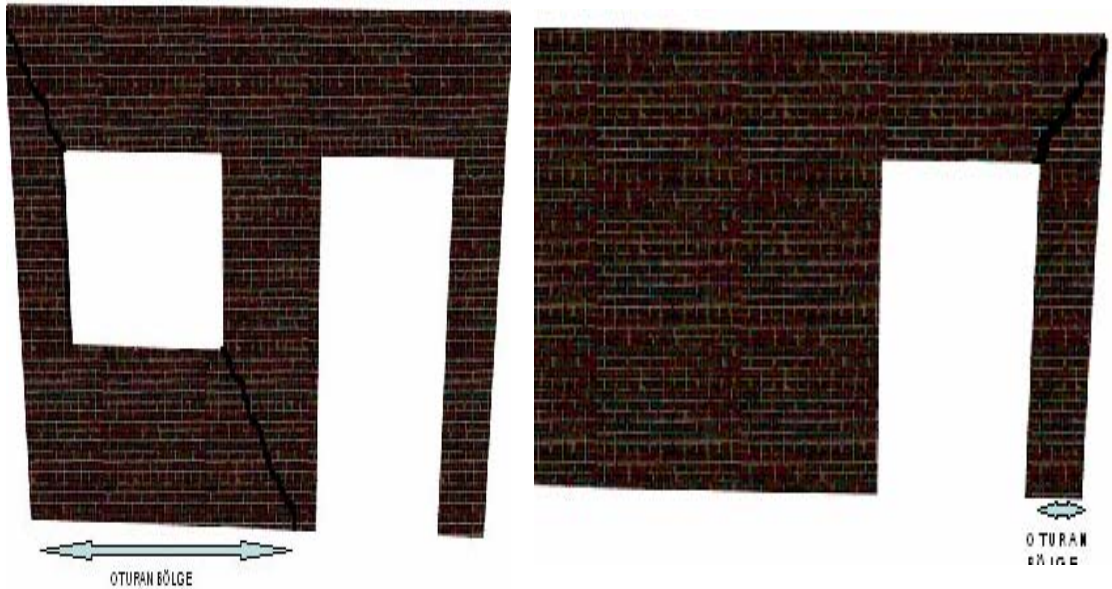
Şekil 2.2. Yapıların depremdeki davranışlarının şematik açıklanması (Bayülke, 1978)

### 3.YIĞMA YAPILARDA HASAR BİÇİMLERİ

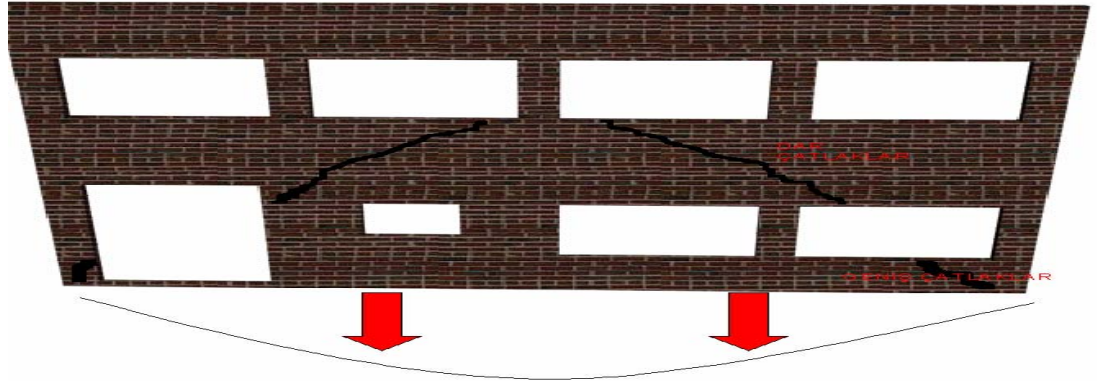
Yığma yapılarda hemen tüm duvarlar taşıyıcı olduğu için duvarlardaki her türlü hasar doğrudan taşıyıcı sistemi etkiler ve bu açıdan betonarme yapılardaki gibi taşıyıcı ve taşıyıcı olmayan bölüm hasarı gibi bir ayırım yapılamaz. Yığma yapıların duvarları oturmalara karşı çok duyarlıdır. En küçük temel oturması duvarlarda hemen gözlenir. Bunun nedeni yığma duvarın gevrek malzemeden meydana gelmesi ve bu malzemenin çatlamadan dayanabileceği elastik gerilim ya da yüklerin çok düşük olmasıdır. Dayanımı zayıf bir malzeme olduğu için kolayca hasar görür.

#### 3.1 OTURMA ÇATLAKLARI VE HASARI

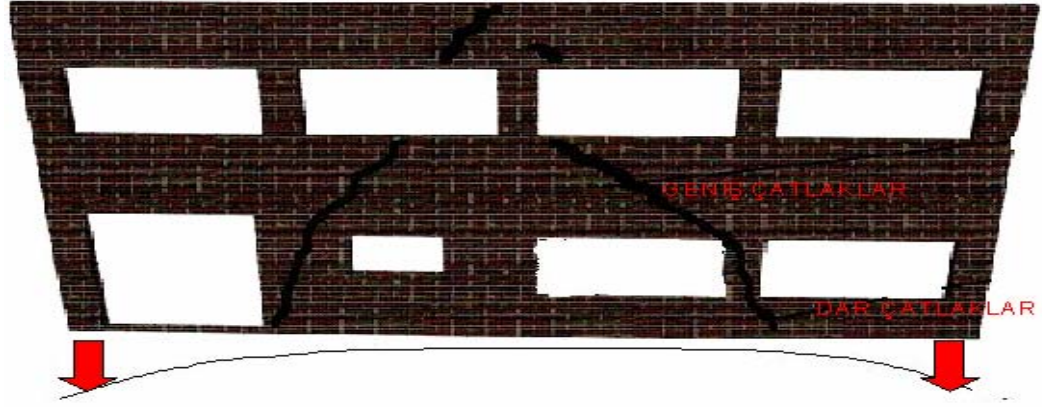
Oturma çatlakları yapının temelinin daha çok oturduğu bölümler ile diğer bölümler arasındaki sınırları belirler. (Şekil 3.1) yığma yapılarda çeşitli oturma çatlakları görülmektedir.. Bir cephenin ortasındaki oturma köşelerden fazla ise oturma çatlakları temele yakın bölümlerde daha genişir.(Şekil 3.2a). Eğer köşeler, otaya göre daha çok oturuyorsa , eğik oturma çatlakları yukarıya doğru daha genişir.(Şekil 3.2b) .Bir köşede oturma farklı ise üst taraftaki çatlak daha genişir.( Şekil 3.2c) (Bayülke-2001).



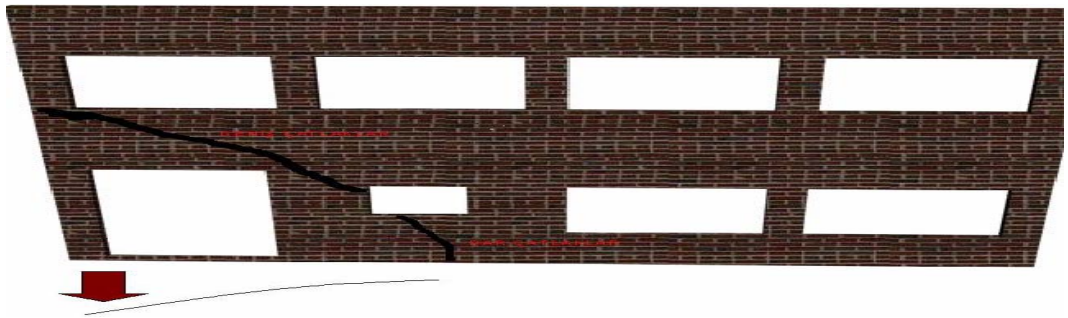
SEKİL 3.1 Yığma yapılarda çeşitli oturma çatlakları



(a)



(b)



(c)

Şekil 3.2 (a.b.c) Farklı oturma biçimlerine göre çatlaklarda olan açılmanın biçimleri

Yığma yapılarda oturma hasarının nedeni çoğunlukla sömellerin altındaki özellikle killi zeminlerin taşıma gücünün su kaçakları sonucu zayıflamasıdır. Yığma yapıların



duvarlarına gelen düşey gerilmeler ile kullanılan sömel boyutları karşılaştırılınca zemine aktarılan gerilmelerin oldukça küçük değerlerde olduğu görülür. Eğer çok sığ temel yapılmamış ise yapının kendi ağırlığından dolayı oturma olasılığı azdır. Ancak kullanma suyu, kolorifer tesisat suyu kaçakları gibi basınç altındaki sular ile kanalizasyon kaçakları ya da başka yeraltı su sızıntıları nedeni ile sömelerin altının boşalması ya da buradaki killi zeminin kohezyonunun azalması oturma hasarına yol açmaktadır. Özellikle plastisitesi yüksek ve geçirimsiz olan killi bir zeminde oturma yavaş olmakta ve uzun bir süre sonra ortaya çıkabilmektedir. Otmaya yol açan su kaçağının giderilmesinden sonra kuruyan kilin büzülmesi ile oturmalar bir süre daha devam eder. Kurak mevsimlerinin sonuna doğru zeminin su içeriğinin azalması ile artan büzülme sonbahar mevsiminin başlangıcında en yüksek düzeyde oturma çatlakları oluşturmaktadır. Bu nedenle pek çok yapıda çatlakların mevsimsel olarak açılıp kapandığı gözlenebilir. Bununla birlikte gevşek zemine kurulmuş yığma yapılarda deprem etkisiyle oturmalar daha hızlı bir şekilde gerçekleşerek duvarların göçmesine yol açmaktadır.1 Mayıs 2003 Bingöl depreminde gevşek zemine kurulmuş yığma oturmasıyla birlikte duvarların göçmesi (Şekil-3.3) 'de gösterilmiştir



Şekil-3.3 Gevşek zeminli duvar altı hatılsız bina (YDGA-2005)

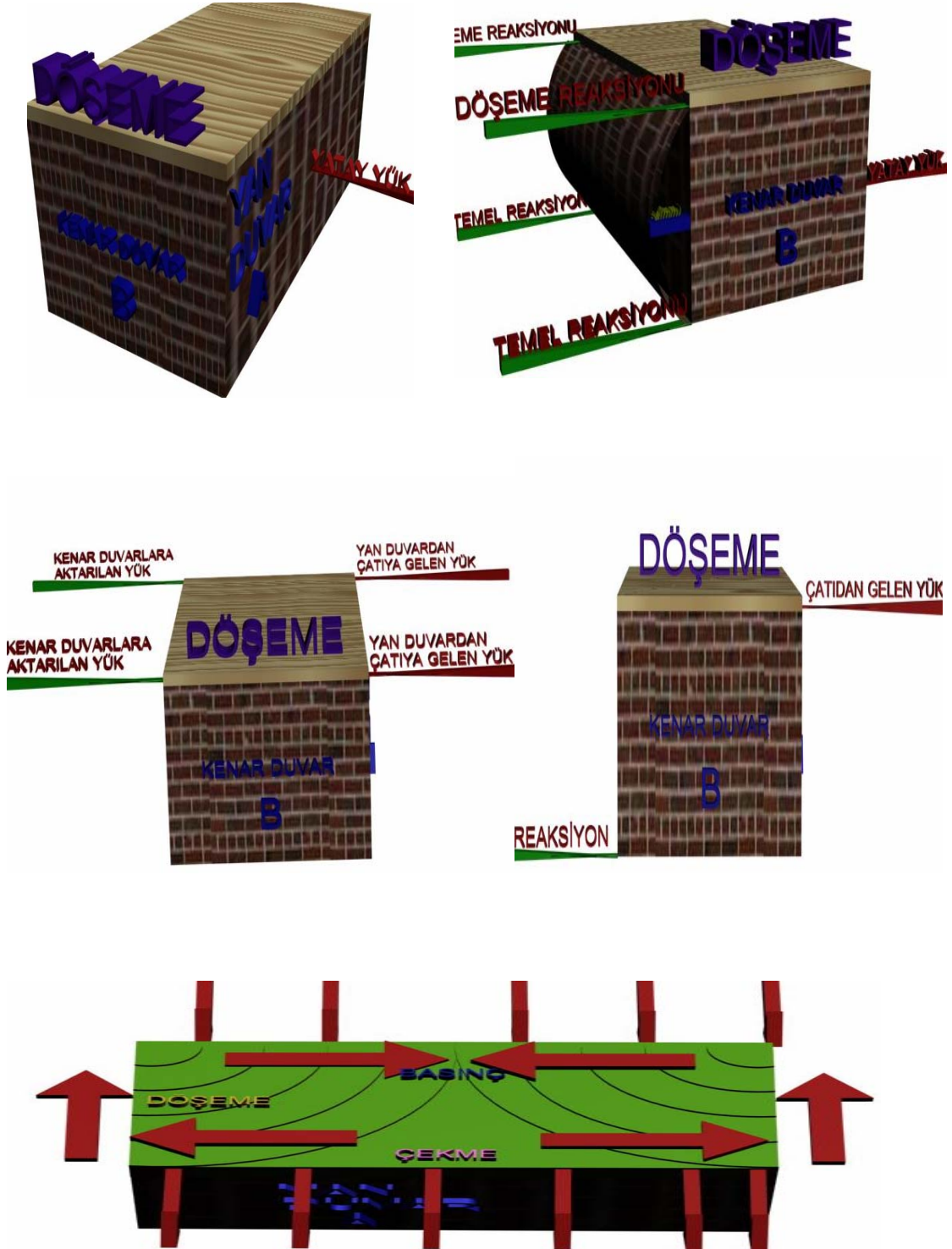
### 3.2 DEPREM HASARI

Şekil-3.4’de yığma yapıların deprem etkisi altında kuvvet dağılımını göstermektedir. Kenar duvar (B) çatıdan ve temelden gelen etkilerin altında kesme kuvvetleri ile zorlanmaktadır. Bunun sonucu olarak Şekil-3.5a ve Şekil-3.5b’ de görülen kuvvetler boşluklar arasındaki duvarlarda 45 derecelik eğik çekme çatlakları oluşturmaktadır. Eğik çekme çatlakları, harç dayanımı tuğla dayanımından daha düşük ise (Şekil-3.6b), derzlerden geçer. Harç dayanımı tuğla dayanımından daha yüksekse ise eğik çekme çatlakları tuğlalarıda keserek oluşur. (Şekil-3.6a) .Deprem sırasında meydana gelen diğer hasarlardan biride taşıyıcı duvarların topuk bölgelerindeki ezilmeleri ve taşıyıcı duvarın döşemelerden ayrılmasıdır. (Şekil 3.6c ve 3.6d). Deprem yükünün tersinir bir yük olması sonucu ilk oluşan çatlaklara dik olması sonucu x –şeklinde eğik çekme çatlakları görülür. Düşey gerilme az ise çatlaklar arasında 90 derece açı olan 45 derece eğimli kesme çatlakları şeklindedir. Eğer duvar düzlemi içinde önemli düşey gerilim varsa, duvar boşlukları büyük olan yapı cephelerindeki dolu duvar parçalarında düşey gerilme yüksektir, kesme çatlaklarının açısı 45 dereceden daha büyük olur. Çatlakların yeri ve açısı duvardaki boşluk miktarına ve yerine göre değişir: (Şekil-3.5c ve 3.5d)

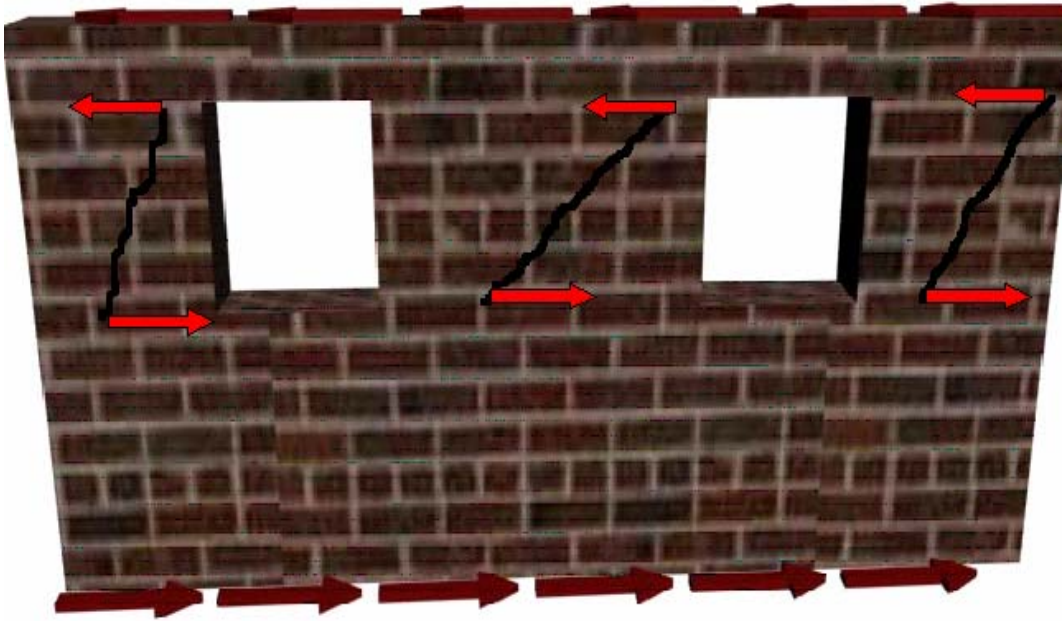
Eğer deprem yer hareketinin düşey bileşeni büyük ise, depremin merkezine yakın yerlerde düşey yöndeki deprem kuvvetleri önemli boyutlara ulaşabilir. Bu kuvvetlerde boşluklar arasında düşey bölümlerde kesme çatlakları oluşur.

Yığma yapıların duvarları düzlemlerine dik yönde de hasar görebilir. Bu tür hasarın nedeni duvarların üst başlarından birbirine yeteri kadar rijit bir döşeme plağı, çatı makası ya da hatıl ile bağlanmamış olmasındandır ( Şekil.3.7) Bu durumda Şekil-3.4’ de anlatılan davranış geçerli değildir. Üst başlarından yeterli biçimde bağlanmamış duvarlar ters pandül gibi, bahçe duvarları gibi, serbest durmaktadırlar. Geniş açıklıkları olan okul, cami gibi büyük hacimli alanları çeviren betonarme bir plak sistemi ile de olsa birbirlerine rijit bir biçimde bağlanmamaktadır. Deprem sırasında bu yığma yapılarda yeteri kadar birleşen olmamasından kaynaklanan yıkımlar meydana gelmektedir (Şekil-3.8) ayrıca durum çok yüksek (3.00 metre ve daha fazla) duvarlarla çevrelenen hacimler için de geçerlidir.

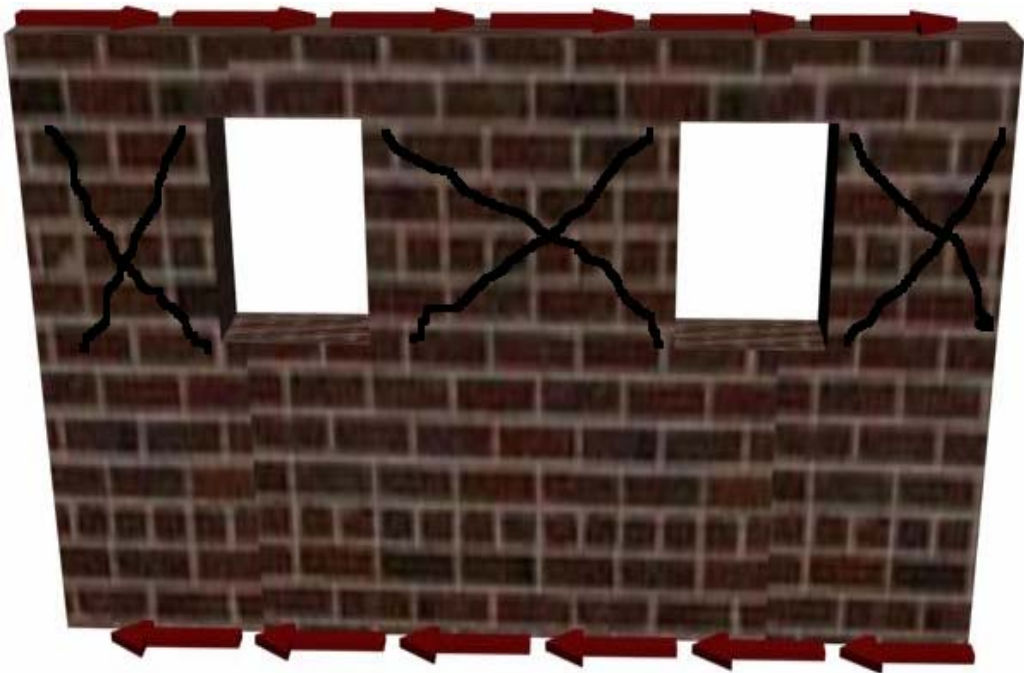
Depremlerde yapılara her iki asal doğrultularında kuvvetler gelmektedir. Bu iki yönlü yükleme altında yığma yapı köşesinin durumu farklı hareketler gösterir ve birbirini iter. Eğer duvarlar köşede iyi bağlanmamış ve hatıl ya da tavan döşemesi yoksa duvarlar köşede birbirlerini düzlemleri dışına doğru itmekte ve hasarların oluşmasına sebep olur.



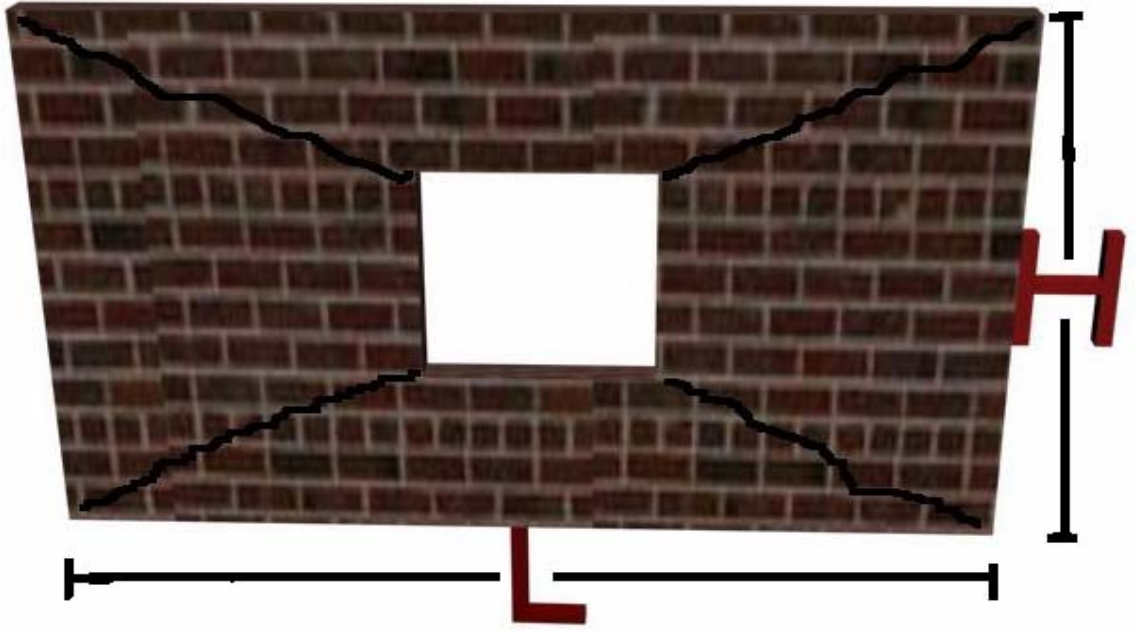
Şekil 3.4 Yığma yapılarda deprem yükünün taşıyıcı elemanlara dağılımı



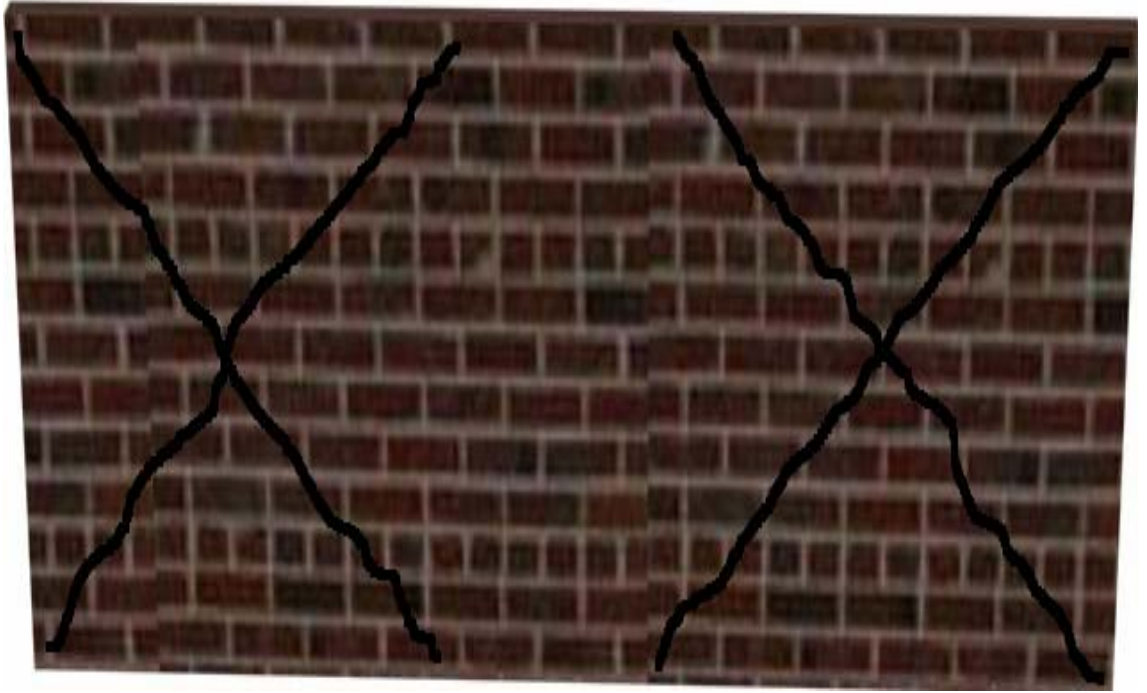
(a)



(b)

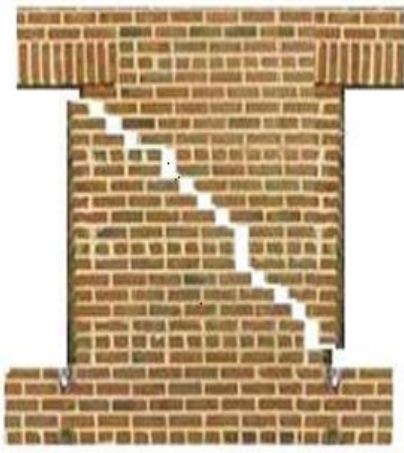


(c)

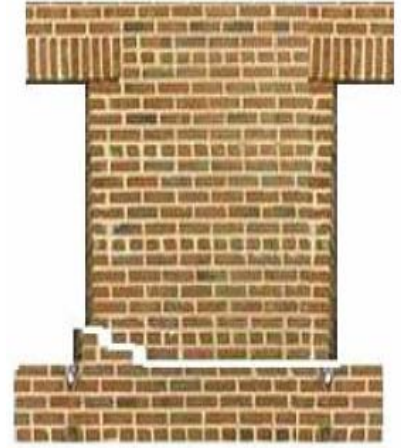


(d)

Şekil 3.5: Yığma yapı duvarlarında çatlak oluşumları : (a) duvarda eğik çekme çatlakları oluşturan kuvvetler ve çatlaklar ilk aşama (b) duvarlarda eğik çekme çatlakları oluşturan kuvvetler ve çatlaklar ikinci aşama (deprem hareketinin yönü değişince). (c) H/L oranı 1'e yakın ise kenarlardaki dolu duvar parçaları yerine bütün çephe birlikte davranır (d) uzun ve dolu bir duvarda birden fazla eğik çekme çatlakları olabilir.(Bayülke-1999)



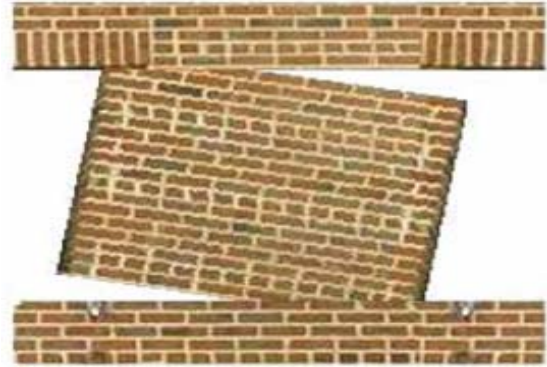
(a)



(b)

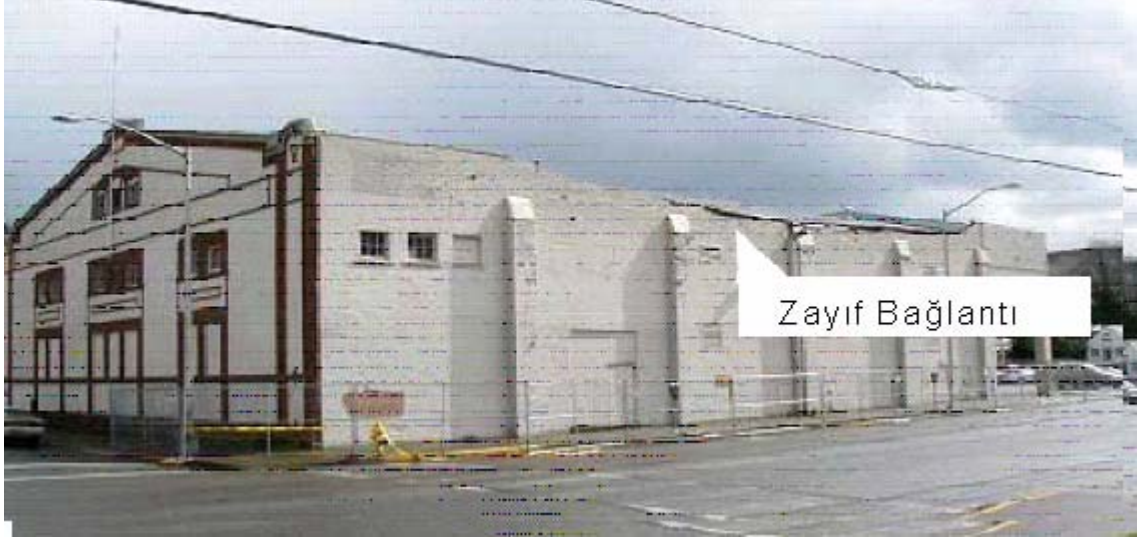


(c)



(d)

Şekil-3.6 Yatay derzlere paralel yükler altında yığma duvarlarda kırılma biçimleri: (a) harç dayanımı tuğla dayanımında yüksek tuğlaları da kesen çatlaklar (b) harç dayanımı tuğla dayanımından küçük derzlerden geçen çatlakalar.(kayma) (c) duvar topuklarındaki ezilmeler (d) taşıyıcı duvarların döşemelerden ayrılarak sallanması.(Georgia institute of technology May 2004)



Şekil 3.7 Üst başlarından yeterli biçimde bağlanmamış yığma yapıların duvarlarında hasar biçimleri (Georgia institute of technology May 2004)



Şekil- 3.8 Yeteri kadar bileşeni olmayan yığma yapıda meydana gelen hasar.(YDGA-2005)

### 3.3 YIĞMA YAPILARDA DEPREM HASARI DÜZEYLERİ

Taş, tuğla beton briket yığma yapıların hasar düzeyleri beş aşamalı bir ölçek belirlenebilir. Burada incelenen yapı betonarme plak kat ve çatı döşemeleri olan duvarları taşıyıcı olan yığma yapıdır. Bir diğer deyişle “kutu” davranışı (Şekil-3.4) gösterecek olan yığma yapıdır.

**A- Hasarsız ya da Az Hasarlı Yapı:** Bu hasar düzeyinde yapıda ya hiç çatlak olmamıştır ya da kılcal boyutta (1.0 mm'den daha ince) sıva çatlakları vardır. Çatlakların derinliği yüzeysel olup sıva tabakası ile sınırlıdır. Bu hasar düzeyindeki yapılar bir depremden sonra herhangi bir onarım ve güçlendirme gerekmeden kullanılabilir. (Bayülke -1992)

**B- Az Hasarlı Yapılar:** Bu hasar düzeyindeki yapılarda yığma yapıların özelliği olan X-şeklindeki kesme çatlakları oluşmuştur. Çatlakların genişliği 1.0 - 10.0 mm arasındadır ve büyük olasılık ile duvarın içine kadar uzanmaktadırlar. Duvara nominal kesme gerilmeleri taşıma limiti; yaklaşık 1.0 – 2.0 kg/cm<sup>2</sup> (Bayülke -1992), kadar yatay yüklerden kesme gerilmesi gelmiştir. Duvarın elastik olarak taşıyabileceği gerilme limiti ancak alışmıştır.

**C- Orta Hasarlı Yığma Yapılar:** Bu düzeydeki hasarın belirtisi yine duvarlardaki tipik X- şeklindeki kesme çatlaklarıdır. Ancak çatlak genişlikleri bir önceki hasar düzeyine göre daha fazladır, 10-25 mm gibi. Duvarda oluşan nominal kesme gerilmesinde ulaşılabilen maksimum değere göre önemli (%30-%40) azalma olmuştur. Ancak duvarların genel olarak boyutlarında önemli bir değişme yoktur, duvar düzlemi dışına fazla deforme olmamıştır, şakülden uzaklaşmamıştır. Aslında B ve C hasar aşamaları tek bir grup içinde de alınabilir. Ancak onarım açısından B-sınıfı hasar yapının deprem öncesine göre daha fazla dayanıma sahip olmasını gerektirmeyen bir hasar düzeyi olarak düşünülürken, C-sınıfı hasar yapının güçlendirilmesini gerektiren ayrıntılar isteyen düzeyde bir hasar olarak düşünülmektedir.

**D- Ağır Hasarlı Yığma Yapılar:** Bu hasar düzeyine giren yapılarda çatlakların boyutlarının 25 mm'yi aşmasından başka:

1- Duvarlarda düşeyden uzaklaşma ,



2- Köşelerde duvarların ayrışması,

3- Duvarlarda düşey yüklerden dolayı şişmeler ki bunlar kesme kuvvetlerinin oluşturduğu çatlakların etkisi ile zayıflamış ve paralanmış duvarların düşey yükleri de taşıyamaz duruma gelmiş olduklarını gösterir ve

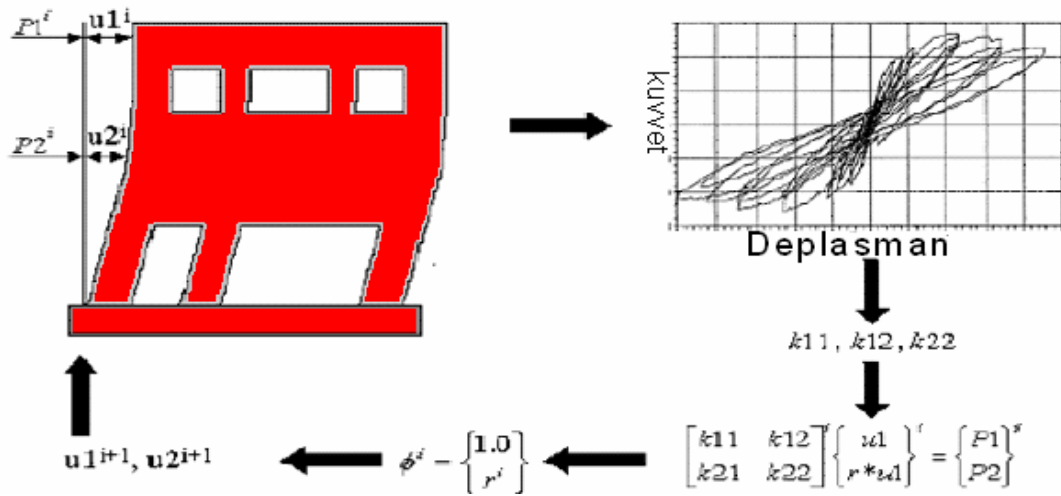
4- Kısmen yıkılmış duvarlar. Bu tür hasar düzeyinde yapının zemin katının şakülden uzaklaşma miktarı ( $\delta / h$ ) 1/50 'den fazladır. D-sınıfı hasar gören yığma yapıların onarımı mümkün olanları vardır. Özellikle duvarda yıkılma, şişme ve şakülden uzaklaşma olayının az sayıda görüldüğü ve döşemelerin oturdukları duvarlardaki bu yukarıda sayılan hasarın yarattığı aşırı deformasyonda etkilenmedikleri durumlarda onarım ve takviye düşünülebilir. Ancak yapı güçlendirilse bile kullanma biçiminin değiştirilmesi gerekir. Bu düzeyde hasar görmüş bir sağlık ocağı onarıldıktan sonra konut olarak kullanılmalıdır. (Bayülke -1992)

**E- Yıkılmış Yığma Yapılar:** Taşıyıcı duvarlarının önemli bölümü yıkılmış, döşemeleri birbiri üstüne yığılmış ya da oturdukları duvarların yıkılması sonucu kendilerinde de çatlaklar ve kırılmalar olmuş döşemeleri olan yığma yapılarıdır. Onarılamazlar.

Yığma yapıların hasar düzeyi ve onarılıp onarılamayacağı ya da güçlendirmenin gerekip gerekmediği yine yapıdaki hasar ile oluşan depremin şiddeti arasındaki ilişkiden gidilerek yapılmalıdır. A ve B düzeyindeki hasar yığma yapılarda VI-VII şiddetindeki depremlerde beklenmelidir. C ve D düzeyindeki hasar VIII-IX şiddetlerinde ve E düzeyindeki hasar ise IX'dan büyük şiddetlerde oluşması beklenen hasar düzeyleridir. Eğer ulaşılan hasar düzeyi beklenenden daha küçük bir şiddet düzeyinde olmuş ise güçlendirme, yeni yapıyı deprem öncesinden daha yüksek dayanımlı bir duruma getirmek gerekir. Öte yandan eğer yığma yapının ekonomik ömrü bitmiş ise yıkılarak yeniden yapılması daha doğru olur. Yapı yakın bir gelecekte yıkılarak örneğin betonarme karkas olarak yapılacaksa onarımın düzeyi düşük tutulabilir.

Yığma yapıların hasar düzeyleri belirlenirken duvarların yatay yükleri taşıma gücü gözönünde tutulmalıdır. Yığma duvarların düzlemlerine paralel gelen kesme kuvvetleri altındaki gerilme-birim deformasyon ilişkisi Şekil-3.9'da verilen biçimdedir. Başlangıçta dayanım tuğla ile harç arasındaki yapışma ile sağlanmaktadır. Derzlerin çatlama ile aderansın sağladığı dayanım ortadan kalkmakta, geriye tuğla ile harç

arasındaki çatlak yüzeylerindeki sürtünme kuvvetinin sağladığı kesme kuvveti taşıma gücü kalmaktadır. Ötelenme ile gelişen kesme kuvveti taşıma gücü, tuğla ya da beton blokların birbiri üzerinden kayması, çatlakların genişlemesi ile, giderek azalmaktadır. Tuğlaların ve beton blokları arasındaki kayma düşey yüklerin taşındığı net alanın da azalmasına yol açtığı için düşey yüklere karşı emniyet payı da azalmaktadır. Duvarları çatlamaş bir yığma yapının hasar değerlendirmesinde çatlakların genişliğı duvarda kalan kesme ve düşey yük taşıma gücünün göstergesi olmaktadır.



Şekil-3.9 Kuvvet deplasman grafiğı (Georgia institute of technology May 2004)

### 3.4 DİĞER HASAR BİÇİMLERİ

1992 Depreminde sonra Erzincan'da yapılan bazı tek katlı tuğla yığma yapıların köşelerinde duvarlarda yatay çatlaklar oluşmuştur. Çatlaklar köşelerde 60x39 cm'lik oldukça derin ve kalın hatılların hemen altında ya da birkaç tuğla sırasının altındadır. Bu çatlakların kesin nedeni belirlenememiştir. Ancak bu tür çatlakların aşağıda sıralanan nedenlerden olabileceğı sanılmaktadır:( Bayülke-1999)

1- Çatı döşemesinin kenarındaki 39x60 cm boyutundaki hatıl iç duvarlarındaki 19x20 cm'lik hatıla göre 54 kez daha büyük eğilme rijitliğindedir. 7.70x8.95 m boyutundaki büyük döşeme tek bir plak gibi davranmakta olması sonucu bu çatlaklar olmuş olabilir. Eğer döşeme hatılı ile duvar arasındaki bağlantı çok iyi ise çatlak daha aşağıda iki tuğla sırası arasında olabilir. (Bayülke-1999)

2- Bu çatlaklar tuğla duvar ile betonarme tabliye arasındaki farklı büzülme miktarlarından dolayı da olabilir.(Bayülke-1999)

### 3.5 KIRSAL YAPILARIN HASAR DÜZEYLERİ

Kırsal yapı tanımı genellikle duvarları moloz taştan yapılmış, çamur harçlı ve düz toprak damlı yapılar için kullanılmaktadır. Bu yapıların duvar taş işçiliği ve duvar-dam bağlantıları yeteri kadar yapılamamaktadır.

Çatıları kalın ve ağırdır. Dam kirişleri yontulmamış kütüklerden, çoğunlukla kavak ağacından 25-50 cm aralıkla ve duvara 10-15 cm oturacak biçimde yapılmıştır. Tomrukların üzeri tahta kaplama, daha üstüne çalı-çırpı ve 50 cm'den az olmayan toprak örtüsü konulmaktadır.(Şekil-3.10) Son yıllarda su sızıntısına karşı kaplamaların üstüne PVC serilmektedir. Böyle bir damın ağırlığı  $0.75-1.00 \text{ ton/m}^2$  olmaktadır. 12 cm kalınlığında betonarme bir tabliyenin ağırlığı ise  $0.300 \text{ ton/m}^2$  'dir.



Şekil-3.10 Kırsal kesimde bulunan ağır toprak damlı bina(YDGA-2005)

Çatıdan su sızıntısı olmaması için yağışlı mevsim öncesi çatıya ince malzeme serilip “loğ” denilen taş silindirlerle sıkıştırılmaktadır. Zaman içinde ahşap dam kirişlerde olan sünme ve zamana bağlı şekil değiştirmelerle çatı ortası sehim yapmağa başlayınca bu bölgede su birikimini önlemek için buraya daha kalın bir toprak tabakası konulmakta ve çatı düzeltilmekte ve giderek çatının ortasının ağırlığı artmaktadır. Özellikle Doğu Anadolu’da bazı yerlerde çatıya yığılan ot balyaları da çatının ağırlığını 100-300 kg/m<sup>2</sup> kadar artırmaktadır.(Bayülke-1999)

Çatı kirişlerinin duvara oturdukları yerlerin kısa olması yanında ahşabın zamanla çürümesi ya da böcekler tarafından yenmesi ile çatı-duvar bağlantısı zayıflamaktadır.

Moloz taş duvarların dayanımı da çok zayıftır. Çamur harcın ıslak durumda bir miktar bağlayıcı özelliği vardır. Çamur kuruyunca bu özellik tümü ile kaybolmakta, kurumuş çamur taşların arasından akıp gitmekte ve birbirine çok küçük ve az sayıda noktada değen taşlar arasındaki sürtünme duvarın kesme kuvveti taşıma gücünün tek kaynağı olmaktadır. Bu sürtünme kuvveti de deprem sırasında yeteri kadar yük kaldıramayacağı için yığma yapılar yıkılmaktadır.(Şekil-3.11) Kalın duvarın iç ve dış düzeyine konulmuş ve birbirlerine bağlantısı olmayan taşlar kolayca ayrılıp, özellikle dış duvar yıkılmaktadır. (Bayülke-1999)



Şekil-3.11 Moloz taşlar arasındaki çamurlar ıslakken bağlayıcı özellik göstermesine karşın kuruyunca bu özelliğini kaybeder.( YDGA-2005 )

## 4. YIĞMA YAPI TASARIMI VE ANALİZİ

Bu bölümde deprem bölgelerinde yapılacak olan, hem düşey hem yatay yükler için tüm taşıyıcı sistemi doğal veya yapay malzemeli taşıyıcı duvarlar ile oluşturulan yığma binaların ve bina türü yapıların boyutlandırılması ve donatılması bu konuda yürürlükte olan ilgili standart ve yönetmeliklerle uyularak yapılacaktır.

Hazırlanan mimari plan uyarınca binamız iki katlı olup her katta simetrik planlı 2 daire olmak üzere toplam 4 daire bulunmaktadır (Ek-1). Mimari yapı dış boyutları (14 .00 m × 21 .5 m )olan yapımız 2. derece deprem bölgesinde yer almaktadır. Duvar uzunlukları (Ek-2)' de verilmiştir. Uygulama aşamasında gerekecek diğer bilgilerde (Tablo 4.1)'de verilmiştir.

Tablo 4.1: Uygulama da gerekecek bilgiler

<b>Deprem Bölgesi</b>	<b>2. Derece</b>
<b>Zemin Grubu</b>	<b>A</b>
<b>Kat Adedi</b>	<b>2</b>
<b>Kat Yüksekliği</b>	<b>Döşeme üstünden döşeme üstüne 3 .00 m</b>

Yapının taşıyıcı duvarları, 290x190x395 mm boyutlarında dolu fabrika tuğlası (çimento takviyeli kireç harcı) ile örülmüştür. Yapının taşıyıcı duvarları tüm katlarda, uzunlukları ve kalınlıkları değişmeden devam etmektedir. Döşeme ve hatılların yapımında BS20 betonu kullanılmıştır.

### 4.1 MALZEME ÖZELLİKLERİ

Tuğla yığma yapılarda düşey ve yatay yükleri taşıyan duvarların basıç ve kesme dayanımları çok önemlidir. Bu dayanımlar duvarlarda kullanılan tuğla ve harcın basınç dayanımlarına , tuğlanın delik oranı ,harcın çekme ve tuğlayla aderansı ve işçilik önemli bir rol oynamaktadır. Standartlarda duvarlarda kullanılan malzemelerin cinsine göre kesme ve basınç dayanımları verilmiştir. Dolu fabrika tuğlası için standartlarda belirlenen özellikleri (Tablo-4.2)' de verilmiştir.

Tablo-4.2.Dolu fabrika tuğlasının özellikleri

Birim Hacim Ağırlığı	Basınç Dayanımı ( $f_u$ )	Kesme Dayanımı
$1.5 t/m^3$	$300-400 t/m^2$	$20-30 t/m^2$

Dolu fabrika tuğlasının özelliklerine bakılarak basınç dayanımını güvenli bir tarafta kalmak için bu örnekte (  $f_u$  )= $320 t/m^2$  kabul edilecektir. Tuğla serbest basınç dayanımının 0.50'si (  $f_d$  ) duvar basınç dayanımı ve bu dayanımın 0.25'i (  $f_{em}$  ) duvar basınç emniyet gerilmesidir. Yığma duvarda kullanılan elemanların elastisite modülü (  $E_d$  ) ise (  $200 \cdot f_d$  ) olarak belirlenmiştir.(TS-500) .Buna göre duvar basınç emniyet gerilmesi, duvarın basınç dayanımı ve elastisite modülü (Denklem 4.1) hesaplanmıştır.

$$f_{em} = 0.25 \cdot f_u = 0.25 \cdot 320 = 80 t/m^2 \quad (4.1)a$$

$$f_d = 0.5 \cdot f_u = 0.5 \cdot 320 = 160 t/m^2 \quad (4.1)b$$

$$E_d = 200 \cdot f_d = 200 \cdot 160 = 32000 t/m^2 \quad (4.1)c$$

## 4.2 YIĞMA DUVAR GERİLMELERİNİN HESABI

### 4.2.1 Düşey Gerilmelerin Hesabı

Duvarların kesme dayanımı duvarlarda var olan düşey gerilmelere de bağlı olduğu için yığma bina duvarlarının düşey yükler altında taşıdıkları gerilmelerin hesaplanması gereklidir. Duvarlarda oluşacak basınç gerilmeleri dolu fabrika tuğlası için standartlarda belirlenen  $80 t/m^2$  altında olması gerekmektedir. Düşey yükler hesaplanırken duvarlara döşemeden ve hatılardan gelen yükler de eklenerek hesaplar yapılacaktır.(Şekil-4.1)

#### 4.2.2 Kayma Gerilmesinin Hesabı

Yığma binanın her duvar eksenindeki kapı veya pencere boşlukları arasında kalan dolu duvar parçalarının görelî kayma rijitliği (Denklem 4.2)' ye göre çözülecektir

$$D = \frac{k \cdot A}{H} \quad (4.2)$$

$D$  : Duvarın rijitliği

$A$  : Dolu duvar parçasının, yatay en kesit alanı

$H$  : Dolu duvar parçasının her iki yanındaki boşlukların yüksekliğinin en küçük olanıdır.

$k$  : Duvarlarının en kesiti dikdörtgen olduğu için standartlarda  $k=1.0$  alınır.

Bir duvar ekseninin kayma rijitliği, o eksenindeki duvar parçalarının kayma rijitliklerinin toplamıdır. Duvar eksenlerinin kayma rijitliğinden gidilerek binanın kayma rijitlik merkezi hesaplanacaktır. Kayma rijitlik merkezi hesaplanırken ilk olarak binanın sol en üst köşesini orjin kabul ederek yığma yapının rijitlik merkezi bulunmuştur. Yığma yapının kütle merkezi de bulunduktan sonra (Denklem 4.3)'ü kullanarak her iki yöndeki hesap eksantirisite değerleri bulunacaktır.

$$e_x = (RM)_x - (KM)_x + 0.05 \cdot L_x \quad \dots \dots \dots (4.3)a$$

$$e_y = (RM)_y - (KM)_y + 0.05 \cdot L_y \quad \dots \dots \dots (4.3)b$$

$e_x$  :  $X$  yönündeki eksantirisite değeri.

$e_y$  :  $Y$  yönündeki eksantirisite değeri.

$(RM)_x$  : Rijitlik merkezinin  $y$  eksenine dik uzaklığı.

$(RM)_y$  : Rijitlik merkezinin  $x$  eksenine dik uzaklığı.

$(KM)_x$  : Kütlev merkezinin y eksenine dik uzaklığı.

$(KM)_y$  : Kütlev merkezinin x eksenine dik uzaklığı.

$L_x$  : Binanın X yönündeki uzunluğu

$L_y$  : Binanın Y yönündeki uzunluğu

Hesap eksantirisite değerlerinin bulunmasının amacı rijitlik merkeziyle kütle merkezinin çakışmamasından dolayı deprem etkisiyle bina da oluşacak burulma momentlerini hesaplamaktır. Duvarlara gelen kesme kuvveti, kat kesme kuvveti yanında kat burulma momenti de göz önüne alınarak binanın birbirine dik her iki eksenini doğrultusunda hesaplanacaktır.(TS500)

Duvara gelen deprem kuvveti duvar yatay en kesit alanına bölünerek duvarda oluşan kayma gerilmesi hesaplanacak ve Denk.(4.4)'den bulunacak duvar kayma emniyet gerilmesi ile karşılaştırılacaktır.

$$\lambda_{em} = \lambda_o + \mu \cdot \sigma \quad (4.4)$$

$\lambda_{em}$  : Duvar kayma emniyet gerilmesi ( $t/m^2$ )

$\lambda_o$  : Duvar çatlama emniyet gerilmesi ( $t/m^2$ )

$\mu$  : Sürtünme katsayısı (0.5)

$\sigma$  : Duvar düşey gerilmesi

Dolu fabrika tuğlasında (çimento takviyeli kireç harcı ile) çatlak oluşturacak emniyet gerilmesi  $15t/m^2$  olarak standartlarda belirtilmiştir (TS-500). Bu yığma yapı analizinde tüm duvarlara gelen düşey gerilmeler bulunarak, duvarların emniyet gerilmeleri



bulunacaktır. Bulunan bu emniyet gerilmeleri depremden dolayı oluşan kayma gerilmeleriyle karşılaştırılarak duvarın boyutlarının uygun olup olmadığı saptanacaktır. Standartlarda duvarlarda belirlen maksimum kayma gerilmesi  $30 t/m^2$  olarak belirlenmiştir.

### 4.3 BİNA AĞIRLIĞININ BULUNMASI

#### 4.3.1 Döşemeden ve Hatılardan Duvarlara Gelen Yüklerin Hesaplanması

Döşemeden duvarlara gelen yüklerin hesaplanabilmesi için ilk olarak döşeme kalınlıklarının belirlenmesi gerekir. Döşeme kalınlıkları belirlenirken TS-500' de verilen hesap kurallarına uyularak Denklem (4.5)'e göre hesaplanacaktır.

$$h_f = \frac{\ell_s}{15 + \left(\frac{20}{m}\right)} \left(1 - \frac{\alpha_s}{4}\right) \dots\dots\dots (4.5)$$

$h_f$  : Döşeme kalınlığı (cm)

$\ell_s$  : Döşemenin kısa kenar uzunluğu (cm)

$m$  :  $\frac{(\text{uzun kenar uzunluğu})}{(\text{kısa kenar uzunluğu})}$

$\alpha_s$  :  $\frac{(\text{sürekli kenar uzunluğu})}{(\text{toplam kenar uzunluğu})}$

Döşeme ve hatılarda kullanılacak beton sınıfı olarak BS 20 betonu alınacaktır. Standartlarda BS 20 betonun birim hacim ağırlığı  $2.5 t/m^3$  olarak verilmiştir. Denklem (4.5)'e göre döşeme kalınlığı belirlendikten sonra o döşemeye gelen toplam yüklerin etkisiyle hatılların 1metresine aktarılan yükler bulunacaktır. Bu yüklerle hatılların kendi ağırlıkları da eklenerek duvara gelen düşey yükler bulunacaktır. Pencere ve kapı açıklıklarının bulunduğu yerlere döşemeden ve hatıldan gelen yükler komşu iki duvara eşit olarak paylaştırılacaktır.

**ÖRNEK:**

(D201) Döşemesinin ve diğer döşemelerin kalınlıklarının Denkem(4.5) göre belirlenmesi

$$h_f = \frac{\ell_s}{15 + \left(\frac{20}{m}\right)} \left(1 - \frac{\alpha_s}{4}\right) = \frac{450}{15 + \left(\frac{20}{1.22}\right)} \cdot \left(1 - \frac{0.5}{4}\right) = 12.554 \text{ cm}$$

Diğer döşeme kalınlıkları Tablo(4.3)'te verilmiştir. Güvenli tarafta kalmak için hesaplarda bulunan döşeme kalınlığından bir miktar fazla alınarak döşeme kalınlığı 14cm seçilmiştir.

Tablo 4.3 Döşeme boyutlarına göre döşeme kalınlıkları

Bölüm	Uzun Kenar(l <sub>1</sub> )	Kısa Kenar(l <sub>s</sub> )	m=(l <sub>1</sub> /l <sub>s</sub> )	a <sub>s</sub>	Döşeme Kalınlığı (hf)	Alınan Döşeme Kalınlığı
	cm	cm			cm	cm
D101	550	450	1.22222	0.5	12.554	14
D102	450	450	1	0.5	11.250	14
D103	600	400	1.5	0.6	12.000	14
D104	350	300	1.16667	1	7.000	14
D105	300	200	1.5	1	5.294	14
D106	300	150	2	1	4.500	14
D107	450	200	2.25	1	6.279	14
D108	450	450	1	1	9.643	14
D109	300	200	1.5	0.5	6.176	14
D201	550	450	1.22222	0.5	12.554	14
D202	450	450	1	0.5	11.250	14
D203	600	400	1.5	0.6	12.000	14
D204	350	300	1.16667	1	7.000	14
D205	300	200	1.5	1	5.294	14
D206	300	150	2	1	4.500	14
D207	450	200	2.25	1	6.279	14
D208	450	450	1	1	9.643	14
D209	650	300.00	2.17	0.84	9.78	14

#### 4.3.1.1 Döşeme Yükleri

$$1m^2 \text{ Döşemenin ağırlığı} : 0.14m \cdot 2.5(t/m^3) = 0.350(t/m^2)$$

$$1m^2 \text{ Döşeme kaplamasının ağırlığı} : 0.055m \cdot 2.2(t/m^3) = 0.121(t/m^2)$$

$$1m^2 \text{ Döşeme sıvasının ağırlığı} : 0.02m \cdot 2(t/m^3) = 0.040(t/m^2)$$

$$1m^2 \text{ Döşemeye gelen hareketli yük} = 0.200(t/m^2)$$

$$\text{Toplam döşemeye gelen yük} : \underline{\underline{0.711(t/m^2)}}$$

Döşemeden hatılların 1metresine gelen yük, standartlar da olduğu gibi hesaplanmıştır. Bu yükte, (Toplam döşemeye gelen yük)x(Döşemenin kısa kenarının yarısı) olarak verilmiştir.

Bu denkleme göre (D201) döşemesinden 1-1 Aksında bulunan (a) duvarının 1 metresine gelen yükü:

$$= 0.711(t/m^2) \cdot 2.25(m) = 1.59(t/m^2)$$

#### 4.3.1.2 Hatıl Yükleri

Hatıl boyutları duvarlara oturacak kısmın genişliği, duvar kalınlığına eşit olmak zorundadır. Hatıl yüksekliğinden döşeme kalınlığı çıkartılarak hatıldan duvarlara aktarılan yükler bulunacaktır.(Şekil-4.1)

$$\text{Hatıl genişliği} : 29 \text{ cm} = 0.29 \text{ m}$$

$$\text{Hatıl yüksekliği} : (50-14)=36\text{cm}= 0.36\text{m}$$

$$1m \text{ hatılın ağırlığı} : 0.29m \cdot 0.36m \cdot 2.5(t/m^3) = 0.261(t/m)$$

Bulunan bu yükler (duvar uzunluğu) + (varsa pencere veya kapı açıklığının yarısına çarpılarak ) duvara gelen toplam yükler bulunacaktır.

$$1-1 \text{ Aksı (a) duvarının uzunluğu} : 2.00 \text{ m} + \left(\frac{1.5 \text{ m}}{2}\right) = 2.75 \text{ m}$$

$$(a) \text{ Duvarının İmetresine gelen toplam yük} : 1.59975 + 0.261 = 1.86075 \text{ t/m}$$

$$(a) \text{ Duvarına gelen toplam yük} : 1.86075 \text{ (t/m)} \cdot 2.75 \text{ m} = 5.117 \text{ t}$$

#### 4.3.1.3 Duvar Özağırlıkları

$$\text{Duvarın birim hacim ağırlığı} : 1.5 \text{ (t/m}^3\text{)}$$

$$\text{Duvar kalınlığı} : 0.29 \text{ m}$$

$$\text{Duvar yüksekliği} : (3.00 \text{ m} - 0.5 \text{ m}) = 2.5 \text{ m}$$

$$1 \text{ m}^2 \text{ duvarın ağırlığı} : 0.29 \text{ m} \cdot 1.5 \text{ (t/m}^3\text{)} = 0.485 \text{ (t/m}^2\text{)}$$

$$1-1 \text{ Aksı (a) duvarının toplam ağırlığı} : 0.485 \text{ (t/m}^2\text{)} \cdot 2.00 \text{ (m)} \cdot 2.50 \text{ m} = 2.425 \text{ t}$$

$$1-1 \text{ Aksı (a) duvarı altında oluşan toplam yük} : 5.117 \text{ t} + 2.425 \text{ t} = 7.542 \text{ ton}$$

Bulunan bu ağırlıklara pencere altındaki parapet yükleride eklenerek X ve Y yönündeki duvarlara gelen toplam yükler ve bunlara bağlı olarak bina toplam ağırlığı bulunmuştur. 1.Kat X yönü için (Tablo 4.3), 1.Kat Y yönü için (Tablo 4.4), Z.Kat X yönü için (Tablo 4.5), Z.Kat Y yönü için (Tablo 4.6)

#### 4.4 DUVARLARDA OLUŞAN BASIÇ GERİLMELERİNİN HESABI

Yığma yapı duvarında oluşan basınç gerilmeri ,döşemeden ve hatılardan gelen yüklere duvar özağırlıklarının eklenmesiyle duvardaki toplam düşey gerilme bulunmuştur. Bulunan bu gerilme toplamı duvar alt yüzey alanına bölünerek duvardaki basınç gerilmeleri bulunmuştur. Duvar basınç gerilmeleri emniyet gerilmesiyle karşılaştırılarak duvarın kesitinin yeterli olup olmadığı her kat duvarları için hesaplanmıştır.

$$1-1 \text{ Aksı 1.Kat (a) duvarında oluşan toplam düşey yük} : 7.542 \text{ ton}$$

$$1-1 \text{ Aksı 1.Kat (a) duvarının alt yüzey alanı} : 2.00 \text{ m} \cdot 0.29 \text{ m} = 0.58 \text{ m}^2$$

$$(a) \text{ Duvarında oluşan basınç gerilmesi} : \frac{7.542(t)}{0.58 (m^2)} = 13.00 t / m^2$$

$$\text{Emniyet gerilmesi} : 80 t / m^2$$

$$1-1 \text{ Aksı 1.Kat (a) duvarının durumu} : 80 t / m^2 > 13 t / m^2 \text{ Sağlıyor}$$

$$1-1 \text{ Aksı Z.Kat (a) duvarında oluşan toplam düşey yük} : 7.542 \cdot 215.184 = 15.184 t$$

$$1-1 \text{ Aksı Z.Kat (a) duvarının alt yüzey alanı} : 0.58 m^2$$

$$(a) \text{ Duvarında oluşan basınç gerilmesi} : \frac{15.184(t)}{0.58(m^2)} = 26.179 t / m^2$$

$$\text{Emniyet gerilmesi} : 80 t / m^2$$

$$1-1 \text{ Aksı Z.Kat (a) duvarının durumu} : 80 t / m^2 > 26.17 t / m^2 \text{ Sağlıyor}$$

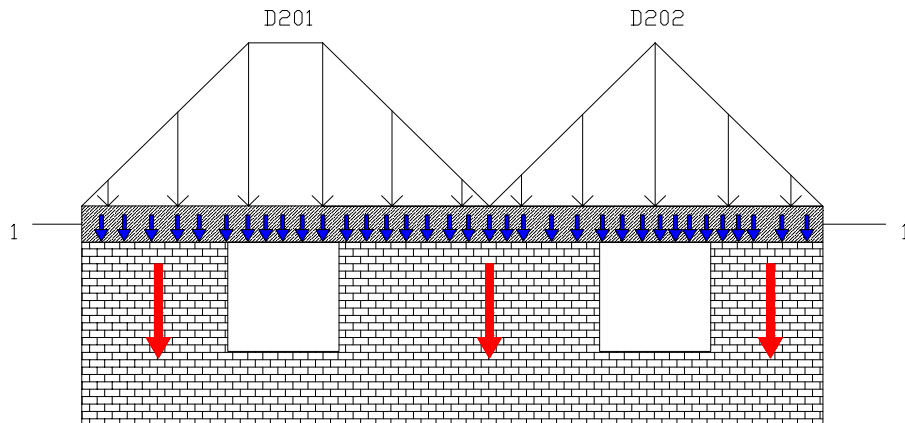
#### Duvarlarda oluşan basınç gerilmeleri,

1.Kat X yönü duvarları için (Tablo-4.7)' da verilmiştir

1.Kat Y yönü duvarları için (Tablo 4.8)'da verilmiştir

Z.Kat X yönü duvarları için (Tablo 4.9)'da verilmiştir

Z.Kat Y yönü duvarları için (Tablo 4.10)' da verilmiştir.



Şekil-4.1 (1-1 Aksı Duvarlarına etkiyen yüklerin gösterimi)

Tablo-4.3 1.Kat X yönü toplam duvar ağırlıkları

AKS	Duvar Adı	Yükseklik	Duvar Uzunluğu	Duvar Kalınlığı	1M <sup>2</sup> Duvarın Ağırlığı	Duvarın Öz ağırlığı	Hatılardan Aktarılan Yük	Diğer Duvar Ağırlıkları	Döşemeden Duvarlara Gelen Yükler	Duvara Gelen Toplam Yük	Toplam Yük
		m	m	m	ton/m <sup>2</sup>	ton	ton	ton	ton	ton	ton
A	1	2.5	2	0.29	0.485	2.42	0.69	0.48	4.26	7.38	7.86
	2	2.5	4	0.29	0.485	4.85	1.04	0.87	8.53	14.42	15.29
	3	2.5	2	0.29	0.485	2.42	0.69	0.48	4.26	7.38	7.86
B	4	2.5	1.5	0.29	0.485	1.81	0.58	0.32	3.33	5.74	6.07
	5	2.5	1.5	0.29	0.485	1.81	0.58	0.32	3.33	5.74	6.07
	6	2.5	1.5	0.29	0.485	1.81	0.58	0.32	3.33	5.74	6.07
C	7	2.5	1.5	0.29	0.485	1.81	0.58	0.32	3.33	5.74	6.07
	8	2.5	1	0.29	0.485	1.21	0.39	0.10	3.47	5.18	5.18
	9	2.5	8	0.29	0.485	9.70	2.34	0.24	11.73	24.02	28.53
D	10	2.5	1	0.29	0.485	1.21	0.39	0.10	3.47	5.18	5.18
	11	2.5	6	0.29	0.485	7.27	1.56	0.00	4.26	13.10	13.10
E	12	2.5	5.5	0.29	0.485	6.66	1.56	0.12	17.06	25.42	25.42
	13	2.5	8	0.29	0.485	9.70	2.34	0.24	13.86	26.15	26.15
	14	2.5	5.5	0.29	0.485	6.66	1.56	0.12	17.06	25.42	25.42
F	15	2.5	1	0.29	0.485	1.21	0.39	0.12	3.46	5.19	5.19
	16	2.5	2.5	0.29	0.485	3.03	0.78	0.12	6.93	10.86	10.86
	17	2.5	2.5	0.29	0.485	3.03	0.78	0.12	6.93	10.86	10.86
G	18	2.5	1	0.29	0.485	1.21	0.39	0.12	3.46	5.19	5.19
	19	2.5	1.5	0.29	0.485	1.81	0.58	0.32	3.33	5.74	6.07
	20	2.5	1.5	0.29	0.485	1.81	0.58	0.32	3.33	5.74	6.07
	21	2.5	1.5	0.29	0.485	1.81	0.58	0.32	3.33	5.74	6.07
H	22	2.5	1.5	0.29	0.485	1.81	0.58	0.32	3.33	5.74	6.07
	23	2.5	1.5	0.29	0.485	1.81	0.58	0.32	3.33	5.74	6.07
	24	2.5	2.25	0.29	0.485	2.72	0.97	0.18	5.19	9.08	9.08
	25	2.5	2.25	0.29	0.485	2.72	0.97	0.18	5.19	9.08	9.08
TOP.	26	2.5	1.5	0.29	0.485	1.81	0.58	0.32	3.33	5.74	6.07
									152.58	261.44	271.05

Tablo-4.4 1.Kat Y yönü toplam duvar ağırlıkları.

AKS	Duvar Adı	Yükseklik	Duvar Uzunluğu	Duvar Kalınlığı	1M <sup>2</sup> Duvarın Ağırlığı	Duvarın Öz ağırlığı	Hatılardan Aktarılan Yük	Diğer Duvar Ağırlıkları	Döşemeden Duvarlara Gelen Yükler	Duvarlara Gelen Toplam Yük	Toplam Yük
		<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>ton/m<sup>2</sup></i>	<i>ton</i>	<i>ton</i>	<i>ton</i>	<i>ton</i>	<i>ton</i>	<i>ton</i>
1	a	2.5	2	0.29	0.485	2.42	0.71	0.48	4.39	7.54	8.02
	b	2.5	3.5	0.29	0.485	4.24	1.30	0.72	7.99	13.54	14.27
	c	2.5	1.5	0.29	0.485	1.81	0.58	0.36	3.59	6.00	6.36
2	d	2.5	4.5	0.29	0.485	5.45	1.30	0.12	10.48	17.36	17.36
	e	2.5	2.5	0.29	0.485	3.03	0.91	0.24	7.82	12.00	12.00
	f	2.5	5	0.29	0.485	6.06	1.43	0.12	13.15	20.77	20.77
3	g	2.5	0.5	0.29	0.485	0.60	0.26	0.12	1.77	2.76	2.76
	h	2.5	0.5	0.29	0.485	0.60	0.39	0.24	1.77	3.01	3.01
	i	2.5	0.5	0.29	0.485	0.60	0.26	0.12	1.59	2.58	2.58
4	j	2.5	0.5	0.29	0.485	0.60	0.26	0.12	1.77	2.76	2.76
	k	2.5	5	0.29	0.485	6.06	1.43	0.12	8.97	16.59	16.59
5	l	2.5	7.5	0.29	0.485	9.09	1.95	0.00	7.90	18.96	18.96
6	m	2.5	0.5	0.29	0.485	0.60	0.26	0.12	1.42	2.41	2.41
	n	2.5	5	0.29	0.485	6.06	1.43	0.12	8.62	16.24	16.24
7	o	2.5	0.5	0.29	0.485	0.60	0.26	0.12	1.77	2.76	2.76
	p	2.5	0.5	0.29	0.485	0.60	0.39	0.24	1.77	3.01	3.01
	r	2.5	0.5	0.29	0.485	0.60	0.26	0.12	1.59	2.58	2.58
8	s	2.5	4.5	0.29	0.485	5.45	1.30	0.12	10.48	17.36	17.36
	t	2.5	2.5	0.29	0.485	3.03	0.91	0.24	7.82	12.00	12.00
	u	2.5	5	0.29	0.485	6.06	1.43	0.12	13.15	20.77	20.77
9	v	2.5	2	0.29	0.485	2.42	0.71	0.48	4.39	7.54	8.02
	y	2.5	3.5	0.29	0.485	4.24	1.30	0.72	7.99	13.54	14.27
	z	2.5	1.5	0.29	0.485	1.81	0.58	0.36	3.59	6.00	6.36
TOP									133.93	228.20	231.36

Tablo-4.5 Z.Kat X yönü toplam duvar ağırlıkları

AKS	Duvar Adı	Yükseklik	Duvar Uzunluğu	Duvar Kalınlığı	1M <sup>2</sup> Duvarın Ağırlığı	Duvarın Öz ağırlığı	Hatılardan Aktarılan Yük	Diğer Duvar Ağırlıkları	Döşemeden Duvarlara Gelen Yükler	Duvaya Gelen Toplam Yük	Toplam Yük
		m	m	m	ton/m <sup>2</sup>	ton	ton	ton	ton	ton	ton
A	1	2.5	2	0.29	0.485	2.42	0.69	0.48	4.26	7.38	7.86
	2	2.5	4	0.29	0.485	4.85	1.04	0.87	8.53	14.42	15.29
	3	2.5	2	0.29	0.485	2.42	0.69	0.48	4.26	7.38	7.86
B	4	2.5	1.5	0.29	0.485	1.81	0.58	0.32	3.33	5.74	6.07
	5	2.5	1.5	0.29	0.485	1.81	0.58	0.32	3.33	5.74	6.07
	6	2.5	1.5	0.29	0.485	1.81	0.58	0.32	3.33	5.74	6.07
	7	2.5	1.5	0.29	0.485	1.81	0.58	0.32	3.33	5.74	6.07
C	8	2.5	1	0.29	0.485	1.21	0.39	0.10	3.47	5.18	5.18
	9	2.5	8	0.29	0.485	9.70	2.34	0.24	11.73	24.0	28.53
	10	2.5	1	0.29	0.485	1.21	0.39	0.10	3.47	5.18	5.18
D	11	2.5	6	0.29	0.485	7.27	1.56	0.00	4.26	13.10	13.10
E	12	2.5	5.5	0.29	0.485	6.66	1.56	0.12	17.06	25.42	25.42
	13	2.5	8	0.29	0.485	9.70	2.34	0.24	12.79	25.08	25.08
	14	2.5	5.5	0.29	0.485	6.66	1.56	0.12	17.06	25.42	25.42
F	15	2.5	1	0.29	0.485	1.21	0.39	0.12	3.46	5.19	5.19
	16	2.5	2.5	0.29	0.485	3.03	0.78	0.12	6.93	10.86	10.86
	17	2.5	2.5	0.29	0.485	3.03	0.78	0.12	6.93	10.86	10.86
	18	2.5	1	0.29	0.485	1.21	0.39	0.12	3.46	5.19	5.19
G	19	2.5	1.5	0.29	0.485	1.81	0.58	0.32	3.33	5.74	6.07
	20	2.5	1.5	0.29	0.485	1.81	0.58	0.32	3.33	5.74	6.07
	21	2.5	1.5	0.29	0.485	1.81	0.58	0.32	3.33	5.74	6.07
	22	2.5	1.5	0.29	0.485	1.81	0.58	0.32	3.33	5.74	6.07
H	23	2.5	1.5	0.29	0.485	1.81	0.58	0.32	3.33	5.74	6.07
	24	2.5	2.25	0.29	0.485	2.72	0.97	0.18	3.59	7.48	7.48
	25	2.5	2.25	0.29	0.485	2.72	0.97	0.18	3.59	7.48	7.48
	26	2.5	1.5	0.29	0.485	1.81	0.58	0.32	3.33	5.74	6.07
TOP								148.31	257.18	266.79	



Tablo-4.6 Z.Kat Y yönü toplam duvar ağırlıkları

AKS	Duvar Adı	Yükseklik	Duvar Uzunluğu	Duvar Kalınlığı	1M <sup>2</sup> Duvarın Ağırlığı	Duvarın Öz ağırlığı	Hatılardan Aktarılan Yük	Diğer Duvar Ağırlıkları	Döşemeden Duvarlara Gelen Yükler	Duvarlara Gelen Toplam Yük	Toplam Yük
		<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>ton/m<sup>2</sup></i>	<i>ton</i>	<i>ton</i>	<i>ton</i>	<i>ton</i>	<i>ton</i>	<i>ton</i>
1	a	2.5	2	0.29	0.485	2.42	0.71	0.48	4.39	7.54	8.02
	b	2.5	3.5	0.29	0.485	4.24	1.30	0.72	7.99	13.54	14.27
	c	2.5	1.5	0.29	0.485	1.81	0.58	0.36	3.59	6.00	6.36
2	d	2.5	4.5	0.29	0.485	5.45	1.30	0.12	10.48	17.36	17.36
	e	2.5	2.5	0.29	0.485	3.03	0.91	0.24	7.82	12.00	12.00
	f	2.5	5	0.29	0.485	6.06	1.43	0.12	13.15	20.77	20.77
3	g	2.5	0.5	0.29	0.485	0.60	0.26	0.12	1.77	2.76	2.76
	h	2.5	0.5	0.29	0.485	0.60	0.39	0.24	1.77	3.01	3.01
	i	2.5	0.5	0.29	0.485	0.60	0.26	0.12	1.59	2.58	2.58
4	j	2.5	0.5	0.29	0.485	0.60	0.26	0.12	1.42	2.41	2.41
	k	2.5	5	0.29	0.485	6.06	1.43	0.12	8.62	16.24	16.24
5	l	2.5	7.5	0.29	0.485	9.09	1.95	0.00	7.90	18.96	18.96
6	m	2.5	0.5	0.29	0.485	0.60	0.26	0.12	1.42	2.41	2.41
	n	2.5	5	0.29	0.485	6.06	1.43	0.12	8.62	16.24	16.24
7	o	2.5	0.5	0.29	0.485	0.60	0.26	0.12	1.77	2.76	2.76
	p	2.5	0.5	0.29	0.485	0.60	0.39	0.24	1.77	3.01	3.01
	r	2.5	0.5	0.29	0.485	0.60	0.26	0.12	1.59	2.58	2.58
8	s	2.5	4.5	0.29	0.485	5.45	1.30	0.12	10.48	17.36	17.36
	t	2.5	2.5	0.29	0.485	3.03	0.91	0.24	7.82	12.00	12.00
	u	2.5	5	0.29	0.485	6.06	1.43	0.12	13.15	20.77	20.77
9	v	2.5	2	0.29	0.485	2.42	0.71	0.48	4.39	7.54	8.02
	y	2.5	3.5	0.29	0.485	4.24	1.30	0.72	7.99	13.54	14.27
	z	2.5	1.5	0.29	0.485	1.81	0.58	0.36	3.59	6.00	6.36
TOP									133.22	227.49	230.65

Tablo- 4.7 1. Kat X yönü duvarların da oluşan basınç gerilmelerinin emniyet gerilmesiyle karşılaştırılması.

AKS	Duvar Adı	Üst Kattan Gelen Yük	Duvar Uzunluğu	Duvar Kalınlığı	Duvarın Öz ağırlığı	Hatılardan Aktarılan Yük	Diğer Duvar Ağırlıkları	Döşemeden Duvarlara Gelen Yükler	Duvara Gelen Toplam Yük	Duvardaki Basınç Gerilmesi	Emniyet Gerilmesi	Durumu
		ton	m	m	ton	ton	ton	ton	ton	ton/m <sup>2</sup>	ton/m <sup>2</sup>	
A	1	-	2	0.29	2.42	0.69	0.48	4.26	7.38	12.73	80	SAĞLIYOR
	2	-	4	0.29	4.85	1.04	0.87	8.53	14.42	12.43	80	SAĞLIYOR
	3	-	2	0.29	2.42	0.69	0.48	4.26	7.38	12.73	80	SAĞLIYOR
B	4	-	1.5	0.29	1.81	0.58	0.32	3.33	5.74	13.20	80	SAĞLIYOR
	5	-	1.5	0.29	1.81	0.58	0.32	3.33	5.74	13.20	80	SAĞLIYOR
	6	-	1.5	0.29	1.81	0.58	0.32	3.33	5.74	13.20	80	SAĞLIYOR
	7	-	1.5	0.29	1.81	0.58	0.32	3.33	5.74	13.20	80	SAĞLIYOR
C	8	-	1	0.29	1.21	0.39	0.10	3.47	5.18	17.88	80	SAĞLIYOR
	9	-	8	0.29	9.70	2.34	0.24	11.73	24.02	10.35	80	SAĞLIYOR
	10	-	1	0.29	1.21	0.39	0.10	3.47	5.18	17.88	80	SAĞLIYOR
D	11	-	6	0.29	7.27	1.56	0.00	4.26	13.10	7.53	80	SAĞLIYOR
E	12	-	5.5	0.29	6.66	1.56	0.12	17.06	25.42	15.93	80	SAĞLIYOR
	13	-	8	0.29	9.70	2.34	0.24	13.86	26.15	11.27	80	SAĞLIYOR
	14	-	5.5	0.29	6.66	1.56	0.12	17.06	25.42	15.93	80	SAĞLIYOR
F	15	-	1	0.29	1.21	0.39	0.12	3.46	5.19	17.91	80	SAĞLIYOR
	16	-	2.5	0.29	3.03	0.78	0.12	6.93	10.86	14.99	80	SAĞLIYOR
	17	-	2.5	0.29	3.03	0.78	0.12	6.93	10.86	14.99	80	SAĞLIYOR
	18	-	1	0.29	1.21	0.39	0.12	3.46	5.19	17.91	80	SAĞLIYOR
G	19	-	1.5	0.29	1.81	0.58	0.32	3.33	5.74	13.20	80	SAĞLIYOR
	20	-	1.5	0.29	1.81	0.58	0.32	3.33	5.74	13.20	80	SAĞLIYOR
	21	-	1.5	0.29	1.81	0.58	0.32	3.33	5.74	13.20	80	SAĞLIYOR
	22	-	1.5	0.29	1.81	0.58	0.32	3.33	5.74	13.20	80	SAĞLIYOR
H	23	-	1.5	0.29	1.81	0.58	0.32	3.33	5.74	13.20	80	SAĞLIYOR
	24	-	2.25	0.29	2.72	0.97	0.18	5.19	9.08	13.92	80	SAĞLIYOR
	25	-	2.25	0.29	2.72	0.97	0.18	5.19	9.08	13.92	80	SAĞLIYOR
	26	-	1.5	0.29	1.81	0.58	0.32	3.33	5.74	13.20	80	SAĞLIYOR

Tablo- 4.8 1. Kat Y yönü duvarların da oluşan basınç gerilmelerinin emniyet gerilmesiyle karşılaştırılması

AKS	Duvar Adı	Üst Kattan Gelen Yük	Duvar Uzunluğu	Duvar Kalınlığı	Duvarın Öz ağırlığı	Hatılardan Aktarılan Yük	Diğer Duvar Ağırlıkları	Döşemeden Duvarlara Gelen Yükler	Duvarlara Gelen Toplam Yük	Duvardaki Basınç Gerilmeleri	Emniyet Gerilmesi	Durumu
		<i>ton</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>ton</i>	<i>ton</i>	<i>ton</i>	<i>ton</i>	<i>ton</i>	<i>ton/m<sup>2</sup></i>	<i>ton/m<sup>2</sup></i>	
1	a	-	2	0.29	2.42	0.71	0.48	4.39	7.54	13.00	80	SAĞLIYOR
	b	-	3.5	0.29	4.24	1.30	0.72	7.99	13.54	13.34	80	SAĞLIYOR
	c	-	1.5	0.29	1.81	0.58	0.36	3.59	6.00	13.80	80	SAĞLIYOR
2	d	-	4.5	0.29	5.45	1.30	0.12	10.48	17.37	13.31	80	SAĞLIYOR
	e	-	2.5	0.29	3.03	0.91	0.24	7.82	12.00	16.56	80	SAĞLIYOR
	f	-	5	0.29	6.06	1.43	0.12	13.15	20.77	14.32	80	SAĞLIYOR
3	g	-	0.5	0.29	0.60	0.26	0.12	1.77	2.76	19.07	80	SAĞLIYOR
	h	-	0.5	0.29	0.60	0.39	0.24	1.77	3.01	20.81	80	SAĞLIYOR
	i	-	0.5	0.29	0.60	0.26	0.12	1.60	2.58	17.85	80	SAĞLIYOR
4	j	-	0.5	0.29	0.60	0.26	0.12	1.77	2.76	19.07	80	SAĞLIYOR
	k	-	5	0.29	6.06	1.43	0.12	8.97	16.59	11.44	80	SAĞLIYOR
5	l	-	7.5	0.29	9.09	1.95	0.00	7.91	18.96	8.71	80	SAĞLIYOR
6	m	-	0.5	0.29	0.60	0.26	0.12	1.42	2.41	16.62	80	SAĞLIYOR
	n	-	5	0.29	6.06	1.43	0.12	8.62	16.24	11.20	80	SAĞLIYOR
7	o	-	0.5	0.29	0.60	0.26	0.12	1.77	2.76	19.07	80	SAĞLIYOR
	p	-	0.5	0.29	0.60	0.39	0.24	1.77	3.01	20.81	80	SAĞLIYOR
	r	-	0.5	0.29	0.60	0.26	0.12	1.60	2.58	17.85	80	SAĞLIYOR
8	s	-	4.5	0.29	5.45	1.30	0.12	10.48	17.37	13.31	80	SAĞLIYOR
	t	-	2.5	0.29	3.03	0.91	0.24	7.82	12.00	16.56	80	SAĞLIYOR
	u	-	5	0.29	6.06	1.43	0.12	13.15	20.77	14.32	80	SAĞLIYOR
9	v	-	2	0.29	2.42	0.71	0.48	4.39	7.54	13.00	80	SAĞLIYOR
	y	-	3.5	0.29	4.24	1.30	0.72	7.99	13.54	13.34	80	SAĞLIYOR
	z	-	1.5	0.29	1.81	0.58	0.36	3.59	6.005	13.80	80	SAĞLIYOR

Tablo- 4.9 Z. Kat X yönü duvarların da oluşan basınç gerilmelerinin emniyet gerilmesiyle karşılaştırılması

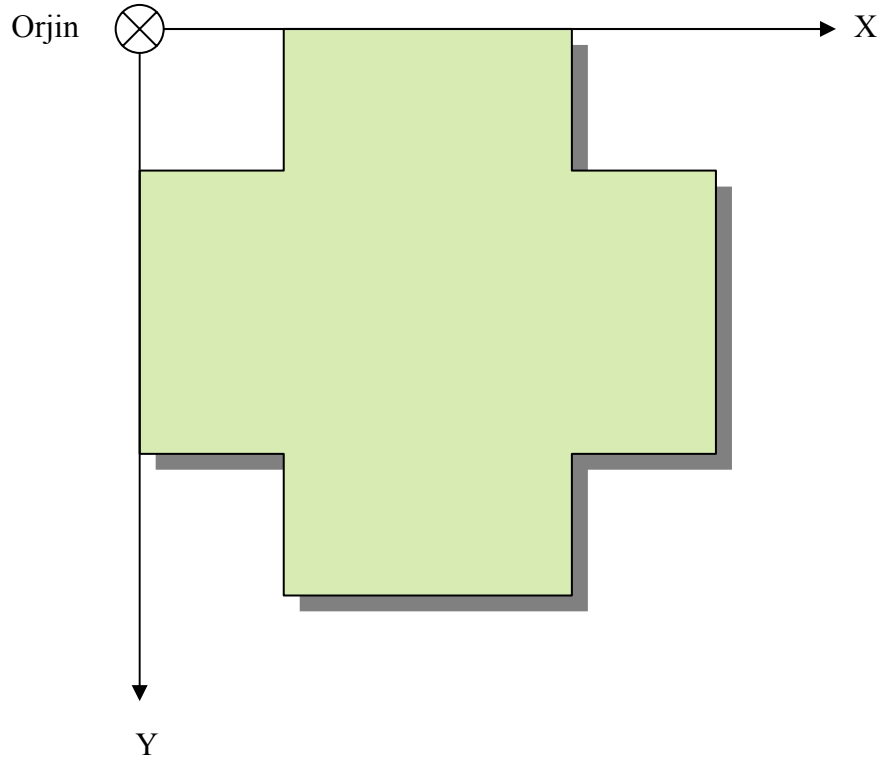
AKS	Duvar Adı	Üst Kattan Gelen Yük	Duvar Uzunluğu	Duvar Kalınlığı	Duvarın Öz ağırlığı	Hatılardan Aktarılan Yük	Diğer Duvar Ağırlıkları	Döşemeden Duvarlara Gelen Yükler	Duvaya Gelen Toplam Yük	Duvardaki Basınç Gerilmeleri	Emniyet Gerilmesi	Durumu
		ton	m	m	ton	ton	ton	ton	ton	ton/m <sup>2</sup>	ton/m <sup>2</sup>	
A	1	7.384	2	0.29	4.85	1.38	0.97	8.53	14.76	25.46	80	SAĞLIYOR
	2	14.426	4	0.29	9.70	2.08	1.74	17.06	28.85	24.87	80	SAĞLIYOR
	3	7.384	2	0.29	4.85	1.38	0.97	8.53	14.76	25.46	80	SAĞLIYOR
B	4	5.745	1.5	0.29	3.63	1.17	0.65	6.67	11.49	26.41	80	SAĞLIYOR
	5	5.745	1.5	0.29	3.63	1.17	0.65	6.67	11.49	26.41	80	SAĞLIYOR
	6	5.745	1.5	0.29	3.63	1.17	0.65	6.67	11.49	26.41	80	SAĞLIYOR
	7	5.745	1.5	0.29	3.63	1.17	0.65	6.67	11.49	26.41	80	SAĞLIYOR
C	8	5.188	1	0.29	2.42	0.79	0.21	6.94	10.37	35.77	80	SAĞLIYOR
	9	24.023	8	0.29	19.40	4.69	0.48	23.46	48.04	20.70	80	SAĞLIYOR
	10	5.188	1	0.29	2.42	0.79	0.21	6.94	10.37	35.77	80	SAĞLIYOR
D	11	13.107	6	0.29	14.55	3.13	0.00	8.53	26.21	15.06	80	SAĞLIYOR
E	12	25.420	5.5	0.29	13.33	3.13	0.24	34.12	50.84	31.87	80	SAĞLIYOR
	13	26.156	8	0.29	19.40	4.69	0.48	26.66	51.24	22.08	80	SAĞLIYOR
	14	25.420	5.5	0.29	13.33	3.13	0.24	34.12	50.84	31.87	80	SAĞLIYOR
F	15	5.195	1	0.29	2.42	0.79	0.24	6.93	10.39	35.82	80	SAĞLIYOR
	16	10.868	2.5	0.29	6.06	1.56	0.24	13.86	21.73	29.98	80	SAĞLIYOR
	17	10.868	2.5	0.29	6.06	1.56	0.24	13.86	21.73	29.98	80	SAĞLIYOR
	18	5.195	1	0.29	2.42	0.79	0.24	6.93	10.39	35.82	80	SAĞLIYOR
G	19	5.745	1.5	0.29	3.63	1.17	0.65	6.67	11.49	26.41	80	SAĞLIYOR
	20	5.745	1.5	0.29	3.63	1.17	0.65	6.67	11.49	26.41	80	SAĞLIYOR
	21	5.745	1.5	0.29	3.63	1.17	0.65	6.67	11.49	26.41	80	SAĞLIYOR
	22	5.745	1.5	0.29	3.63	1.17	0.65	6.67	11.49	26.41	80	SAĞLIYOR
H	23	5.745	1.5	0.29	3.63	1.17	0.65	6.67	11.49	26.41	80	SAĞLIYOR
	24	9.088	2.25	0.29	5.45	1.95	0.36	8.79	16.57	25.40	80	SAĞLIYOR
	25	9.088	2.25	0.29	5.45	1.95	0.36	8.79	16.576	25.40	80	SAĞLIYOR
	26	5.745	1.5	0.29	3.63	1.17	0.65	6.67	11.49	26.41	80	SAĞLIYOR

Tablo- 4.10 Z. Kat Y yönü duvarların da oluşan basınç gerilmelerinin emniyet gerilmesiyle karşılaştırılması

AKS	Duvar Adı	Üst Kattan Gelen Yük	Duvar Uzunluğu	Duvar Kalınlığı	Duvarın Öz ağırlığı	Hatılardan Aktarılan Yük	Diğer Duvar Ağırlıkları	Döşemeden Duvarlara Gelen Yükler	Duvarlara Gelen Toplam Yük	Duvardaki Basınç Gerilmeleri	Emniyet Gerilmesi	Durumu
		<i>ton</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>ton</i>	<i>ton</i>	<i>ton</i>	<i>ton</i>	<i>ton</i>	<i>ton/m<sup>2</sup></i>	<i>ton/m<sup>2</sup></i>	
1	a	7.542	2	0.29	4.85	1.43	0.97	8.79	15.08	26.00	80	SAĞLIYOR
	b	13.548	3.5	0.29	8.48	2.61	1.45	15.99	27.09	26.69	80	SAĞLIYOR
	c	6.005	1.5	0.29	3.63	1.17	0.72	7.19	12.01	27.61	80	SAĞLIYOR
2	d	17.370	4.5	0.29	10.91	2.61	0.24	20.97	34.74	26.62	80	SAĞLIYOR
	e	12.008	2.5	0.29	6.06	1.82	0.48	15.64	24.01	33.12	80	SAĞLIYOR
	f	20.773	5	0.29	12.12	2.87	0.24	26.30	41.54	28.65	80	SAĞLIYOR
3	g	2.766	0.5	0.29	1.21	0.52	0.24	3.55	5.53	38.15	80	SAĞLIYOR
	h	3.018	0.5	0.29	1.21	0.78	0.48	3.55	6.03	41.62	80	SAĞLIYOR
	i	2.588	0.5	0.29	1.21	0.52	0.24	3.20	5.17	35.70	80	SAĞLIYOR
4	j	2.766	0.5	0.29	1.21	0.52	0.24	3.20	5.17	35.70	80	SAĞLIYOR
	k	16.596	5	0.29	12.12	2.87	0.24	17.59	32.83	22.64	80	SAĞLIYOR
5	l	18.961	7.5	0.29	18.18	3.91	0.00	15.82	37.92	17.43	80	SAĞLIYOR
6	m	2.411	0.5	0.29	1.21	0.52	0.24	2.84	4.82	33.24	80	SAĞLIYOR
	n	16.240	5	0.29	12.12	2.87	0.24	17.24	32.48	22.40	80	SAĞLIYOR
7	o	2.766	0.5	0.29	1.21	0.52	0.24	3.55	5.53	38.15	80	SAĞLIYOR
	p	3.018	0.5	0.29	1.21	0.78	0.48	3.55	6.03	41.62	80	SAĞLIYOR
	r	2.588	0.5	0.29	1.21	0.52	0.24	3.20	5.17	35.70	80	SAĞLIYOR
8	s	17.370	4.5	0.29	10.91	2.61	0.24	20.97	34.74	26.62	80	SAĞLIYOR
	t	12.008	2.5	0.29	6.06	1.82	0.48	15.64	24.01	33.12	80	SAĞLIYOR
	u	20.773	5	0.29	12.12	2.87	0.24	26.30	41.54	28.65	80	SAĞLIYOR
9	v	7.542	2	0.29	4.85	1.43	0.97	8.79	15.08	26.00	80	SAĞLIYOR
	y	13.548	3.5	0.29	8.48	2.61	1.45	15.99	27.09	26.69	80	SAĞLIYOR
	z	6.005	1.5	0.29	3.63	1.17	0.72	7.19	12.01	27.61	80	SAĞLIYOR

#### 4.5 KAYMA RİJİTLİK MERKEZİ HESABI

Bölüm 4.2.2 de değinildiği gibi kayma tahkiki hesaplarında ilk olarak duvarların kayma rijitliği (Denklemler 4.2)'ye göre hesaplanacaktır. Bu rijitliği duvarların belirlediğimiz orjin noktasına göre dik uzaklığına çarpıp, toplam o yöndeki rijitliğe böldüğümüz zaman o yöndeki rijitlik merkezi bulmuş olacağız. Bu projede orjin noktası olarak duvarların kesişim noktası olan binanın sol üst bölümü seçilmiştir.(ŞEKİL 4- 1)



Şekil-4.2 Orjin noktasının belirlenmesi

Orjin noktasına göre yapının toplam rijitliği : (akslardaki duvarların rijitliği ) \* (orjin noktasına olan dik uzaklığın karesine ) çarpılarak bulunacaktır.

Orjin noktasına göre bulunan yapı rijitliğini önceden bulunan rijitlik merkezine çekmek için : (Orjin noktasındaki toplam rijitlik-(Rijitlik merkezinin orjine dik uzaklığının karesi\* O yöndeki toplam rijitlik)' ne göre hesaplanılarak bulunacaktır.

1-1 Aksı (a) duvarı için kayma rijitliği hesabı:  $D_y$

$$k = 1$$

$$A = 200\text{cm} \cdot 29\text{cm} = 5800\text{cm}^2$$

$$H = \text{Etkili duvar yüksekliği} = 150 \text{ cm}$$

1-1 Aksı (a) duvarının kayma rijitliği:

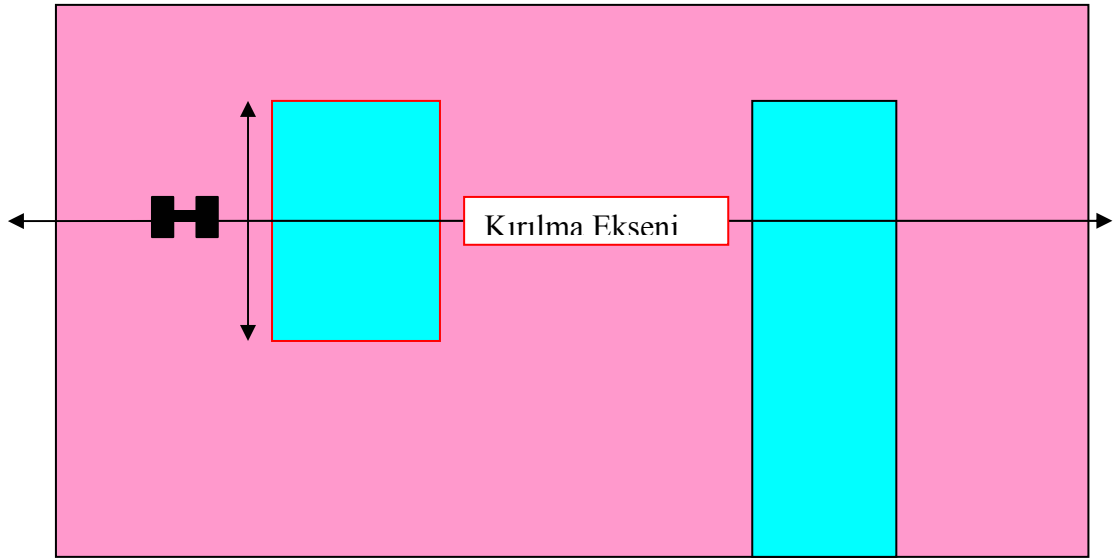
$$D_y = \frac{k \cdot A}{H} = \frac{1 \cdot 5800}{150} = 38.666 \text{ m}$$

1-1 Aksı (a) duvarının orjine dik uzaklığı : 0.145 m

1-1 Aksı (a) duvarının orjine göre toplam rijitliği :

$$x^2 \cdot D_y = 0.145^2 \cdot 38.666 = 0.18129\text{m}^3$$

$H$  : etkili duvar yüksekliği hesaplanırken o duvara komşu olan pencere yüksekliği, etkili duvar yüksekliği olarak alınır. Eğer taşıyıcı duvara komşu pencere ve kapı varsa buradaki etkili duvar yüksekliği olarak küçük olan yükseklik alınır. (Şekil-4.3). Yanal yüklerde duvarın enzyayıf noktaları bu bölgeler olduğu için duvar bu noktalardan kırılacaktır. Taşıyıcı duvarlarda oluşan gelen yükler (Şekil-4.4)'te gösterilmiştir.

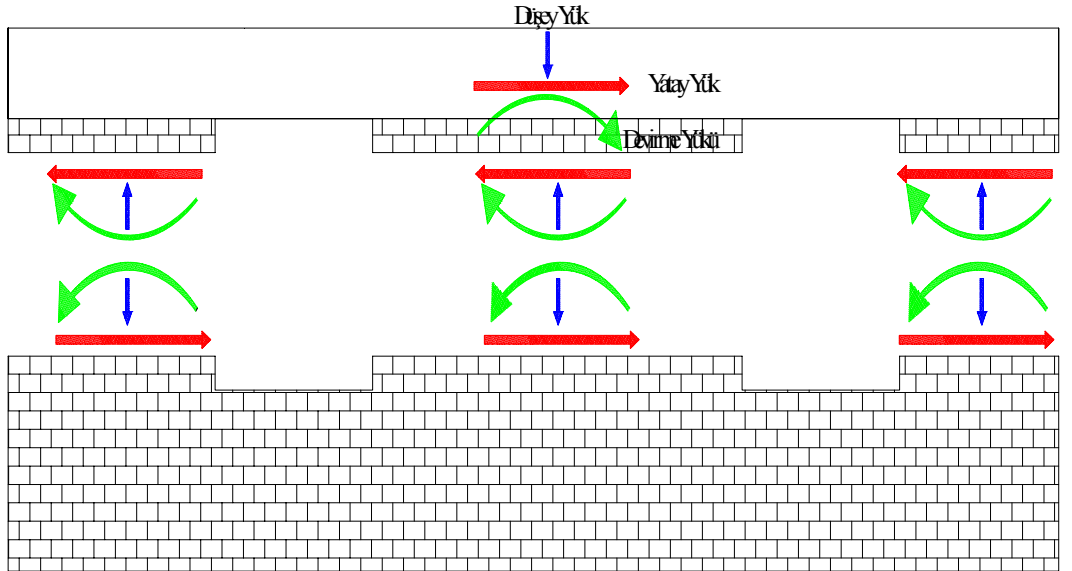


Şekil-4.3 Yanal yüklerde duvarların kırılmaya başlayacağı eksen

Bu hesaplar tüm duvarlar için yapılarak yapının rijitlik merkezinin koordinantları bulunmuştur .

$$\text{Y-Y yönü rijitlik merkezinin yeri : } X_0 = \frac{\sum X \cdot D_y}{\sum D_y} = \frac{9672.75}{908.66} = 10.645 \text{ m}$$

$$\text{X-X yönü rijitlik merkezinin yeri : } Y_0 = \frac{\sum Y \cdot D_x}{\sum D_x} = \frac{7667.60}{1100} = 6.97 \text{ m}$$



Şekil-4.4 Yatay ve düşey yüklerden dolayı duvarlarda oluşan kuvvetler



Tablo-4.11 Y-Y yönündeki rijitlik merkezinin yeri

AKS	Duvar Adı	H	Duvar Uzunluğu (L)	Duvar Kalınlığı (d)	$(k \cdot A)/(H)$	Aksın Toplam Rijitliği (Dy)	Relatif Rijitlik (Rd)	Aksların Orjine Dik Uzaklığı (x)	Dy*(x)	$(x^2)$	$(x^2) \cdot (Dy)$	Y-YRijitlik Merkezi Yeri ( $X_0$ )
		cm	cm	cm			%		$m^2$	$m^2$	$m^3$	m
1	a	150	200	29	38.66	135.33	4.25	0.145	19.62	0.02	2.84	10.645
	b	150	350	29	67.66		7.44	0.145				
	c	150	150	29	29.00		3.19	0.145				
2	d	200	450	29	65.25	174.00	7.18	4.645	808.23	21.57	3754.22	
	e	200	250	29	36.25		3.98	4.645				
	f	200	500	29	72.50		7.97	4.645				
3	g	200	50	29	7.25	21.75	0.79	7.645	166.27	58.44	1271.20	
	h	200	50	29	7.25		0.79	7.645				
	i	200	50	29	7.25		0.79	7.645				
4	j	200	50	29	7.25	79.75	0.79	9.145	729.31	83.63	6669.57	
	k	200	500	29	72.50		7.97	9.145				
5	l	250	750	29	87.00	87.00	9.57	10.645	926.11	113.31	9858.49	
6	m	200	50	29	7.25	79.75	0.79	12.145	968.56	147.50	11763.20	
	n	200	500	29	72.50		7.97	12.145				
7	o	200	50	29	7.25	21.75	0.79	13.645	296.77	186.18	4049.54	
	p	200	50	29	7.25		0.79	13.645				
	r	200	50	29	7.25		0.79	13.645				
8	s	200	450	29	65.25	174.00	7.18	16.645	2896.23	277.05	48207.74	
	t	200	250	29	36.25		3.98	16.645				
	u	200	500	29	72.50		7.97	16.645				
9	v	150	200	29	38.66	135.33	4.25	21.145	2861.62	447.11	60509.02	
	y	150	350	29	67.66		7.44	21.145				
	z	150	150	29	29.00		3.19	21.145				
TOP					908.66	908.66	100.00	244.835	9672.75	1334.84	146085.87	

Tablo-4.12 X-X yönündeki rijitlik merkezinin yeri

AKS	Duvar Adı	H	Duvar Uzunluğu (L)	Duvar Kalınlığı (d)	$(k \cdot A)/(H)$	Aksın Toplam Rijitliği (Dx)	Relatif Rijitlik (Rd)	Aksların Orjine Dik Uzaklığı (y)	$Dx \cdot (y)$	$(y^2)$	$(y^2) \cdot (Dx)$	X-X Rijitlik Merkezi Yeri ( $Y_0$ )
		cm	cm	cm			%	m	$m^2$	$m^2$	$m^3$	m
A	1	150	200	29	38.67	154.67	3.51	0.145	22.42	0.02	3.25	6.970
	2	150	400	29	77.33		7.03	0.145				
	3	150	200	29	38.67		3.51	0.145				
B	4	150	150	29	29.00	116.00	2.63	2.145	248.82	4.60	533.71	
	5	150	150	29	29.00		2.63	2.145				
	6	150	150	29	29.00		2.63	2.145				
	7	150	150	29	29.00		2.63	2.145				
C	8	200	100	29	14.50	145.00	1.31	4.145	601.02	17.18	2491.24	
	9	200	800	29	116.00		10.54	4.145				
	10	200	100	29	14.50		1.31	4.145				
D	11	250	600	29	69.60	69.6	6.32	6.145	427.69	37.76	2628.16	
E	12	200	550	29	79.75	252.30	7.25	7.645	1928.83	58.44	14745.93	
	13	250	800	29	92.80		8.43	7.64				
	14	200	550	29	79.75		7.25	7.645				
F	15	200	100	29	14.50	101.50	1.31	9.645	978.96	93.02	9442.14	
	16	200	250	29	36.25		3.29	9.645				
	17	200	250	29	36.25		3.29	9.645				
	18	200	100	29	14.50		1.31	9.645				
G	19	150	150	29	29.00	116	2.63	12.14	1408.82	147.50	17110.11	
	20	150	150	29	29.00		2.63	12.14				
	21	150	150	29	29.00		2.63	12.14				
	22	150	150	29	29.00		2.63	12.145				
H	23	150	150	29	29.00	145.00	2.63	14.145	2051.02	200.08	29011.74	
	24	150	225	29	43.50		3.95	14.145				
	25	150	225	29	43.50		3.95	14.145				
	26	150	150	29	29.00		2.63	14.145				
TOP					1100.06		100.000		7667.61	558.61	75966.32	

Yığma yapı için duvar ve döşeme ağırlıklarının da orjine göre hesaplayarak yapının kütle merkezi bulunmuştur. Bunlar  $X=10.645m$ ,  $Y=7.04m$  olarak hesaplanmıştır.

Binanın orjine göre bulunan toplam rijitliği:

$$I_{0y} = x^2 \cdot D_y = 146085.8697 m^3$$

$$I_{0x} = y^2 \cdot D_x = 75966.33 m^3$$

Binanın orjine göre bulunan toplam rijitliğin rijitlik merkezine çekilmesi:

$$\begin{aligned} I_{Rmy} &= I_{0y} - (X_0^2 \cdot \sum D_y) \Rightarrow \\ &\Rightarrow 146085.86 - (10.645^2 \cdot 908.6667) = 43111.36 m^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{Rmx} &= I_{0x} - (Y_0^2 \cdot \sum D_x) \Rightarrow \\ &\Rightarrow 75966.33 - (6.97^2 \cdot 1100.0667) = 22522.567 m^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{Rm} &= I_{Rmy} + I_{Rmx} \Rightarrow \\ &\Rightarrow 43111.36 + 22522.567 = 453641.9276 m^3 \end{aligned}$$

#### 4.6 DEPREMDEN DOLAYI KATLARA GELEN KUVVETLER

Deprem hareketinden dolayı binaya gelen yükler eşdeğer deprem yükü yöntemiyle hesaplanacaktır. Eşdeğer deprem yükü hesabının uygulanabilmesi için gerekli olan parametreler (Tablo-4-13)'te verilmiştir.

Tablo -4.13 deprem yükü için gerekli parametreler

<b>DEPREM BÖLGESİ</b>	<b>2.DERECE</b>
<b>ZEMİN GRUBU</b>	<b>A</b>
<b>ETKİN YER İVMESİ</b>	<b><math>A_0 = 0.30</math></b>
<b>BİNA ÖNEM KATSAYISI</b>	<b><math>I = 1</math></b>
<b>SPEKTURUM KATSAYISI</b>	<b><math>S(T1) = 2.5</math></b>
<b>DEPREM YÜKÜ AZALTMA KATSAYISI</b>	<b><math>Ra(T1) = 2</math></b>

Bina toplam ağırlığı bölüm 4.4' te X ve Y yönü duvarları için hesaplanmıştı. Bunlardan giderek kat ağırlıkları ve toplam bina ağırlığı(Tablo-4.14)'te verilmiştir.

Tablo -4.14 Katların ağırlıkları ve bina toplam ağırlığı

<b>KATLAR</b>	<b>X Yönü Ağırlıkları</b>	<b>Y Yönü Ağırlıkları</b>	<b>(X+Y)</b>	<b>Bina Toplam Ağırlığı</b>
	<b>ton</b>	<b>ton</b>	<b>ton</b>	<b>ton</b>
<b>Z.KAT</b>	<b>266.7923</b>	<b>230.6504</b>	<b>497.4427</b>	<b>999.8624</b>
<b>1.KAT</b>	<b>271.0583</b>	<b>231.3614</b>	<b>502.4197</b>	

#### 4.6.1. Toplam Eşdeğer Deprem Yükünün Belirlenmesi

Gözönüne alınan deprem doğrultusunda, binanın tümüne etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti),  $V_t$ , (Denklem 4.6)' ya göre hesaplanacaktır.

$$V_t = \frac{S(T1) \cdot I \cdot A_0}{Ra \cdot (T1)} \cdot W \quad (4.6)$$

$$V_t = \frac{2.5 \cdot 1 \cdot 0.30}{2} \cdot 999.82 = 374.94 \text{ ton}$$

Katlardaki gelen kesme kuvveti (Denklem-4.7)' ye göre hesaplanacaktır.

$$V_i = \frac{(W_i \cdot h_i)}{\sum (W_i \cdot h_i)} \cdot V_t \quad (4.7)$$

$W_i$  :Katın ağırlığı

$h_i$  : Kat yüksekliği

Katlara gelen kesme kuvveti (Tablo-4.15)'te verilmiştir.

Tablo-4.15 Katlara gelen kesme kuvveti

KAT	$W_i$ (ton)	$h_i$ (m)	$W_i \cdot h_i$	$W_i \cdot h_i / \sum W_i \cdot h_i$	Taban Kesme Kuvveti (Vt) ton	Katlardaki Kesme Kuvveti (Vi)	Katlardaki Toplam Kesme Kuvveti (Qi)
1	497.44	6	2984.65	0.664	374.943	249.13	249.13
Z	502.41	3	1507.25	0.335		125.81	374.94
$\sum$	999.86		4491.91	1		374.94	

Deprem yönü doğrultusunda bulunan herhangi bir duvara gelen toplam kesme kuvveti, o duvarın rijitliğinin o yöndeki toplam rijitliğe oranına çarpılarak duvara gelen kesme kuvvetini elde ederiz. Katlara gelen toplam kesme kuvvetleri o kattaki duvarların rijitliklerinin oranında dağılır. X yönündeki duvarlar depremin X yönünde etkimesi durumunda etkilidirler. Y yönündeki duvarlar depremin Y yönünde etkimesi durumunda etkilidirler.

**Depremin Y-Y yönünde etkimesi durumunda 1-1 Aksı 1.Kat (a) duvarında oluşacak kesme kuvvetini bulalım**

1.Kata gelen toplam kesme kuvveti : 249.1314 ton

Y yönü 1-1 Aksı (a) duvarının rijitliği : 38.6667 m

Y yönü toplam duvar rijitliği : 908.66667 m<sup>3</sup>

1-1 Aksı (a) duvarına gelen kesme kuvveti :

$$\left[ 249.13 \cdot \frac{38.6667 \text{ m}}{908.66667 \text{ m}} = 10.6 \text{ ton} \right]$$

#### 4.6.2 Burulma Momentlerinin Belirlenmesi

Depremden dolayı duvarlara sadece yanal yüklerden dolayı kesme kuvveti oluşmaz . Bu kuvvetlere ek olarak burulma momentinden kaynaklanan kesme kuvveleri de etkiler. Yapıya etki edecek kat burulma momentlerinin belirlenebilmesi için gerekli olan kütle ve rijitlik merkezi koordinatları bölüm 4.5' te belirlenmişti. Burulma momentlerinin hesaplanmasında kullanılacak hesap eksantirisite değerlerine deprem şartnamesi uyarınca o yöndeki kat boyutunun %5' eklenecektir. Hesap eksantirisite değerleri Denklem-4.3'e göre hesaplanacaktır.

$$[1.\text{Katiçin } e_x = (RM_x - KM_x) + 0.05 \cdot L_x = (10.645 - 10.645) + 0.05 \cdot (21) = 1.05\text{m}]$$

$$[1.\text{Katiçin } e_y = (RM_y - KM_y) + 0.05 \cdot L_y = (6.970 - 7.035) + 0.05 \cdot (14) = 0.635\text{m}]$$

$$[Z.\text{Katiçin } e_x = (RM_x - KM_x) + 0.05 \cdot L_x = (10.645 - 10.645) + 0.05 \cdot (21) = 1.05\text{m}]$$

$$[1.\text{Katiçin } e_y = (RM_y - KM_y) + 0.05 \cdot L_y = (6.970 - 7.035) + 0.05 \cdot (14) = 0.635\text{m}]$$

Hesap eksantirisite değerleri belirlendikten sonra o katlara gelen toplam kesme kuvvetleriyle çarpılarak oluşacak burulma momentleri hesaplanacaktır. Bu momentler deprem yönünün doğrultusuna göre her iki yönde etkileyecektir. Katlara depremden dolayı etkiyen burulma momentleri Denklem (4.8)'e göre yapılacaktır.

$$M_b = Q_i \cdot (Eksantirisite = e) \quad (4.8)$$

**1.Katta deprem yönünün X yönü tarafından etkimesi durumunda oluşacak burulma momenti:**

$$M_{bx} = Q_i \cdot (e_x) = 249.131 \cdot (1.05) = 263 \text{ tm}$$

Diğer katlarda oluşacak burulma momentleri (Tablo-4.16)'da verilmiştir.

Tablo 4.16 Yanal yük altında katlarda oluşacak burulma momentleri

	Eşdeğer Deprem Yüğü (ton)	ex	ey	Mbx (ton.m)	Mby (ton.m)
<b>1KAT</b>	<b>250.79</b>	<b>1.05</b>	<b>0.63</b>	<b>263.33</b>	<b>159.27</b>
<b>Z.KAT</b>	<b>374.94</b>	<b>1.05</b>	<b>0.63</b>	<b>393.69</b>	<b>238.12</b>

Burulma momentinden dolayı duvarlarda bir kesme kuvveti oluşacaktır. Duvarlardaki kesme kuvvetleri de ,(o kata etkileyen burulma momenti)\*(duvarın burulma rijitliği/yapının toplam burulma rijitliği)'ne bağlı kalınarak yapılır.

**Depremin Y-Y yönünde etkimesi durumunda 1.Kat 1-1 Aksı (a) duvarına burulma momentinden dolayı etkileyen kesme kuvvetini bulalım:**

$$1.Kata gelen burulma momenti (M_{by}) : 159.27 \text{ (ton} \cdot \text{m)}$$

$$1-1 Aksı (a) duvarının rijitliği (D_y) : 38.66 \text{ m}$$

$$1-1 Aksı (a) duvarının rijitlik merkezine dik uzaklığı(X) : 10.5 \text{ m}$$

$$Yapının toplam rijitliği : 453641.92 \text{ m}^3$$

### Burulma Momentinden Dolayı Duvara Gelen Kesme Kuvveti:

$$\left[ \left( \frac{M_{by} \cdot D_Y \cdot X}{453641.92 m^3} \right) \right] = \left[ \left( \frac{159.27.38.66.10.5}{453641.92} \right) \right] = 0.145 ton$$

1-1 Aksı 1. Kat (a) duvarına etkiyen toplam kesme kuvveti:

$$\cdot [10.6 + 0.1425] = 10.7475 ton$$

Yapıdaki bütün duvarlara gelen toplam kesme kuvvetleri 1. ve Zemin kat için (Tablo-4.17), (Tablo-4.18), (Tablo-4.19) ve (Tablo-4.20)'de gösterilmiştir.

### 4.6.3 Duvarlardaki Kayma Gerilmelerinin Belirlenmesi

Duvara gelen deprem kuvveti duvar yatay en kesit alanına bölünerek duvarda oluşan kayma gerilmeleri hesaplanacak ve Denk.(4.4)'den bulunacak duvar kayma emniyet gerilmesi ile karşılaştırılacaktır. Duvar emniyet gerilmeleri her duvar için hesaplanmıştır.(Tablo-4.21), (Tablo-4.22)'de gösterilmiştir.

### Aksı 1.Kat (a) Duvarında Oluşan Kayma Gerilmesi Bulalım

1-1 Aksı (a) duvarına gelen toplam kesme kuvveti : 10 .7475 ton

1-1 Aksı (a) duvarının yatay en kesit alanı :  $2.00 \cdot 0.29 = 0.58 m^2$

Emniyet gerilmesi: (Denklem 4.4) göre : 21 .50 ton / m<sup>2</sup>

(a) Duvarın kayma gerilmesi :  $\frac{10.747 (t)}{0.58 (m^2)} = 18.6 (ton / m^2)$

(a) Duvarının durumu :  $21.50 t/m^2 > 18.6 t/m^2$  (Sağlıyor)

Diğer duvarlar içinde aynı tahkikler yapılarak emniyet gerilmeleriyle karşılaştırılmıştır. (Tablo-4.23), (Tablo-4.24), (Tablo-4.25), (Tablo-4.26)'da gösterilmiştir.



Tablo 4.17 Deprem kuvvetinin Y-Y yönünde etkimesi durumunda 1.kat duvarlarında oluşacak kesme kuvvetleri.

AKS	Duvar Adı	Aksın Toplam Rijitliği (Dy)	1.Kata Gelen Kesme Kuvveti (Qi)	Aksların Rijitlik Merkezine Dik Uzaklığı (x)	Dolu Duvara Gelen Kesme Kuvveti	(x).Dy	Burulmadan Dolayı Duvarlara Gelen Kesme Kuvveti	Toplam Kesme Kuvveti
		m	ton	m	ton	m <sup>2</sup>	ton	ton
1	a	135.33	250.7904	10.5	37.35	1420.99	0.49	37.85
	b							
	c							
2	d	174.00		6	48.02	1044.00	0.36	48.39
	e							
	f							
3	g	21.75		3	6.00	65.25	0.02	6.02
	h							
	ı							
4	j	79.75	1.5	22.01	119.62	0.042	22.05	
	k							
5	l	87	0	24.01	0.00	0.00	24.01	
6	m	79.75	1.5	22.01	119.62	0.04	22.05	
	n							
7	o	21.750	3	6.00	65.25	0.02	6.02	
	p							
	r							
8	s	174.00	6	48.02	1044.00	0.36	48.39	
	t							
	u							
9	v	135.33	10.5	37.35	1420.99	0.49	37.85	
	y							
	z							
TOP		908.66			250.79	5299.74	1.86	252.65

Tablo 4.18 Deprem kuvvetinin Y-Y yönünde etkimesi durumunda Zemin.kat duvarlarında oluşacak kesme kuvvetleri

AKS	Duvar Adı	Aksın Toplam Rijitliği (Dy)	1.Kata Gelen Kesme Kuvveti (Qi)	Aksların Rijitlik Merkezine Dik Uzaklığı (x)	Dolu Duvara Gelen Kesme Kuvveti	(x).Dy	Burulmadan Dolayı Duvarlara Gelen Kesme Kuvveti	Toplam Kesme Kuvveti
		<i>m</i>	<i>ton</i>	<i>m</i>	<i>ton</i>	<i>m<sup>2</sup></i>	<i>ton</i>	<i>ton</i>
1	a	135.33	374.94	10.5	55.84	1420.99	0.74	56.58
	b							
	c							
2	d	174.00		6	71.79	1044.00	0.54	72.34
	e							
	f							
3	g	21.75		3	8.97	65.25	0.03	9.00
	h							
	i							
4	j	79.75		1.5	32.90	119.62	0.06	32.97
	k							
5	l	87		0	35.89	0.00	0.00	35.89
6	m	79.75	1.5	32.90	119.62	0.06	32.97	
	n							
7	o	21.75	3	8.97	65.25	0.03	9.00	
	p							
	r							
8	s	174.00	6	71.79	1044.00	0.54	72.34	
	t							
	u							
9	v	135.33	10.5	55.84	1420.99	0.74	56.58	
	y							
	z							
TOP		908.66			374.94	5299.74	2.78	377.72

Tablo 4.19 Deprem kuvvetinin X-X yönünde etkimesi durumunda 1.kat duvarlarında oluşacak kesme kuvvetleri

AKS	Duvar Adı	Aksın Toplam Rijitliği (Dx)	1.Kata Gelen Kesme Kuvveti (Qi)	Aksların Rijitlik Merkezine Dik Uzaklığı (y)	Dolu Duvara Gelen Kesme Kuvveti	(y).Dx	Burulmadan Dolayı Duvarlara Gelen Kesme Kuvveti	Toplam Kesme Kuvveti
		m	ton	m	ton	m <sup>2</sup>	ton	ton
A	1	154.67	250.79	6.82	35.26	1055.63	0.61	35.87
	2							
	3							
B	4	116.00		4.82	26.44	559.71	0.32	26.77
	5							
	6							
	7							
C	8	145.00		2.82	33.05	409.63	0.23	33.29
	9							
	10							
D	11	69.6		0.82	15.86	57.42	0.03	15.90
E	12	252.30		0.67	57.51	170.27	0.09	57.61
	13							
	14							
F	15	101.50		2.67	23.13	271.50	0.15	23.29
	16							
	17							
	18							
G	19	116		5.17	26.44	600.28	0.34	26.79
	20							
	21							
	22							
H	23	145.00		7.17	33.05	1040.36	0.60	33.66
	24							
	25							
	26							
TOP		1100.07			250.79	4164.84	2.41	253.20

Tablo 4.20 Deprem kuvvetinin X-X yönünde etkimesi durumunda Zemin. kat duvarlarında oluşacak kesme kuvvetleri

AKS	Duvar Adı	Aksın Toplam Rijitliği (Dx)	Z.Kata Gelen Kesme Kuvveti (Qi)	Aksların Rijitlik Merkezine Dik Uzaklığı (y)	Dolu Duvara Gelen Kesme Kuvveti	(y).Dx	Burulmadan Dolay Duvarlara Gelen Kesme Kuvveti	Toplam Kesme Kuvveti
A	1	154.67	374.9434	6.82	52.71	1055.63	0.91	53.63
	2							
	3							
B	4	116.00		4.82	39.53	559.71	0.48	40.02
	5							
	6							
	7							
C	8	145.00		2.82	49.42	409.63	0.35	49.77
	9							
	10							
D	11	69.6		0.82	23.72	57.42	0.04	23.77
E	12	252.30		0.67	85.99	170.27	0.14	86.14
	13							
	14							
F	15	101.50		2.67	34.59	271.50	0.23	34.83
	16							
	17							
	18							
G	19	116		5.17	39.53	600.28	0.52	40.05
	20							
	21							
	22							
H	23	145.00		7.17	49.42	1040.36	0.90	50.32
	24							
	25							
	26							
TOP		1100.07			374.94	4164.84	3.61	378.55

Tablo 4.21 (Denklemler 4.4)'e göre X yönündeki duvarların emniyet gerilmeleri

AKS	Duvar Adı	1.Kat	Duvar Çatlama	Sürtünme	1.Kat Kayma	Z.Kat	Z.Kat Kayma
		Duvarındaki	Emniyet		Emniyet	Duvarındaki	Emniyet
		Basıncı	Gerilmesi	Katsayısı	Gerilmesi	Basıncı	Gerilmesi
		Gerilmesi	Gerilmesi		Gerilmesi	Gerilmesi	Gerilmesi
		$\text{ton} / \text{m}^2$	$\text{ton} / \text{m}^2$		$\text{ton} / \text{m}^2$	$\text{ton} / \text{m}^2$	$\text{ton} / \text{m}^2$
A	1	12.73	15	0.5	21.36	25.46	27.73
	2	12.43	15	0.5	21.21	24.87	27.43
	3	12.73	15	0.5	21.36	25.46	27.73
B	4	13.20	15	0.5	21.60	26.41	28.20
	5	13.20	15	0.5	21.60	26.41	28.20
	6	13.20	15	0.5	21.60	26.41	28.20
	7	13.20	15	0.5	21.60	26.41	28.20
C	8	17.88	15	0.5	23.94	35.77	32.88
	9	10.35	15	0.5	20.17	20.70	25.35
	10	17.88	15	0.5	23.94	35.77	32.88
D	11	7.53	15	0.5	18.76	15.06	22.53
E	12	15.93	15	0.5	22.96	31.87	30.93
	13	11.27	15	0.5	20.63	22.08	26.04
	14	15.93	15	0.5	22.96	31.87	30.93
F	15	17.91	15	0.5	23.95	35.82	32.91
	16	14.99	15	0.5	22.49	29.98	29.99
	17	14.99	15	0.5	22.49	29.98	29.99
	18	17.91	15	0.5	23.95	35.82	32.91
G	19	13.20	15	0.5	21.60	26.41	28.20
	20	13.20	15	0.5	21.60	26.41	28.20
	21	13.20	15	0.5	21.60	26.41	28.20
	22	13.20	15	0.5	21.60	26.41	28.20
H	23	13.20	15	0.5	21.60	26.41	28.20
	24	13.92	15	0.5	21.96	25.40	27.70
	25	13.92	15	0.5	21.96	25.40	27.70
	26	13.20	15	0.5	21.60	26.41	28.20

Tablo 4.22 (Denklem 4.4)'e göre Y yönündeki duvarların emniyet gerilmeleri

AKS	Duvar Adı	1.Kat Duvarındaki Basınç Gerilmesi	Duvar Çatlama Emniyet Gerilmesi	Sürtünme Katsayısı	1.Kat Kayma Emniyet Gerilmesi	Z.Kat Duvarındaki Basınç Gerilmesi	Z.Kat Kayma Emniyet Gerilmesi
		$\text{ton} / \text{m}^2$	$\text{ton} / \text{m}^2$		$\text{ton} / \text{m}^2$	$\text{ton} / \text{m}^2$	$\text{ton} / \text{m}^2$
1	a	13.00	15	0.5	21.50	26.00	28.00
	b	13.34	15	0.5	21.67	26.69	28.34
	c	13.80	15	0.5	21.90	27.61	28.80
2	d	13.31	15	0.5	21.65	26.62	28.31
	e	16.56	15	0.5	23.28	33.12	31.56
	f	14.32	15	0.5	22.16	28.65	29.32
3	g	19.07	15	0.5	24.53	38.15	34.07
	h	20.81	15	0.5	25.40	41.62	35.81
	ı	17.85	15	0.5	23.92	35.70	32.85
4	j	19.07	15	0.5	24.53	35.70	32.85
	k	11.44	15	0.5	20.72	22.64	26.32
5	l	8.71	15	0.5	19.35	17.43	23.71
6	m	16.62	15	0.5	23.31	33.24	31.62
	n	11.20	15	0.5	20.60	22.40	26.20
7	o	19.07	15	0.5	24.53	38.15	34.07
	p	20.81	15	0.5	25.40	41.62	35.81
	r	17.85	15	0.5	23.92	35.70	32.85
8	s	13.31	15	0.5	21.65	26.62	28.31
	t	16.56	15	0.5	23.28	33.12	31.56
	u	14.32	15	0.5	22.16	28.65	29.32
9	v	13.00	15	0.5	21.50	26.00	28.00
	y	13.34	15	0.5	21.67	26.69	28.34
	z	13.80	15	0.5	21.90	27.61	28.80

Tablo 4.23 Depremin Y-Y yönünde etkimesi durumunda 1.kat duvarlarında oluşacak kayma gerilmelerinin emniyet gerilmeleriyle karşılaştırılması

AKS	Duvar Adı	Duvar Uzunluğu (L)	Duvar Kalınlığı (d)	(k.A)/(H)	Aksın Toplam Rijitliği (Dy)	Duvarların Rijitliklerinin Akstaki Toplam Rijitliğe Oranı	Akstaki Toplam Kesme Kuvveti	Duvarlara Gelen Kuvvetler	Duvardaki Kayma Gerilmesi	Emniyet Gerilmesi	Durumu
		m	m	m	m		m	ton	ton/m <sup>2</sup>	ton/m <sup>2</sup>	
1	a	2	0.29	38.66	135.33	0.28	37.85	10.81	18.64	21.50	SAĞLIYOR
	b	3.5	0.29	67.66		0.50		18.92	18.64	21.67	SAĞLIYOR
	c	1.5	0.29	29.00		0.21		8.11	18.64	21.90	SAĞLIYOR
2	d	4.5	0.29	65.25	174	0.37	48.39	18.14	13.90	21.65	SAĞLIYOR
	e	2.5	0.29	36.25		0.20		10.08	13.90	23.28	SAĞLIYOR
	f	5	0.29	72.50		0.41		20.16	13.90	22.16	SAĞLIYOR
3	g	0.5	0.29	7.25	21.75	0.33	6.02	2.00	13.85	24.53	SAĞLIYOR
	h	0.5	0.29	7.25		0.33		2.00	13.85	25.40	SAĞLIYOR
	i	0.5	0.29	7.25		0.33		2.00	13.85	23.92	SAĞLIYOR
4	j	0.5	0.29	7.25	79.75	0.09	22.05	2.00	13.82	24.53	SAĞLIYOR
	k	5	0.29	72.50		0.90		20.04	13.82	20.72	SAĞLIYOR
5	l	7.5	0.29	87.00	87	1.00	24.01	24.01	11.03	19.35	SAĞLIYOR
6	m	0.5	0.29	7.25	79.75	0.09	22.05	2.00	13.82	23.31	SAĞLIYOR
	n	5	0.29	72.50		0.90		20.04	13.82	20.60	SAĞLIYOR
7	o	0.5	0.29	7.25	21.75	0.33	6.02	2.00	13.85	24.53	SAĞLIYOR
	p	0.5	0.29	7.25		0.33		2.00	13.85	25.40	SAĞLIYOR
	r	0.5	0.29	7.25		0.33		2.00	13.85	23.92	SAĞLIYOR
8	s	4.5	0.29	65.25	174.00	0.37	37.85	18.14	13.90	21.65	SAĞLIYOR
	t	2.5	0.29	36.25		0.20		10.08	13.90	23.28	SAĞLIYOR
	u	5	0.29	72.50		0.41		20.16	13.90	22.16	SAĞLIYOR
9	v	2	0.29	38.66	135.33	0.28	48.39	10.81	18.64	21.50	SAĞLIYOR
	y	3.5	0.29	67.66		0.50		18.92	18.64	21.67	SAĞLIYOR
	z	1.5	0.29	29.00		0.21		8.11	18.64	21.90	SAĞLIYOR
TOP		2.25	0.29	908.66	908.66						

Tablo 4.24 Depremin Y-Y yönünde etkimesi durumunda Zemin.kat duvarlarında oluşacak kayma gerilmelerinin emniyet gerilmeleriyle karşılaştırılması

AKS	Duvar Adı	Duvar Uzunluğu (L)	Duvar Kalınlığı (d)	(k*A)/(H)	Aksın Toplam Rijitliği (Dy)	Duvarların Rijitliklerinin Akstaki Toplam Rijitliğe Oranı	Akstaki Toplam Kesme Kuvveti	Duvarlara Gelen Kuvvetler	Duvardaki Kayma Gerilmesi	Emniyet Gerilmesi	Durumu
		m	m	m	m		ton	ton	ton/m <sup>2</sup>	ton/m <sup>2</sup>	
1	a	2	0.29	38.66	135.33	0.28	56.58	16.16	27.87	28.00	SAĞLIYOR
	b	3.5	0.29	67.66		0.50		28.29	27.87	28.34	SAĞLIYOR
	c	1.5	0.29	29.00		0.21		12.12	27.87	28.80	SAĞLIYOR
2	d	4.5	0.29	65.25	174.00	0.37	72.34	27.12	20.78	28.31	SAĞLIYOR
	e	2.5	0.29	36.25		0.20		15.07	20.78	31.56	SAĞLIYOR
	f	5	0.29	72.50		0.41		30.14	20.78	29.32	SAĞLIYOR
3	g	0.5	0.29	7.25	21.75	0.33	9.00	3.00	20.71	34.07	SAĞLIYOR
	h	0.5	0.29	7.25		0.33		3.00	20.71	35.81	SAĞLIYOR
	i	0.5	0.29	7.25		0.33		3.00	20.71	32.85	SAĞLIYOR
4	j	0.5	0.29	7.25	79.75	0.09	32.97	2.99	20.67	32.85	SAĞLIYOR
	k	5	0.29	72.50		0.90		29.97	20.67	26.32	SAĞLIYOR
5	l	7.5	0.29	87.00	87.00	1.00	35.89	35.89	16.50	23.71	SAĞLIYOR
6	m	0.5	0.29	7.25	79.75	0.09	32.97	2.99	20.67	31.62	SAĞLIYOR
	n	5	0.29	72.50		0.90		29.97	20.67	26.20	SAĞLIYOR
7	o	0.5	0.29	7.25	21.75	0.33	56.58	3.00	20.71	34.07	SAĞLIYOR
	p	0.5	0.29	7.25		0.33		3.00	20.71	35.81	SAĞLIYOR
	r	0.5	0.29	7.25		0.33		3.00	20.71	32.85	SAĞLIYOR
8	s	4.5	0.29	65.25	174.00	0.37	72.34	27.12	20.78	28.31	SAĞLIYOR
	t	2.5	0.29	36.25		0.20		15.07	20.78	31.56	SAĞLIYOR
	u	5	0.29	72.50		0.41		30.14	20.78	29.32	SAĞLIYOR
9	v	2	0.29	38.66	135.33	0.28	9.00	16.16	27.87	28.00	SAĞLIYOR
	y	3.5	0.29	67.66		0.50		28.29	27.87	28.34	SAĞLIYOR
	z	1.5	0.29	29.00		0.21		12.12	27.87	28.80	SAĞLIYOR
TOP		2.25	0.29	908.66			377.72	0.00	0.00		



Tablo 4.25 Depremin X-X yönünde etkimesi durumunda 1.kat duvarlarında oluşacak kayma gerilmelerinin emniyet gerilmeleriyle karşılaştırılması

AKS	Duvar Adı	Duvar Uzunluğu (L)	Duvar Kalınlığı (d)	(k*A)/(H)	Aksın Toplam Rijitliği (Dx)	Duvarların Rijitliklerinin Akstaki Toplam Rijitliğe Oranı	Akstaki Toplam Kesme Kuvveti	Duvarlara Gelen Kuvvetler	Duvardaki Kayma Gerilmesi	Emniyet Gerilmesi	Durumu
		m	m	m	m		ton	ton	ton/m <sup>2</sup>	ton/m <sup>2</sup>	
A	1	2	0.29	38.67	154.67	0.25	35.8739	8.96	15.46	27.73	SAĞLIYOR
	2	4	0.29	77.33		0.50		17.93	15.46	27.43	SAĞLIYOR
	3	2	0.29	38.67		0.25		8.96	15.46	27.73	SAĞLIYOR
B	4	1.5	0.29	29.00	116.00	0.25	26.7702	6.69	15.38	28.20	SAĞLIYOR
	5	1.5	0.29	29.00		0.25		6.69	15.38	28.20	SAĞLIYOR
	6	1.5	0.29	29.00		0.25		6.69	15.38	28.20	SAĞLIYOR
	7	1.5	0.29	29.00		0.25		6.69	15.38	28.20	SAĞLIYOR
C	8	1	0.29	14.50	145.00	0.10	33.2944	3.32	11.48	32.88	SAĞLIYOR
	9	8	0.29	116.00		0.80		26.63	11.48	25.35	SAĞLIYOR
	10	1	0.29	14.50		0.10		3.32	11.48	32.88	SAĞLIYOR
D	11	6	0.29	69.60	69.6	1.00	15.9005	15.90	9.13	22.53	SAĞLIYOR
E	12	5.5	0.29	79.75	252.30	0.31	57.6174	18.21	11.41	30.93	SAĞLIYOR
	13	8	0.29	92.80		0.36		21.19	9.13	26.04	SAĞLIYOR
	14	5.5	0.29	79.75		0.31		18.21	11.41	30.93	SAĞLIYOR
F	15	1	0.29	14.50	101.50	0.14	23.2972	3.32	11.47	32.91	SAĞLIYOR
	16	2.5	0.29	36.25		0.35		8.32	11.47	29.99	SAĞLIYOR
	17	2.5	0.29	36.25		0.35		8.32	11.47	29.99	SAĞLIYOR
	18	1	0.29	14.50		0.14		3.32	11.47	32.91	SAĞLIYOR
G	19	1.5	0.29	29.00	116	0.25	26.7938	6.69	15.39	28.20	SAĞLIYOR
	20	1.5	0.29	29.00		0.25		6.69	15.39	28.20	SAĞLIYOR
	21	1.5	0.29	29.00		0.25		6.69	15.39	28.20	SAĞLIYOR
	22	1.5	0.29	29.00		0.25		6.69	15.39	28.20	SAĞLIYOR
H	23	1.5	0.29	29.00	145.00	0.20	33.6605	6.73	15.47	28.20	SAĞLIYOR
	24	2.25	0.29	43.50		0.30		10.09	15.47	27.70	SAĞLIYOR
	25	2.25	0.29	43.50		0.30		10.09	15.47	27.70	SAĞLIYOR
	26	1.5	0.29	29.00		0.20		6.73	15.47	28.20	SAĞLIYOR
TOP				1100.07	1100.07	8.00		319.30			

Tablo 4.26 Depremin X-X yönünde etkimesi durumunda Zemin.kat duvarlarında oluşacak kayma gerilmelerinin emniyet gerilmeleriyle karşılaştırılması

AKS	Duvar Adı	Duvar Uzunluğu (L)	Duvar Kalınlığı (d)	$(k \cdot A)/(H)$	Aksın Toplam Rijitliği (Dx)	Duvarların Rijitliklerinin Aksın Toplam Rijitliğe Oranı	Aksın Toplam Kesme Kuvveti	Duvarlara Gelen Kuvvetler	Duvardaki Kayma Gerilmesi	Emniyet Gerilmesi	Durumu
		m	m	m	m		ton	ton	ton/m <sup>2</sup>	ton/m <sup>2</sup>	
A	1	2	0.29	38.67	154.67	0.25	53.63	13.40	23.11	25.46	SAĞLIYOR
	2	4	0.29	77.33		0.50		26.81	23.11	24.87	SAĞLIYOR
	3	2	0.29	38.67		0.25		13.40	23.11	25.46	SAĞLIYOR
B	4	1.5	0.29	29.00	116.00	0.25	40.02	10.00	23.00	26.41	SAĞLIYOR
	5	1.5	0.29	29.00		0.25		10.00	23.00	26.41	SAĞLIYOR
	6	1.5	0.29	29.00		0.25		10.00	23.00	26.41	SAĞLIYOR
	7	1.5	0.29	29.00		0.25		10.00	23.00	26.41	SAĞLIYOR
C	8	1	0.29	14.50	145.00	0.10	49.77	4.97	17.16	35.77	SAĞLIYOR
	9	8	0.29	116.00		0.80		39.82	17.16	20.70	SAĞLIYOR
	10	1	0.29	14.50		0.10		4.97	17.16	35.77	SAĞLIYOR
D	11	6	0.29	69.60	69.6	1.00	23.77	23.77	13.66	15.06	SAĞLIYOR
E	12	5.5	0.29	79.75	252.30	0.31	86.14	27.22	17.07	31.87	SAĞLIYOR
	13	8	0.29	92.80		0.36		31.68	13.65	22.08	SAĞLIYOR
	14	5.5	0.29	79.75		0.31		27.22	17.07	31.87	SAĞLIYOR
F	15	1	0.29	14.50	101.50	0.14	34.83	4.97	17.15	35.82	SAĞLIYOR
	16	2.5	0.29	36.25		0.35		12.43	17.15	29.98	SAĞLIYOR
	17	2.5	0.29	36.25		0.35		12.43	17.15	29.98	SAĞLIYOR
	18	1	0.29	14.50		0.14		4.97	17.15	35.82	SAĞLIYOR
G	19	1.5	0.29	29.00	116	0.25	40.05	10.01	23.02	26.41	SAĞLIYOR
	20	1.5	0.29	29.00		0.25		10.01	23.02	26.41	SAĞLIYOR
	21	1.5	0.29	29.00		0.25		10.01	23.02	26.41	SAĞLIYOR
	22	1.5	0.29	29.00		0.25		10.01	23.02	26.41	SAĞLIYOR
H	23	1.5	0.29	29.00	145.00	0.20	50.32	10.06	23.13	26.41	SAĞLIYOR
	24	2.25	0.29	43.50		0.30		15.09	23.13	25.40	SAĞLIYOR
	25	2.25	0.29	43.50		0.30		15.09	23.13	25.40	SAĞLIYOR
	26	1.5	0.29	29.00		0.20		10.06	23.13	26.41	SAĞLIYOR
TOP				1100.07	1100.07						

## 5 SONUÇLAR

Deprem bölgelerinde yapılacak olan, hem düşey hem yatay yükler için tüm taşıyıcı sistemi dolu tuğla malzemesinden oluşturduğumuz yığma bina modelinin boyutlandırılması 2. derece deprem bölgesi için standardımızca belirlenen kurallara göre yapılmıştır. Yığma yapı modelimiz de düşey yüklerden dolayı oluşan basınç gerilmelerini ve yatay yüklerden dolayı oluşan kayma gerilmeleri standartlarımızdaki belirlenmiş kurallara göre bulunmuştur. Yığma yapı duvarları üzerinde yapılan tahkikler sonucunda modelimizdeki taşıyıcı duvarda yatay veya düşey yüklerden dolayı oluşan gerilmeler emniyet gerilmesinin altında çıkmıştır. Dolayısı ile yığma yapı modelimiz 2.derece deprem bölgesi için uygun bir modeldir.

**KAYNAKLAR**

Bayülke, Nejat, 2001. Depreme Dayanıklı Betonarme ve Yığma Yapı Tasarımı. İzmir İMO, 3.s., İzmir.

Bayülke, Nejat, 1999. Depremlerde Hasar Gören Yapıların Onarım Ve Güçlendirilmesi. İzmir İMO, 15s, İzmir

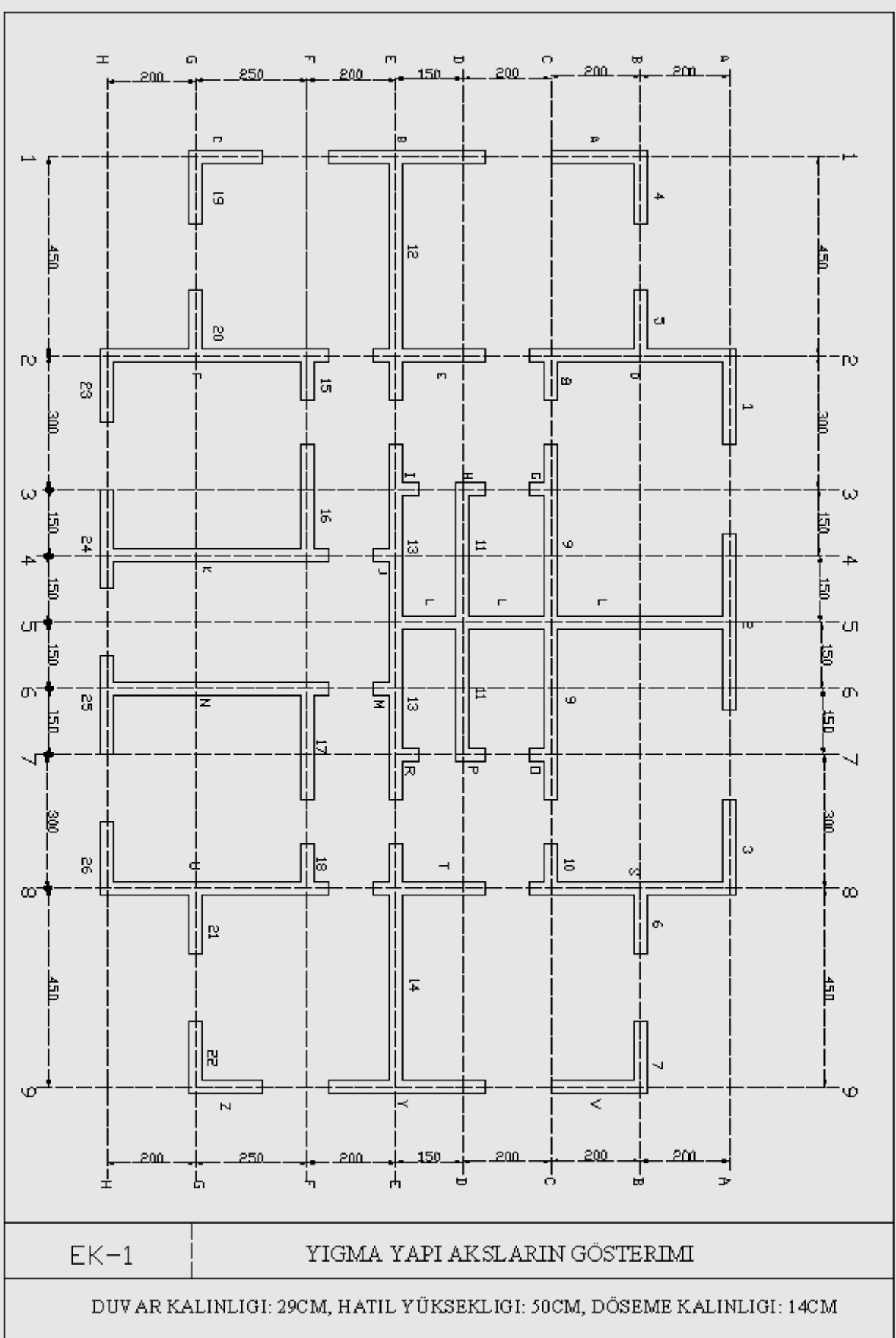
Bayülke, N., 1992. Yığma Yapılar. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı, 184s. Ankara.

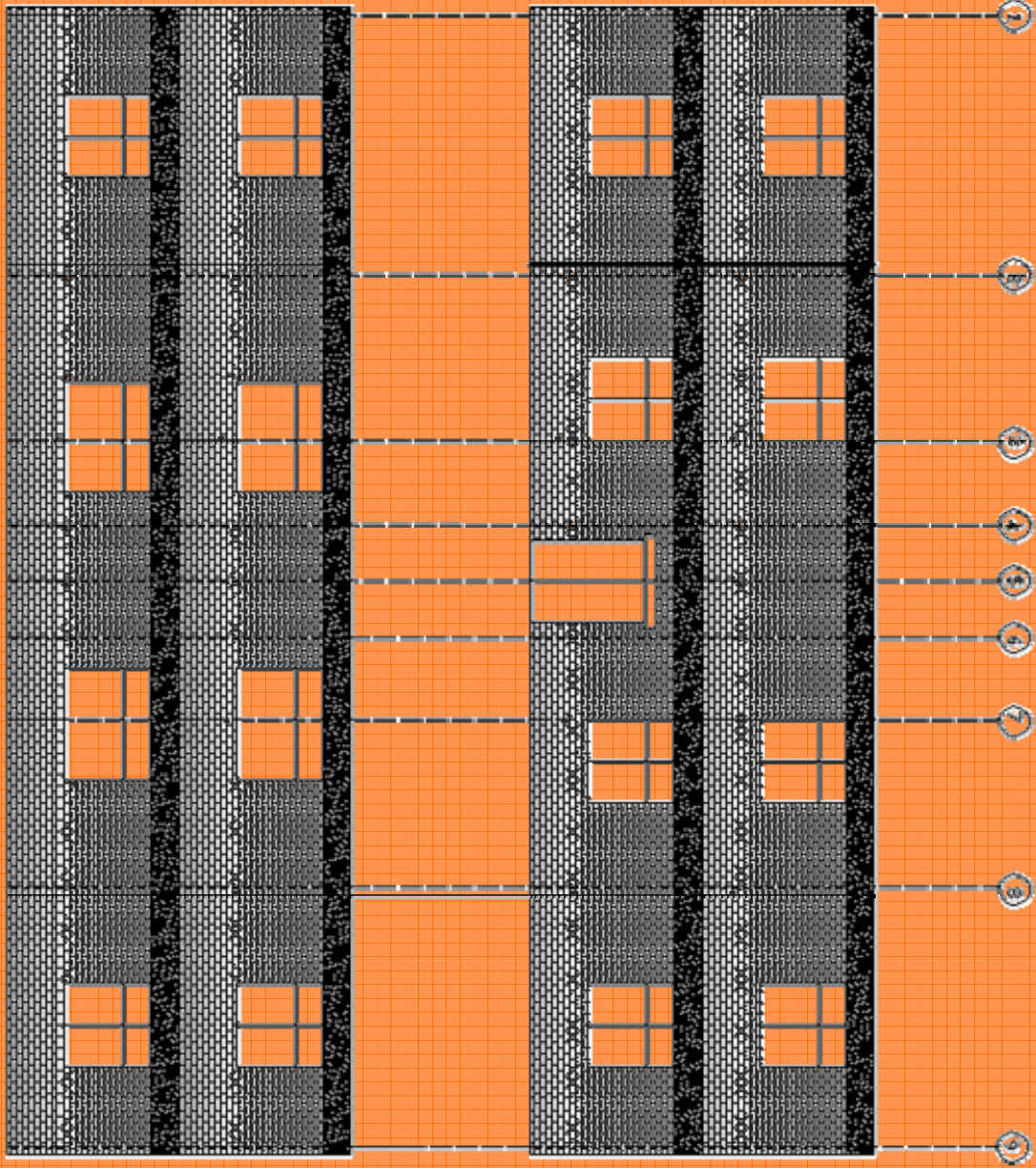
Bayülke, N., 1998a. Depreme Dayanıklı Betonarme ve Yığma Yapı Tasarımı. İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi Yayın No:27, 245s. İzmir.

Leon, Roberto, 2004. Seismic Strengthening Of Low-Rise Unreinforced Masonary Structures With Flexible Diaphragms .

Klingner, R.E., 1999, Behavior of Masonry in the Northridge and Tecoman-Colima Earthquakes: Lessons learned and changes in the design provisions, Proc.of The Seismic retrofit of Historic Buildings Conferece, S.Francisco, Ca

Arun G., 2004, UR Masonry Construction- EQ Resistant Design, UIA International Seminar Disasters and Architects, Chamber of Architects

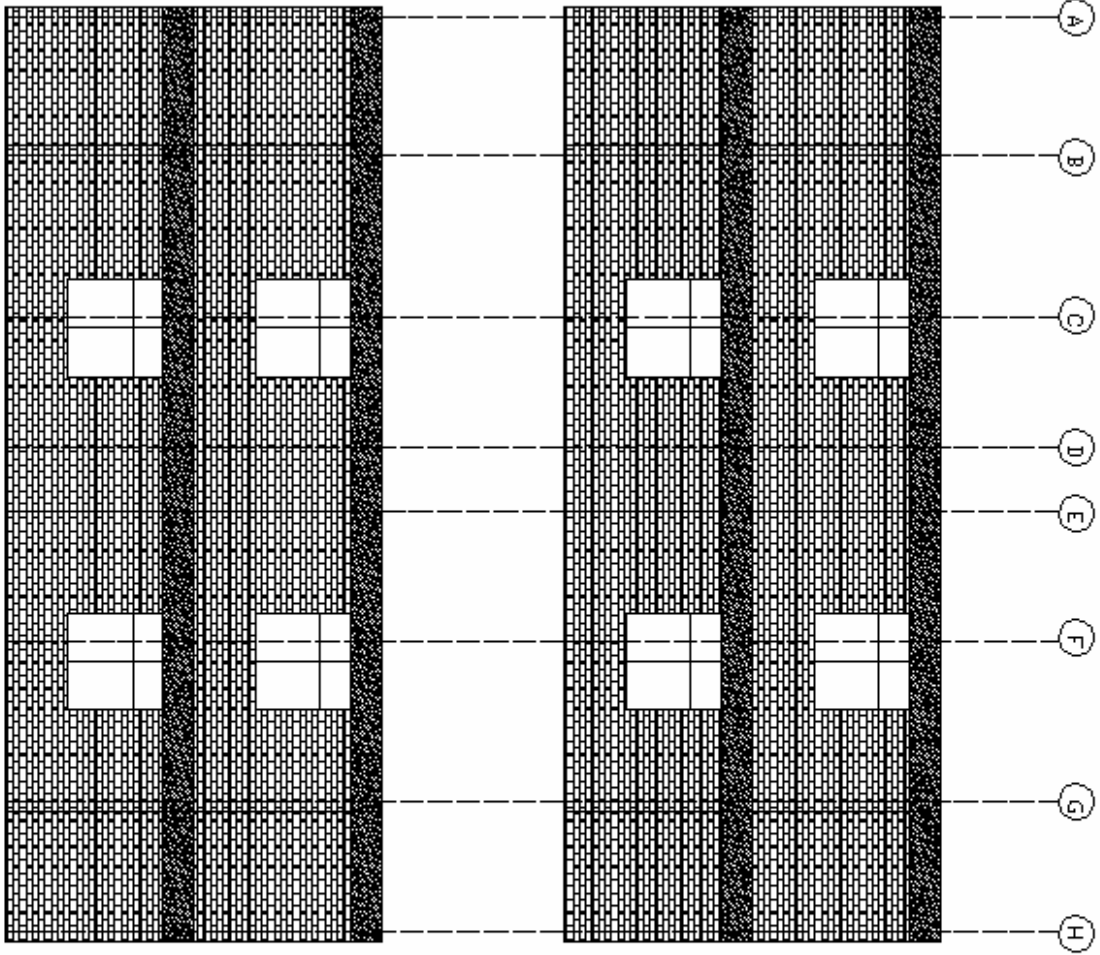




EK-2

YIGMA YAPI ÖNDEN VE ARKADAN GÖRÜNÜŞÜ

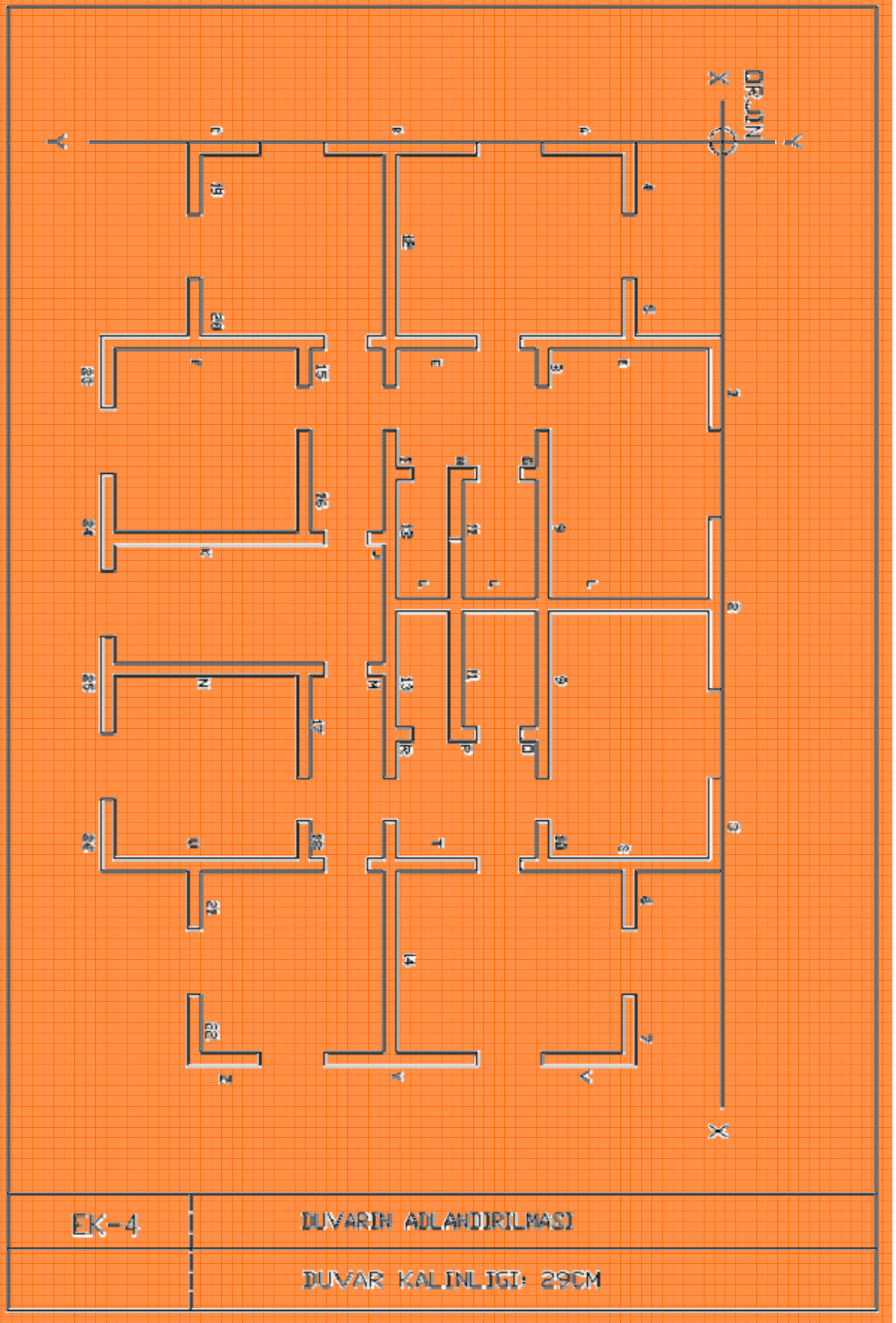
HATIL YÜKSEKLİĞİ :50CM



EK-3

YIGMA YAPI YANDAN GÖRÜNÜŞÜ

HATIL YÜKSEKLİĞİ: 50CM





EK-5	YIĞMA YAPI 1 KAT DÖSEMELERİNİN ADLANDIRILMASI
	DÖSENE KALINLIĞI: 14CM

<p>The diagram shows a floor plan with various rooms and corridors. Rooms are labeled with letters A through Z. Door numbers are indicated in circles: D1001, D1002, D1003, D1004, D1005, D1006, D1007, D1008, and D1009. The layout includes a central corridor (14) and several rooms of varying sizes and shapes.</p>	<p>YIGMA YAPI ZEMİN KAT DÖSEMELERİNİN ADLANDIRILMASI</p>
<p>EK-6</p>	<p>DÖSEME KALINLIĞI 14CM</p>