

34670



YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İSTANBUL ' DAKİ TÜRK HAMAM YAPILARININ
DEPREME KARŞI DAYANIKLILIĞININ
ANALİTİK İNCELENMESİ

34670

Mimar Harika UYANIK

F. B. E. Mimarlık Anabilim Dalı Yapı Programında
hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Görün ÖZŞEN

İSTANBUL, 1994

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET	I
İNGİLİZCE ÖZET	II
1. GİRİŞ	1
2. HAMAM YAPILARININ TARİHSEL SÜREÇ İÇİNDEKİ GELİŞİMİ	5
2.1. Klasik Hellenistik Devirden Önceki Hamam Yapıları (İ.Ö.5 yy'a Kadar)	5
2.2. Klasik Hellenistik Dönemde Hamam Yapıları (İ.Ö.5 yy'dan Sonra)	6
3. GELENEKSEL TÜRK MİMARİSİNDE HAMAM YAPILARI	10
3.1. Türk Hamam Yapılarında Dinin Etkileri	10
3.2. Türk Saray Hamamları	10
3.3. Kaplıcalar	11
3.4. Türk Halk Hamamları	11
3.4.1. Türk Hamam Yapılarında İç Mekan Düzeni	12
3.4.1.1. Soyunma Bölümü	12
3.4.1.2. Soğukluk Bölümü	12
3.4.1.3. Sıcaklık Bölümü	13
3.4.1.4. Isıtma Düzeni Ve Su Depoları Bölümü	13
3.4.2. Türk Hamam Yapılarında Kullanılan Malzemeler Ve Yapı Teknikleri	14
3.4.3. Türk Hamam Yapılarında Taşıyıcı Elemanlar	15
3.4.3.1. Duvarlar	15
3.4.3.2. Sütunlar	16

3.4.3.3. Kemerler	16
3.4.3.4. Kubbeler	17
3.4.3.5. Silmeler Ve Kornişler	18
3.4.3.6. Stalaktitler (karnaslar)	19
4. GELENEKSEL KARGIR YIĞMA YAPILARIN DEPREME KARŞI	
DAVRANIŞLARININ İNCELENMESİ	20
4.1. Kargir Malzeme Mekanik Özellikleri	20
4.2. Yığma Yapıların Dinamik Özellikleri	20
4.3. Yığma Yapılarda Süneklik (Düktilite)	23
4.4. Yığma Yapıların Yatay Kuvvetler Etkisindeki	
Davranışı	24
4.5. Yığma Yapılarda Yatay Yükler Altında	
Duvarların Kırılma Biçimleri	26
4.6. Geleneksel Yapılarda Deprem Analizi	29
4.6.1. Deprem Kuvvetlerinin Yapı Taşıyıcı	
Sistemi İçinde Dağılımı	30
5. İSTANBUL'DAKİ TÜRK HAMAM YAPILARI ÜZERİNDE	
DEPREM ETKİSİNİN İNCELENMESİ	41
5.1. Çardaklı Hamamı	42
5.2. Ayasofya Hamamı	46
5.3. Mahmutpaşa Hamamı	50
5.4. Çemberlitaş Hamamı	54
5.5. Kılıçalipaşa Hamamı	58
6. SONUÇ	61
KAYNAKLAR	64
REFERANSLAR	66
EK	67

Bu çalışmada yardımlarını
esirgemeyen Doç.Dr.Sayın
Nafiz amlıbel'e teřekkürü
bir borç bilirim.



ÖZET

Yıllar boyu insanlara maddi ve manevi yönden büyük hasarlar veren depreme karşı, ülkemizde yeterli güvenlikte yapı inşa edilmemektedir. Geleneksel malzeme ve yöntemlerle üretilmiş, masif ve ağır yapılar olan tarihi yapılar, tarih süreci içinde depremlerden en fazla zarar görmüş yapılar sınıfına girerler. Bunun yanında zaman süreci içindeki temel oturmaları da tarihi yapıların stabilitesinde ve malzeme özelliklerinde bir takım bozulmalara neden olur. Bu etkenlerden en fazla etkilenen geleneksel yapılardan biri de "Türk Hamam Yapıları"dır. Ayrıca su temini amacı ile hamam yapılarının yer altı suyunun bulunduğu yerlerde inşa edilmiş olmaları nedeniyle zeminlerdeki konsolidasyon sonucu bu yapılarda olumsuz stabilite bozuklukları gözlenebilir.

Bu çalışmada bu temel nedenlere dayanarak, geleneksel kargir yapıların deprem kuvvetleri karşısındaki davranışları incelenmiştir. İstanbul'daki Çardaklı, Ayasofya, Mahmutpaşa, Çemberlitaş ve Kılıçalipaşa Hamamlarının depreme karşı ne derece güvenlikte oldukları araştırılmıştır.

SUMMARY

Buildings are not constructed strong enough to resist earthquake which gives physically and psychological, big harms to humanbeings for many years in our country. It is classified that heavy and massive hystorical buildings which were constructed by traditional methods with traditional materials are one of the most effected buildings to strength of earthquake. And also by the time stability of hystorical buildings and speciality of their materials are spoiled by subside. Turkish Baths are one of the most damaged traditional buildings because of these negative factors, at the same time, baths were builded on where subterranean water was found to obtained water and because of this reason it is seen that their stability has influanced on consolidation on earth.

In this study, according to these main factors, traditional massive buildings stability is researched under the strength of eartquake. Safety of Çardaklı, Ayasofya, Mahmutpaşa, Çemberlitaş and Kılıçalipaşa baths in Istanbul is researched.

1. GİRİŞ

Deprem yıllar boyu insanlara maddi ve manevi yönden büyük zararlar veren bir doğal afettir. Yer kürenin en aktif deprem kuşağı üzerinde yer alan ülkemizde bir çok hasarla karşılaşılmasına karşın, depreme karşı yeterli güvenlikte yapı inşa edilmemektedir. Nüfus yoğunluğunun çok büyük olduğu ve büyük bir hızla artmaya devam ettiği büyük kentlerde, özellikle İstanbul'da yapılanma her geçen gün büyük bir ivme ile artmakta, ekonomideki olumsuzluklar ve dengesizlikler sonucu yapıların niteliği (kalitesi) gittikçe azalmaktadır. Özellikle İstanbul çevresinde oluşan gecekondular bölgelerinde, denetimden uzak yapılan kaçak yapıların depreme karşı dayanıklılığına ilişkin somut bir şey söylenemez. Niteliksiz ve yetersiz malzeme ve işçilik kullanılarak ilkel yapım yöntemleri ile üretilen bu tür ve benzeri yapıların depremlerden olumsuz etkilenecek yapılar olacağı göz ardı edilmemelidir.

İstatistikî bilgiler; günümüzde yapılmış "aletsiz gözlemler" ve "aletli ölçmeler" sonucu elde edilen sonuçlara göre; Türkiye "deprem riski" ile beraber yaşamak zorundadır. Bu gerçek gözönünde bulundurulduğunda, muhtemel depremlere karşı ne gibi önlemler alınması gerekeceği, bu çağı yaşayan ülkemizin bir uygarlık ölçüsünü oluşturmalıdır. Bunun için yapılması gerekenler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

I. Yeni yapılacak yapılarda tasarım ve yapım aşamasında, depreme karşı dayanıklı yapmanın kriterleri jeofizik ve

sismoloji biliminin en son verilerine göre saptanmalı ve uygulamada yapı üretimi etkin bir şekilde denetlenmelidir.

II. Mevcut yapılarda saptanan kriterlere göre deprem riskleri araştırılmalı ve gerekirse mevcut yapıların depreme karşı dayanıklılığı arttırılmalı, yöresel veya bölgesel "Rehabilitasyon projeleri" düzenlenmelidir.

Tarihi yapılar geleneksel malzeme ve yöntemlerle üretilmiş, masif ve ağır yapılardır. Bu nedenle tarih süreci içinde depremlerden en fazla zarar görmüş yapılar sınıfına girerler. Örneğin; İstanbul'da 1509 yılındaki depremde tüm kargir yapılar yıkılmıştır. Bu yapıların Haliç ve Boğaz kesiminde olanların, dolgu ve çürük zeminler üzerinde inşa edilmiş olmaları yıkılma risklerini arttırmış ve en iyi koşullarda olanlar bile çatlayarak hasar görmüşlerdir. Bu hasarlar nedeni ile o dönemdeki yönetimin emri ile İstanbul'da ahşap yapı geleneği başlatılmıştır.

İstanbul, tarih süreci içinde çeşitli şiddetlerde büyük depremlerin etkisinde kalmış, burada yaşayanlar sayısız mal ve can kaybına uğramıştır. İstatistikî verilerin değerlendirilmesi sonucunda "yıkıcı" depremlerin belirli periyotlarda tekrarlandığı ve tekrarlanma olasılığının varlığı görülmektedir. Bu gerçek göz önüne alındığında yıkılma riski büyük olan, geleneksel yöntemlerle inşa edilmiş tarihi yapıların yaşamlarını sonsuza dek sürdürebilmeleri günümüz insanının bir görevi ve yükümlülüğü olmalıdır. Bugüne dek tarihi yapıları yaşatma amacı ile yapılan "restorasyon" çalışmalarının çoğu yapının yalnız "görsel" ve "estetik" yönü

göz önünde bulundurularak yapılmıştır. Gerçekte yapıyı ayakta tutan taşıyıcı sistemin (strüktür) durumu göz ardı edilmştir. Örneğin; taşıyıcı elemanlardaki zamana bağlı olarak büyüyen bir "çatlak", eleman yüzündeki "sanatsal değeri" olan bölümleri de bozabilir. Bu nedenle öncelikle taşıyıcı elamanı çatlatan nedenleri bulup, ortadan kaldırmak gerekir. Bu durumda taşıyıcı sistemin mevcut durumu, malzeme niteliği ve yükler karşısındaki davranışı incelenmeli ve sonuçta "taşımaya güvenliği" belirlenmelidir.

Geleneksel kargir yapılarda, stabiliteyi bozan önemli etkenler; malzeme özelliklerinin bozulması yanında "temel oturmaları" ve "deprem etkileri" dir. Bu etkenlerden en fazla etkilenen geleneksel yapılardan biri de "Türk Hamam Yapıları" dır. Bu yapıların "kullanım" ve "turistik" açıdan diğer tarihi yapılar arasında önemli bir yeri vardır. Hamam yapılarının sürekli kullanılmış olmaları, farklı sıcaklık derecelerinden etkilenmeleri ve rutubetli ortamda bulunmaları sonucu taşıyıcı sistem malzeme özelliklerinin bozulma olasılığı yüksektir. Ayrıca su temini amacı ile genellikle yer altı suyunun bulunduğu yerlerde inşa edilen hamam yapılarında zeminlerdeki konsolidasyon (zamana bağlı oturma) sonucu olumsuz stabilite bozuklukları gözlenebilir. Temel oturmaları etkisinde kalmış yapıların ise depremden en olumsuz etkilenecek yapılar olacağı açıktır.

Bu çalışmada bu temel nedenlere dayanarak İstanbul'daki önemli birkaç Türk hamam yapısı incelenmiş, muhtemel bir "deprem riski" araştırılması yapılmaya çalışılmıştır. Amaç

tüm hamam yapılarına ilişkin genellemeler yaparak kriterler oluşturmak değil, restorasyon yapacak kişiyi yönlendirerek taşıyıcı sistemin depreme karşı davranışını incelemek için izlenecek yolu saptamaktır. Sonuçtaki bulgulara göre yapının "depreme karşı dayanıklı hale getirilmesi" için yapılacak uygulama projesinin temel ilkeleri ve doğruları saptanmış olacak, yapılacak iyileştirme uygulamasını optimum bir maliyetle gerçekleştirmek kolaylaşacaktır.



2. HAMAM YAPILARININ TARİHSEL SÜREÇ İÇİNDEKİ GELİŞİMİ

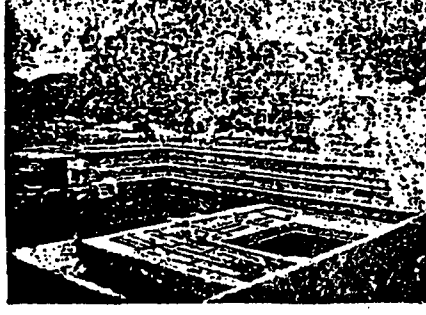
Eski zamanlardan beri, dini amaçlarla da olsa temizliğe büyük önem verilmiştir. İnsanlar temizlenme, serinleme gibi bedensel gereksinimleri yanında, dini inançların etkisi ile sudan uzak kalamamışlar ve daima su ile iç içe yaşamışlardır. Bu gereksinmeyi giderebilecek yapıların inşası tarihle ve insanlıkla beraber başlamış, mekanları toplumların uygarlık düzeylerine uygun olarak biçimlenmiş ve günümüzün belirgin hamam yapılarını oluşturmuşlardır.

2.1. KLASİK HELLENİSTİK DEVİRDEN ÖNCEKİ HAMAM YAPILARI

(İ.Ö.5 YY. 'A KADAR)

Bu devirde yaşayan insanların yıkanması ve temizliği, dini inançlarına göre belirlenir. Örneğin; Eski Hindistan'da Sankritçe yazılan din kitaplarında (İ.Ö.1000) yıkanma ve temizlik topluma zorunlu olarak benimsetilmiştir (1). Ganj nehrinde ve kollarında yıkanmış olmakla dinin gereğinin yerine getirildiği kabul edilir. Hindistanda olduğu gibi Seylan Adası'nda da dini inançlar nedeni ile insanlar suyu vadilerden indirip, havuzlarda toplayıp büyük tesisler meydana getirmişlerdir. Kral şehri olan Anaradhapura'da "Pokuna" denilen hamam harabeleri bulunmuştur (resim 2.1)(1).

Musevi'lerde de çok eski zamanlardan beri aynı amaçlarla hamamlar yapılmıştır. Kudüs'te bugüne dek korunmuş Şifa hamamı çok ünlüdür.



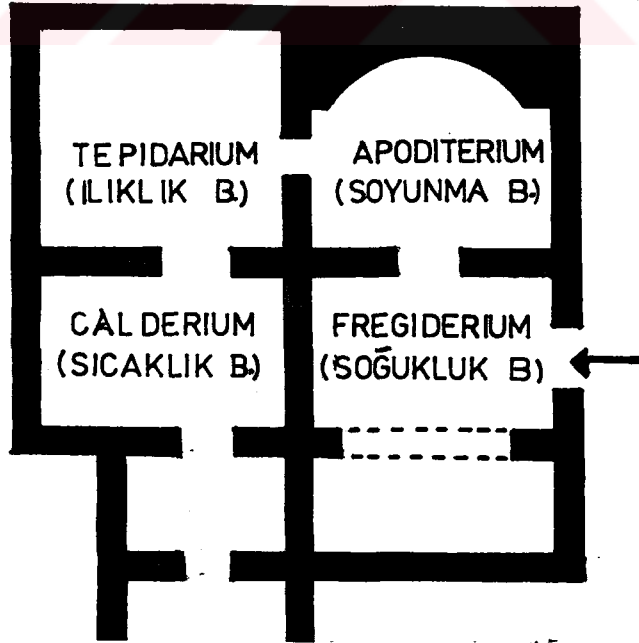
Resim 2.1. Pokuna hamam harabeleri

Eski Mısır'lılar (i.Ö.3000), Nil Nehri'ni kutsal saydıkları için nehrin kenarında yıkanıyorlardı. Bugün Nil Nehri üzerinde Eski Mısır'lılara ait hamam kalıntılarında rastlanılmaktadır (1). Mısır, Roma İmparatorluğu egemenliğine girdikten sonra, Roma'lılar da Nil Nehri üzerinde pek çok hamam inşa etmişlerdir. Bunlardan Kleopatra'nın hamam harabeleri günümüze dek varlığını korumuştur.

2.2. KLASİK HELENİSTİK DÖNEMDE HAMAM YAPILARI

Yunan hamam yapılarına ait tasarımlar ve plan türleri bugün pek az bilinmektedir. Deniz ve derelerde spor banyolarının, temizlik için de büyük halk hamamlarının olduğu saptanmıştır. Eski Yunan Gymnase'lerinde soğuk ve sıcak bölümleri içeren sporcuların temizlenme amacı ile kullandıkları hamamlar bulunuyordu (1). Daha sonraları Roma'lılar da Yunan tipi hamam modellerinden esinlenerek banyo odaları oluşturmuşlar, bu sistemi Pompey evlerinde ve çeşitli kentlerde uygulamışlardır. Pön savaşlarından sonra da yerel yönetimler ve özel kişiler tarafından ortak kullanılan

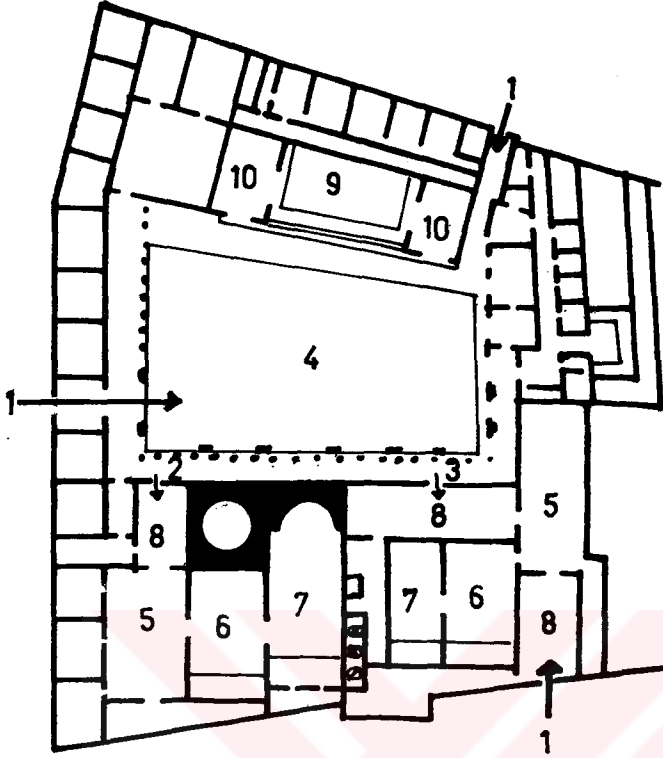
hamamlar inşa edilmiştir (1). Bu devirde önceleri kadın ve erkekler ayrı hamam binalarında yıkansalar da sonraları "Mixta Balnea" adı verilen ve her iki bölümü içeren hamam binaları yapılmıştır. Bu eski Roma hamam yapılarına ait plan şemaları; ılık ortamda oturma bölümü (Cella tepidaria), sıcak bölüm (Cella Caldaria), soğuk bölüm (Cella fregidaria) mekanlarından oluşmaktadır. Daha sonraki Roma hamamlarında ise bu mekanların yanısıra soyunma ve giyinme odaları (Apodyterium), keselenme odası (Unctorium), ter banyosu (Laconicum) odası yer almaktadır. Soğukluk (Frigidarium) kapısından yapılan girişin genellikle sağ tarafında hamamın ısıtma merkezini oluşturan, külhan (hypocaustium) bulunur. Buradaki dumanlar döşemelerin altını dolayarak duvarlardaki bacalardan dışarı verilirdi. Sol tarafta ise soğuk su dolu kurnalar bulunurdu (şekil 2.1).



Şekil 2.1. Roma hamam şeması

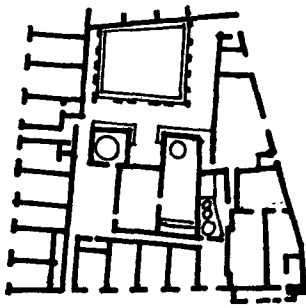
Pompei'de bugüne dek yapılan kazılarda üç kent hamamı, iki çift hamam, bir erkekler hamamı, iki özel hamam ve oniki ev hamamı bulunmuştur (1). Buda bu dönemde hamam yapılarına büyük önem verildiğini göstermektedir. Pompei'deki kent hamamlarından Stabianer hamamında görüldüğü gibi, Roma devri imparator hamamlarında oldukça ayrıntılı tasarımlar yapılmıştır. Bu yapılarda üç tarafı sütunlarla çevrilmiş havuz etrafında kadın ve erkek hamamlarının soyunma ve bekleme odaları, büyük banyo odaları ve caddenin iki tarafında dükkanlar vardır (şekil 2.2) (1). Kadın ve erkekler için yapılan bölümler arasında, üç adet bakırdan yapılan su kazanı ile "Praefurnium" bulunurdu. Pompei'de bu hamamdan başka Forum'da ikinci bir hamam ve "Central Therme" diye adlandırılan üçüncü bir hamam yapısı da vardır (şekil 2.3).

Bizans'lılarda da Roma hamamları örnek alınarak pek çok hamam yapılmıştır. Roma'dakine benzer şekilde Bizans halkı da toplu halde eğlenir, yıkanır ve oyunlar sergilerdi. Bu devirde kente su kanalları ile su getirilmiş, evlerde ve saraylarda özel hamamlar yapılmıştır. Bugün bu su yapılarından sadece "Philoxena" su sarnıçları günümüze dek varlığını devam ettirebilmiştir.

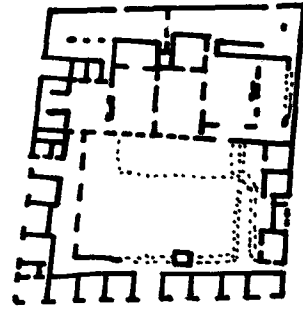


1. Giriş
2. Erkekler böl. girişi
3. Kadınlar böl. girişi
4. İç avlu
5. Soğukluk böl.
(alipterium)
6. Ilıklık böl.
(tepidarium)
7. Sıcaklık böl.
(calderium)
8. Soyunmalık böl.
(apoditerium)
9. Soğuk havuz
10. Bekleme

Şekil 2.2. Pompei'de Stabianer hamamı



(a)



(b)

Şekil 2.3. (a) Forum'da bir hamam

(b) Central Therme hamamı

3. TÜRK HAMAM MİMARISİNDE GELENEKSEL HAMAM YAPILARI

Geleneksel Türk hamamlarının plan tipleri incelendiğinde Roma ve Bizans hamamlarından büyük ölçüde etkilendiği görülür. Orta Asya'dan Anadolu'ya gelen Selçuk Türk'leri, İslam dininin gereği olan temizlik için geleneklere uygun olarak hamam yapıları inşa etmişlerdir. Osmanlılar zamanında da Bursa'da I.Murat ilk kez Eski kaplıca'yı bir Bizans yapısının malzeme kalıntıları ile Christodulas adında bir Rum mimarına yaptırmıştır (1). Bu devirde büyük hamam inşaatları ise Fatih'in İstanbul'u fethinden sonra başlar (1).

3.1. TÜRK HAMAM YAPILARINDA DİNİN ETKİLERİ

İslam dininin gereği olarak vücut temizliği ilkeleri ayetler halinde "Kuran'da öngörülmüştür. Bu ilkeler doğrultusunda müslüman ülkelerde hamam yapıları büyük bir önem kazanmıştır. Kuran'daki emirlere göre, temizlik için akan su kullanılması zorunlu olduğundan, Türk hamamlarında yıkanma havuzları ve banyo tekneleri bulunmaz.

3.2. TÜRK SARAY HAMAMLARI

Osmanlı İmparatorluğu'nun yükselme döneminde, hükümdar saraylarındaki hamam yapılarına çok önem verildiği Evliya Çelebi'nin "Topkapı Sarayı Hamamı" tasvirinden anlaşılmaktadır. Bu dönemde hamam yapılarının ince zevklerle

işlendiği ve hükümdar saraylarının önemli bir bölümünü oluşturduğu gözlenmektedir. Bu hamamların ortasında yıldız şeklinde sultana ait bir yıkanma bölümü ile kenarlarında da gözdelere ait hücreler bulunmaktadır.

3.3. KAPLICALAR

Yeryüzünün volkanik bölgelerinde, yeryüzüne çıkan sıcak suların toplandığı ve kullanıma açıldığı mahallere "kaplıca" adı verilir. Kaplıca kelimesi de gerçek anlamda Farsça'da "sıcak su" anlamına gelir. Türk'ler ise bunun yerine "ılıca" kelimesini kullanmışlardır. Bu yapıların amaçları farklı olduğundan, mimari karakterlerinde de farklılıklar görülür. Türk tipi kurnalı yıkanma yerlerinin yanında, büyük havuzlar da bulunmaktadır. Havuzlara dışardan gelen sıcak sular, bir menfezden girer bir ikinci menfezden çıkar. Buralara girebilmek için, yıkanma yerlerinden geçilip öncelikle vücudu temizleme zorunluluğu vardır.

3.4. TÜRK HALK HAMAMLARI

Bu hamam yapıları yalnız temizlik gereksinimi için yapıldığından yapı düzeninde belli bir konfor ve estetik düşünülmez. Yıkanmaya gelen insanlar, bir rüzgarlık bölümünden geçtikten sonra "soyunma" bölümüne girer. Esas girişin karşısındaki hamamın ikinci kısmı olan "soğukluk"ta vücut sığağa alıştırdıktan sonra binanın üçüncü kısmı olan

"sıcaklık" kısmına geçilip yıkanılır. Yıkanma bittikten sonra da "camekan" denilen dış kısma çıkılır.

3.4.1. TÜRK HAMAM YAPILARINDA İÇ MEKAN DÜZENİ

Türk hamamları esas olarak soyunma bölümü, soğukluk bölümü, sıcaklık bölümü, ısıtma ve su depolama bölümünden oluşur.

3.4.1.1. SOYUNMA BÖLÜMÜ

Bu bölüm, eski Roma hamamlarında "apodyterium, spoliaterium, vestarium" adı verilen bölümlerin karşıtıdır. Türk'ler bu bölüme "camekan" adını vermişlerdir. Hamamın birinci kısmını oluşturan bu bölümün orta aksında genellikle mermerden işlenmiş fıskiyeli bir havuz, duvarların kenarında bir set üzerinde taş yada ahşap sedirler, girişin kenarında da hamam yöneticisine ait bir kısım bulunur. Bazı hamamların bu bölümünde ahşap kolonlar üzerine oturtulmuş "şırvan" adı verilen soyunmaya ait galeri katları yer alır. Burası hamamın ısıtılmayan giriş bölümüdür.

3.4.1.2. SOĞUKLUK BÖLÜMÜ

Bu bölüm Roma hamamlarında "tepidarium" veya "alipterium" denilen bölümün karşıtıdır. Türk'lerde ise burası "ılıkık" diye adlandırılır. Bu bölüm hem iç hamama

girmeden vücudu sıcağa alıştırmak, hem de dini temizlikler ve fazla sıcağa dayanıklı olmayanlar için yıkanma yeri olarak kullanılır. Genellikle yan taraflarında alçak bölmelerle ayrılmış tuvaletlerin de yer aldığı bu bölümün duvar kenarlarında da alçak mermer sedirler bulunur.

3.4.1.3 SICAKLIK BÖLÜMÜ

İç hamam bölümünü oluşturan kısımdır. Eski Roma hamamlarında "calderium" veya "sudatorium" adı verilen bölüm karşıtıdır. Burası köşelerde kapısı olmayan küçük odalar şeklindeki tek kişilik yıkanma hücreleri ve bu hücreler arasında kalan genel yıkanma nişleri olmak üzere iki kısımdan oluşur. Bu bölümün ortasında dinlenme, terleme ve masaj için yerden 40cm yüksekte, genellikle poligon şeklinde bir göbek taşı bulunur. Isıtma merkezi olan "külhana" yakın olması nedeni ile binanın en sıcak bölmüdür. Külhanda ısıtılan suyun buharı iç hamam ile soğukluk döşeme ve duvarları arasındaki kanallardan geçerek bu bölümleri ısıtır.

3.4.1.4. ISITMA DÜZENİ VE SU DEPOLARI BÖLÜMÜ

Külhan denilen su tesisatının dağıtılma ve ısıtma merkezi genellikle binanın arka kısmında bulunur. Eski Roma hamamlarında "hypocausten" denilen kısım karşılığıdır. Burada sıcak ve soğuk sular için ayrı depolar bulunur.

3.4.2. TÜRK HAMAM YAPILARINDA KULLANILAN MALZEMELER VE YAPI TEKNİKLERİ

Günümüzde, hamam olarak kullanılan veya hamam yapısı olarak inşa edilmiş, fakat başka amaçlarla kullanılan yapıların malzeme ve inşa tekniği üzerinde duyarlı bir değerlendirme yapmak zordur. Ancak eski, harap olmuş hamamların yapı elemanları üzerinden örnekler alarak, deneysel yolla malzeme özellikleri kolaylıkla saptanabilir.

Hamam yapılarında özellikle iç hamam bölümündeki duvarlar, su ve sıcaklığın olumsuz etkisi nedeniyle kalın ve sağlam olarak inşa edilir ve tüm hamamlarda hemen hemen aynı özellikleri gösterirler. "Horasan harcı" adı verilen, yüksek mukavemetli harcın kullanıldığı hamam duvarları genellikle taş ve tuğla karışımıyla belli bir düzen içinde örülüp düzgün ince bir sıva ile kaplanır ve üzeri boyanır. Tüm hamamlarda dış duvarlar ortalama 150cm kalınlığındadır. İç duvarların kalınlıkları ise 60-100cm arasında değişir. İç duvarların üst kısımları genellikle iki sıra yassı tuğla ile yapılan çıkıntılı bir kornişle veya taş levhalarla belirgin hale getirilir. Soyunmalık kısmının dışarıya bakan duvar cepheleri ise düzgün taş ve tuğla örgülerle örülüp, sıvasız bırakılır. Bu mekanlar kubbelerle örtülür. Kemer ve kubbelerin yapımında genellikle tuğla kullanılır. Kapı ve pencere açıklıkları tuğla kemerlerle geçilir. Duvarlar, bu kemer ve kubbelerden gelen düşey kuvvetleri taşıyabilecek sağlamlıktadır. İç ve dış duvarlar depremden ve rüzgardan

gelecek muhtemel yatay yükleri de "perde gibi" çalışarak zemine iletirler. Kubbelerin alt kısımları kasnaklarla çevrilmiştir. Genellikle sekiz köşeli olan bu kasnaklar, köşe elemanları aracılığı ile kare plan şekline dönüşür. Kubbeler genellikle kurşunla kaplanır. Yıkınma bölümlerinin kubbeleri üzerinde çan şeklinde 15-40cm çapında cam fanuslar bulunur. Bina içini mermer üzerine işlenmiş zengin Türk motifleri, kapı ve pencere çerçeveleri süsler. Soyunma bölümündeki döşeme kaplaması çoğunlukla mermerdir.

3.4.3. TÜRK HAMAM YAPILARINDA TAŞIYICI ELEMANLAR

3.4.3.1. DUVARLAR

Türk mimarisinde duvar, her zaman taşıyıcı eleman olarak kullanılmıştır. Duvar yüzeylerinde duvarın taşıyıcılığını olumsuz olarak etkileyecek konsol çıkıntılar yapılmaz. Burada hücreler, pencere - kapı açıklıkları veya bunların niş şeklinde tekrarları bulunur. Büyük nişler, poligon şeklindeki avlu yada oda aksları üzerinde, bu hacmi genişletmek, sakin köşeler oluşturmak için düzenlenmiş "eyvan" şeklindedir. Pencereleer genellikle kemerli yapılır ve önlerinde ahşap veya demir parmaklıklar bulunur. Dış cepheyi oluşturan duvarlar üzerinde de giriş kapıları yer alır.

3.4.3.2. SÜTUNLAR

Sütunlar, duvardan ayrı, birbirlerine yada duvara kemer ile bağlanan düşey elemanlardır. Genellikle, zeminde küçük bir ayak üzerine mesnetlenir ve yuvarlak sütun başlıkları, kemerin kare tabanına mesnetlenirken baklava şeklinde öne doğru eğimli küçük yüzeyler oluşturur (resim 3.1).

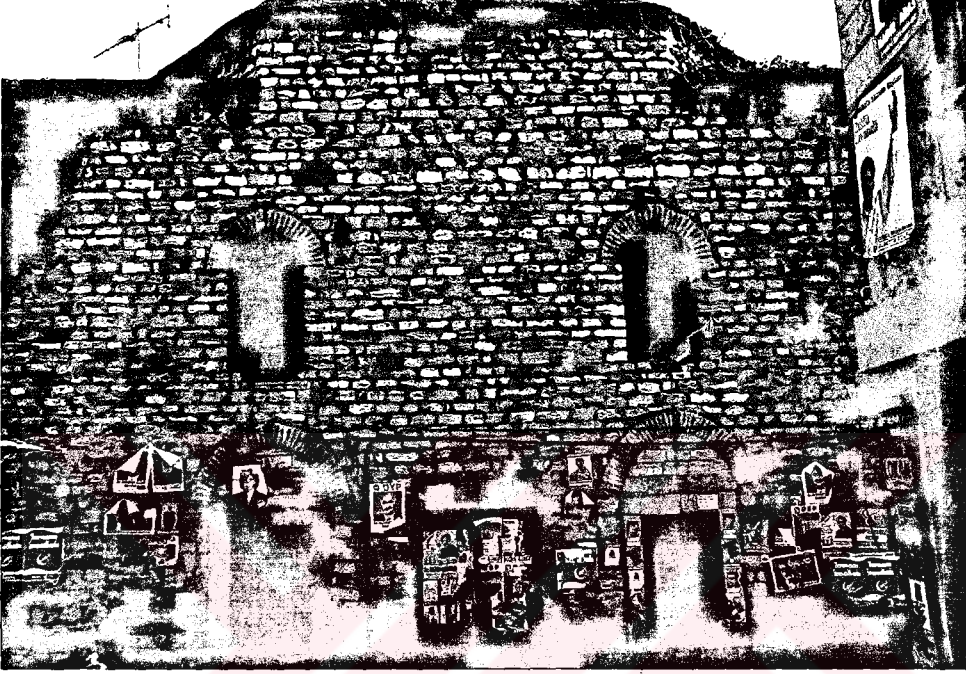


Resim 3.1. Baklava kabartma sütun başlığı

3.3.3. KEMERLER

Sütunlar ve duvar bölmeleri arasındaki açıklıklar genellikle tuğla ile örülmüş kemerlerle geçilir. Türk hamamlarında pek çok kemer türü kullanılsa da en çok sivri

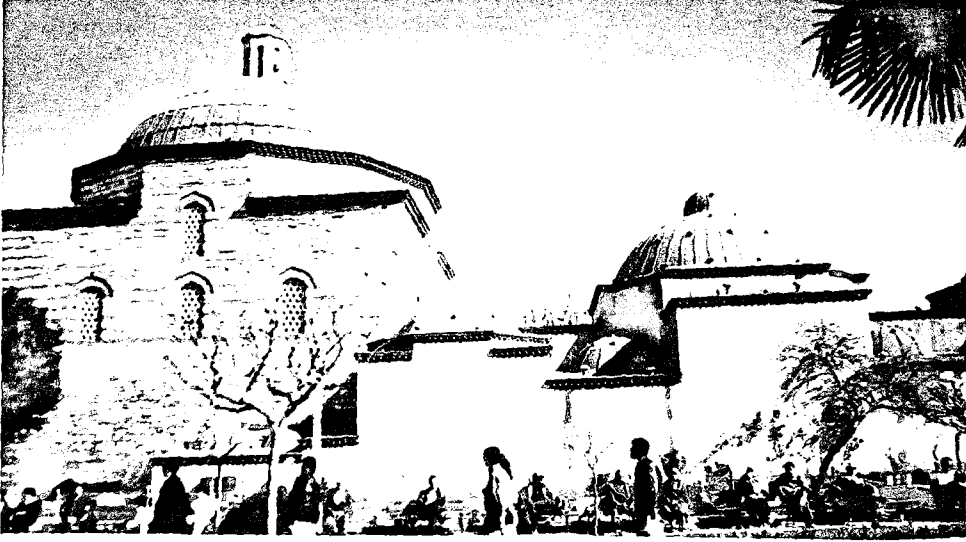
kemerler göze çarpar. Sivri kemer İstanbul'da Cemberlitaş ve Tahtakale Hamamlarında ilk haliyle, Ayasofya ve Cardaklı Hamamlarında ise gelişmiş haliyle uygulanmıştır (resim 3.2).



Resim 3.2. Cardaklı Hamamı pencereleri

3.4.3.4. KUBBELER

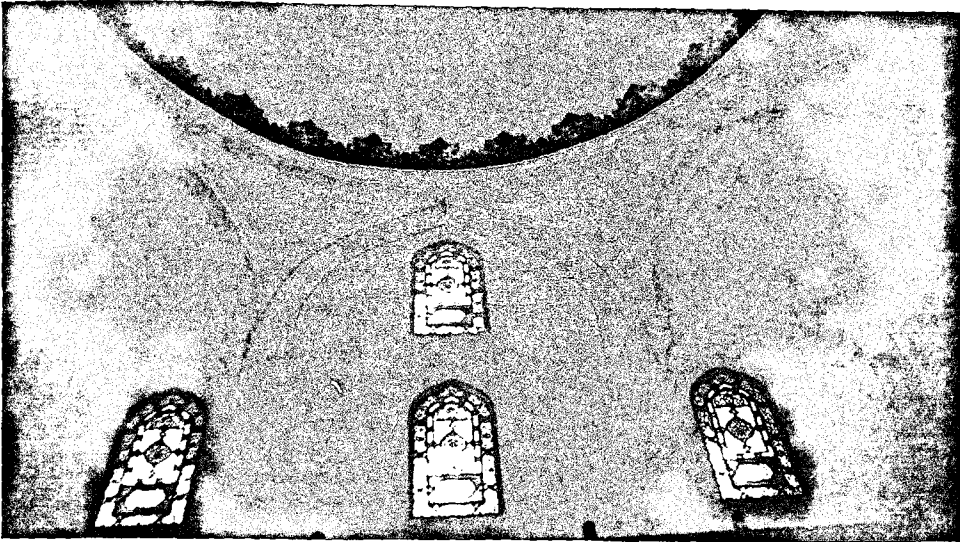
Türk hamam yapılarında genellikle merkezi mekan örtü elemanı olarak "kubbeler" kullanılmıştır. Genellikle küre parçaları şeklinde olan kubbeler tipik olarak dört veya sekiz köşe üzerine otururlar. Küçük kubbelerde bazen oval (elips) şekiller de kullanılmıştır. Soyunmalık kısımlarında ise kubbe ortalarında fenerlere rastlanır (resim 3.3).



Resim 3.3. Ayasofya Hamamı kubbeleri

3.4.3.5. SİLMELER VE KORNİŞLER

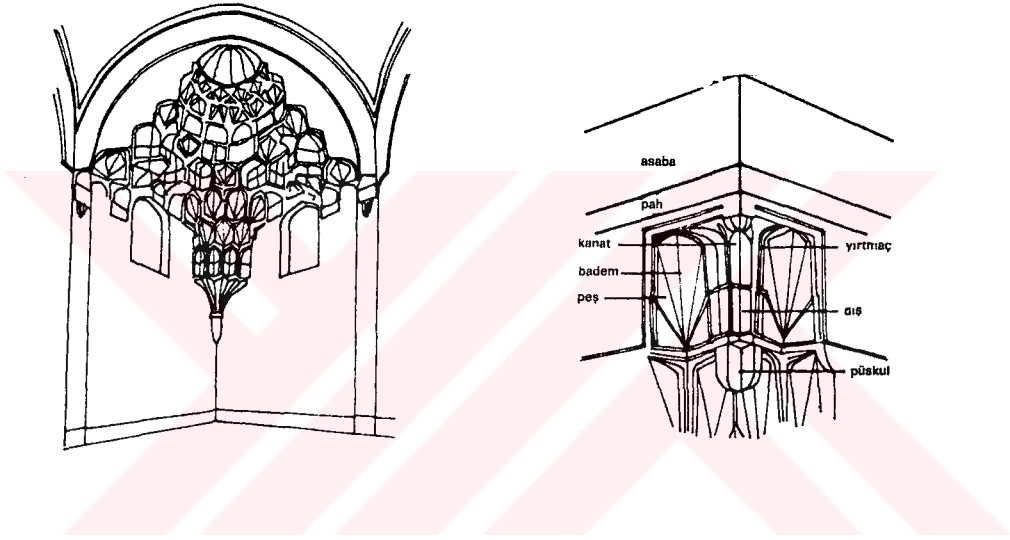
Türk hamamlarında fazla çıkıntılı kornişlere rastlanmaz. Yalnız kemer ve tonoz mesnetlerinde, dışarıya doğru bir çıkıntı vardır. İç duvarların üst kenarlarında birkaç sıra tuğladan kornişlere rastlanır (resim 3.4).



Resim 3.4. Mahmutpaşa Hamamı soğukluk bölümü kornişleri

3.4.3.6. STALAKTİTLER (KARNASLAR)

Bütün İslam ve Türk mimarisinde tümüyle belli kurallara bağlı motifler olarak tasarlanmış stalaktitler görülür. Bunlar köşe nişlerini doldurmakta, kademeli konsol şekillerinde, tavan filizlerinde, sütun başlıklarında ve cümle kapıları çerçevelerinde kullanılmıştır (resim 3.5)



Resim 3.5. Karnas (mukarnas)

4. GELENEKSEL KARGIR YIĞMA YAPILARIN DEPREME KARŞI DAVRANIŞLARININ İNCELENMESİ

4.1. KARGIR MALZEME MEKANİK ÖZELLİKLERİ

Kargir yığma yapılar, taşıyıcı duvarları doğal taş, tuğla, biriket, kumtaşı, beton, gaz beton vb. bloklarla, döşemesi betonarme veya volta tipi ve benzeri rijit tipte bir döşeme ile oluşturulan yapılardır. Taşıyıcı duvarları oluşturan bloklar, kireç, çimento vb. ile yapılmış harç kullanılarak bağlanır. Türk - İslam yapılarında, bağlayıcı ve taşıyıcı malzeme olarak "horasan harcı" kullanılmıştır.

Bağlayıcı harç olarak kullanılan horasanın, standartlara uygun geç sertleşen bir harç mukavemetinde olduğu kabul edilir. Bir horasan harçlı taş duvarın basınç emniyet gerilmesi $\sigma_{cm} = 10-25\text{kg/cm}^2$, kayma emniyet gerilmesi de basınç emniyet gerilmesinin 0,1 katı olarak $\tau_{cm} = 1-2.5\text{kg/cm}^2$ alınabilir (2).

Günümüzde yığma yapılar "TS 2510 Kargir duvarların hesap ve yapım kuralları" adlı yönetmelik ilkelerine göre yapılır.

4.2. YIĞMA YAPILARIN DİNAMİK ÖZELLİKLERİ

Rijit ve özağırlıkları çok büyük olan geleneksel yapılarda mevcut sabit yüklere (yerçekimi doğrultusunda etkiyen yüklere) ilave olarak deprem yükleri etkir. Bir yapıya etkiyen deprem yükleri, özağırlıkla orantılı

etkiyen eşdeğer bir yatay yük olarak ele alınır.

Yapıların dinamik özellikleri doğal "titreşim periyodu" ve "sönüm oranı"na bağlıdır. Yığma yapıların doğal titreşim periyodu $T = 0.05-0.20$ sn civarında olup genellikle küçüktür (3). Yapı periyodu yapının kat yüksekliği, eni, boyu ve dolu duvar oranı ile ilgilidir (3). Yüksek ve kat adedi fazla yapılarda periyod uzundur. Planda eni ve boyu büyük olan yapılarda ise periyod kısadır.

Yapının titreşimine neden olan kuvvetlerden oluşabilecek hasarlar, yapının rijitliğini azaltır ve dolayısıyla yapının titreşim periyodunun uzamasına neden olur. Depremlerden yapılara gelen etkiler, yapının "titreşim periyodu" ve öz ağırlığına bağlıdır. Yapıların periyotlarına bağlı olarak gelen deprem hareketlerinin maksimum yatay kuvvet ivmeleri, yapının tek kütle sisteminin titreşimi üzerine kurulan "titreşim spektrum" larından alınır (3). Maksimum ivme ile yapının kütlelerinin çarpımı yapıya gelen yatay deprem kuvvetini verir. Burada $m =$ kütle, $a =$ ivme olduğuna göre;

$$F = m \cdot a \quad (4.1)$$

Deprem ivmesi, yerçekimi ivmesinin belli bir yüzdesi olarak tanımlandığına göre yani;

$$\frac{a}{g} = c \quad (4.2)$$

olarak alındığında;

$$F = m \cdot g \cdot c \quad (4.3)$$

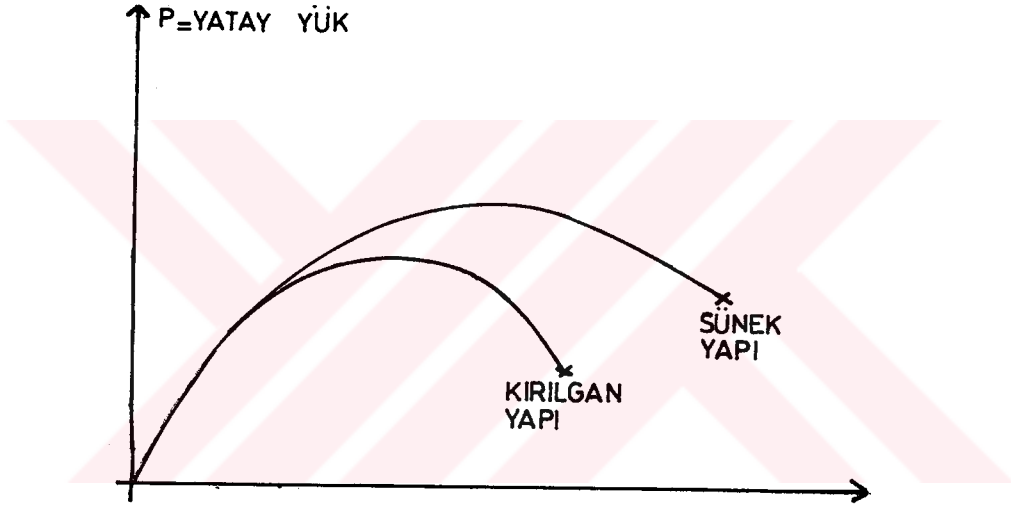
olmaktadır ($m \cdot g =$ yapı ağırlığı).

Yapının oturduğu temel zemini de yapıya gelen deprem yüklerini etkileyen bir faktördür. Örneğin; kayalık, sıkı ve yoğun kumlu, çakıllı sağlam zeminlerin periyodu kısa; kumlu ve kili fazla olmayan yeni dolgulu, alüvyonlu ve yumuşak zeminlerin periyodu ise uzundur. Zemin periyodu ile yapı periyodunun çakışması "rezonans" oluşturacağından yapıda büyük hasarlar meydana gelir ve yapı yıkılabilir. Kısa periyodlu sağlam zeminler üzerinde bulunan, kısa periyodlu narinliği az yığma yapılarda "rezonans" sonucu hasar olasılığı fazladır.

Deprem etkisiyle yapıya gelen enerjinin bir bölümü yapı tarafından yutulur ve emilir. Bu emme miktarı yapı malzemesinin ve taşıyıcı sisteminin özelliğine bağlıdır. Yapıda yutulan enerjinin gelen enerjiye oranı "sönüm oranı" olarak adlandırılır. Sönüm oranı; yapı periyodu ve yapı elemanlarının emniyet gerilmelerine bağlıdır. Deprem sırasında yapı elemanında oluşan çatlaklar, çatlak yüzeyler arasındaki sürtünme ile yapının sönümünü arttırır. Genellikle kısa periyodlu yapılarda sönüm oranı "%2-5" gibi oldukça küçüktür. Ancak yapı deprem sırasında çatlamaya başladıktan sonra, yapıdaki sönüm oranı "%5-10" düzeyine çıkabilir (3). Sonuçta sönümü artan yapıya gelen deprem etkisi azalır. Yığma yapıların "kısa periyotlu" ve "düşük sönümlü" olmaları, deprem sırasında hasar görmelerine neden olur. Sonuçta gittikçe hem periyot artar hem de sönüm oranı artmaya devam eder. Ancak deprem sırasındaki azalma önemli boyutlara pek ulaşmaz.

4.3. YIĞMA YAPILARDA SÜNEKLİK (DÜKTİLİTE)

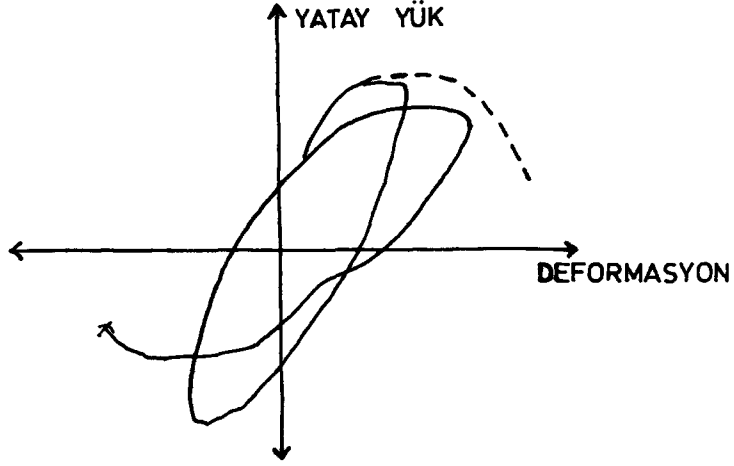
Bir yapıyı oluşturan taşıyıcı elemanın taşıma gücünde önemli bir azalma olmadan büyük deformasyon yapabilme özelliğine "süneklik" adı verilir. Yığma yapılar sünek yapılar değildir. Şekil 4.1.'de sünek ve sünek olmayan yapıların tek yönlü yükleme altında yük-deformasyon eğrileri gösterilmektedir (3).



Şekil 4.1. Sünek ve sünek olmayan yapıların tek yönlü yükleme altında yük-deformasyon eğrileri

Şekil 4.1.'den anlaşıldığı gibi kırılğan yapı davranışında yapı elemanının çatlamasından sonra, süratli olarak yıkılma gerçekleşeceğinden kalıcı deformasyon ile enerji tüketimi çok az olur. Depremde yapılara gelen yüklerin bir diğer özelliği de tersinir olmalarıdır. Yükün yön değiştirmesi sonucu elemana bir anda basınç kuvveti, bir sonraki anda da çekme kuvveti gelebilir. Bu tür bir çekme ve bir basıncının dönüşümlü etkisi, sünek olmayan bir yapının

yıkılmasına yol açar (şekil 4.2).



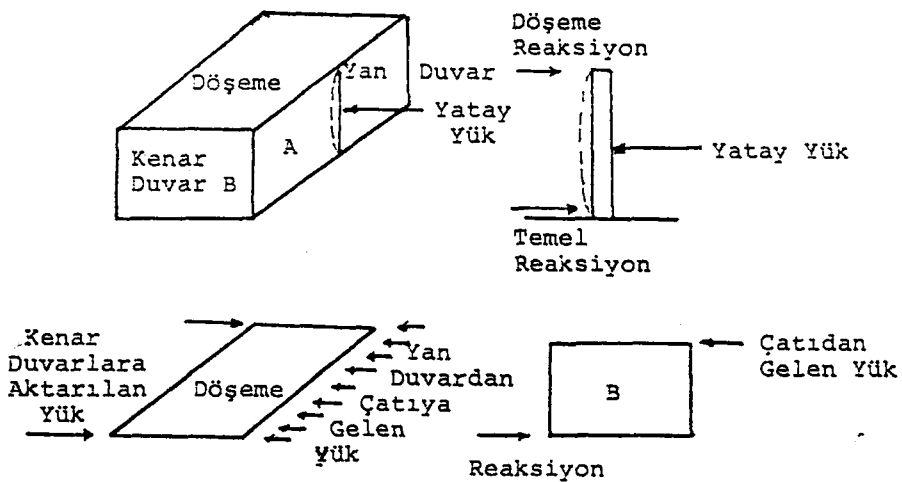
Şekil 4.2. Sünek olmayan yapının tersinir yükler etkisindeki yük - deformasyon eğrisi

Kuvvetlerin oluşturduğu gerilmelerle deformasyon arasındaki orana "elastisite" modülü adı verilir. Bu değer yığma yapılarda malzeme emniyet gerilmesinin 100 katı kadar alınır. Örneğin; duvar emniyet gerilmesi = 30kg/cm^2 ise bu duvarın elastisite modülü $E_d = 30000\text{kg/cm}^2$ olarak kabul edilir.

4.4. YIĞMA YAPILARIN YATAY KUVVETLER ETKİSİNDEKİ DAVRANIŞI

Yapılarda depremden gelen eşdeğer yatay yükler, etki-tepki ilkesine göre, yapı kütesinin oluşturacağı "atalet kuvvetleri" ile dengelenir. Bu atalet kuvvetlerinin düşey taşıyıcı elemanlara nasıl aktarıldığı şekil 4.3.'te gösterilmektedir.

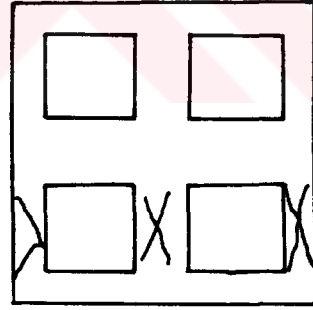
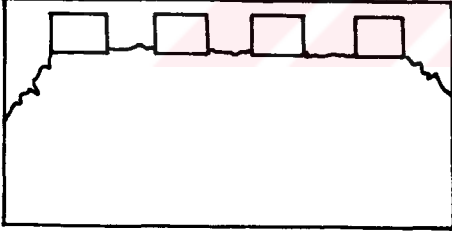
Düsey duvarlara gelen yatay deprem kuvveti etkisiyle duvar kesiti, kesme ve eğilme etkisinde bir perde gibi çalışarak bir kiriş davranışını gösterir. Bu yatay kuvvete ilaveten duvar, üst kattan ve çatı döşemesinden gelen düşey yükleri de taşımak zorundadır. Böylelikle duvar yatay deprem kuvveti ve düşey yükler ile bileşik etki altında kalmaktadır. Bu yükler şekil 4.3.'te gösterildiği biçimde döşemenin oturduğu kenar duvarlarda (B duvarı) duvar düzlemine paralel kesme kuvvetleri oluşturur. Çatı ve kat döşemeleri ile duvar arasında kuvvet aktarılmasını sağlayacak bir bağlantı varsa duvar yatay yükleri döşemelere aktarır. Bu tür bir kuvvet aktarımı olabilmesi için çatı ya da kat döşemesinin yüksek bir rijitliği olması, kuvvetler altında deforme olmaması gerekir. Böylelikle yatay kuvvetler duvarlara rijitlikleri ile orantılı olarak dağılır.



Şekil 4.3. Yığma yapılarda deprem yükünün taşıyıcı elemanlara aktarılması

4.5. YIĞMA YAPILARDA YATAY YÜKLER ALTINDA DUVARLARIN KIRILMA BİÇİMLERİ

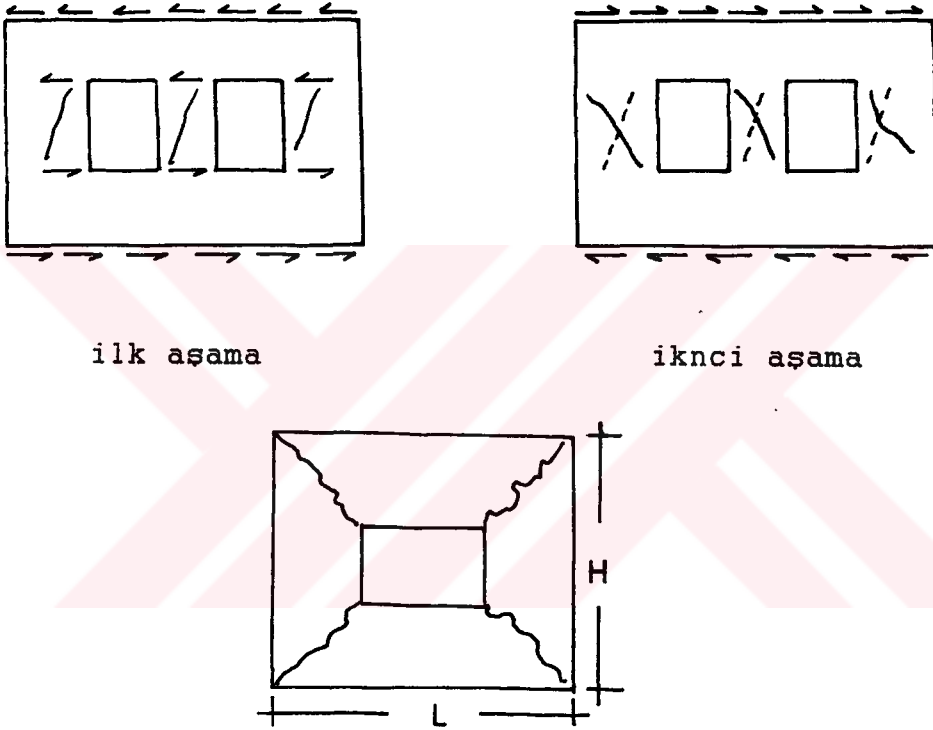
Şekil 4.3.'te görüldüğü gibi deprem kuvvetleri duvar düzlemleri içinde "kayma gerilmeleri" oluşturur. Eğer duvar malzemesinin "kesme dayanımı" azalır ya da duvara gelen çekme kuvvetleri duvarın çekme kuvveti taşıma gücünü aşarsa, dolu duvar parçalarında "45 derece" eğik çekme çatlakları meydana gelir (şekil 4.4). Eğik çekme çatlakları duvar düzlemindeki kapı ve pencere boşluklarının yerine ve boyutlarına, duvar yüksekliğine ve uzunluğuna, duvarın dolu olmasına ve yapının "depremin merkezine" olan uzaklığına bağlı olarak değişik biçimlerde olabilir (şekil 4.5).



Şekil 4.4. Yığma yapı duvarlarında depremden dolayı oluşan eğik çekme çatlaklarında boşluk oranının çatlak biçimine etkisi

Yapı deprem merkezine yakın ise deprem yer hareketinin düşey bileşeni daha büyük kuvvet oluşturacağından şekil 4.6.'daki gibi kayma çatlakları oluşturur. Bu durum duvarın düşey yükleri taşıma gücünde azalma yaratır. Yatay kuvvetlerin yön

değiştirmesi gibi deprem süresince var olan dinamik yükler taşıma gücündeki bu azalmayı artırır. Eğik çekme çatlaklarının zayıflattığı duvarlarda düşey yüklerin yarattığı basınç etkisiyle, duvar yüzeyinde düşeye yakın doğrultularda da çatlaklar oluşur.

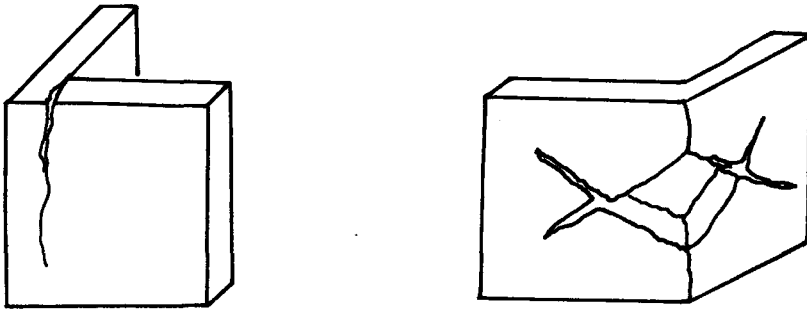


H/L 1 ise tm cephe birlikte çalışır

Şekil 4.5. Yığma yapı duvarlarında depremden dolayı oluşan eğik çekme çatlak biçimleri

Depremlerde sık rastlanan bir hasar biçimi de duvarların köşelerde birbirlerini dışarı doğru itmeleridir. Bu her iki asal doğrultuda etkiyen yatay yüklerin, yapı köşelerinde gerilme birikimleri yaratmalarına neden olur. Böyle bir

hasarı önlemek için köşelerde gerilme birikiminin olmayacağı şekilde örneğin duvar birleşim köşelerinin yuvarlatılması gerekmektedir. Depremde kesişen duvarlara gelen zorlamaların büyüklüğü nedeniyle, birbirlerine yeterli bir örgü ile bağlanmamış yığma duvar köşelerinde, yeterli rijitlikte döşeme sistemi ile bağlanmamış yüksek ve uzun duvarların birleşim yerlerinde oluşabilecek deprem hasarları şekil 4.6.' de gösterilmiştir. Yığma yapı duvarlarının kesme ve çekme dayanımının çok düşük olması özellikle IV Rihter ölçeğindeki depremlerde, kolayca çatlamalara yol açacağı için deprem açısından tehlikeli durumlar doğurabilir. Yapılan gözlemler yığma yapıların depremlerden sonra hızla çatlayıp, fazla hasara uğradıklarını göstermektedir. kırsal alanlarda okul, sağlık ocağı gibi içinde çok sayıda insan bulunan ve bir afet sonrasında hiç aksama olmadan kullanılması gereken yapıların depremde kolayca hasar görerek, yığma yapı olarak yapımından kaçınılmalıdır.



Şekil 4.6. Yığma yapı köşe hasar biçimleri

4.6. GELENEKSEL YAPILARDA DEPREM ANALIZI

Tarihi yapılar, genellikle ağır ve rijit yapılardır. Deprem etkilerine karşı rijit cisim davranışı gösterirler. Yatay zemin hareketleri sonucu, yapının her bir noktası yaklaşık olarak aynı hareketi yapar. Geleneksel yapılar çok kısa periyotlu yapılar olup, periyotları $t = 0.15\text{sn}$ ve $t=0.45\text{sn}$ arasında değişir. Depremlerde oluşan yer hareketlerinin bu kısa periyotlu bileşenlerinde çok büyük genlikli ivmeler oluşur. Ağır yapı olmaları nedeniyle de bu yapılara gelen deprem kuvvetleri büyük olacağından bu tür yapılarda deprem riski fazladır. Zaman süreci içerisinde zaman koşullarının değişmesiyle meydana gelen veya gelmesi muhtemel çatlaklar da, yapıların depreme karşı dayanıklılığını azaltır. Geçmiş kültürlerin nesillere yansımaları olarak düşünülen tarihi yapılar sürekli olarak varlıklarını devam ettirmelidirler. Bu nedenle bu yapılar üzerinde gerekli bilimsel çalışmalar yapılmalı, yapıların malzeme ve dayanıklılık açısından sağlamlaştırılması için gerekli parametreler saptanmalıdır. Bu parametreler doğrultusunda yapıların iyileştirilmesi için uygulamaya dönük ilkeleri saptamak çağımızın bir gereği olarak algılanmalıdır.

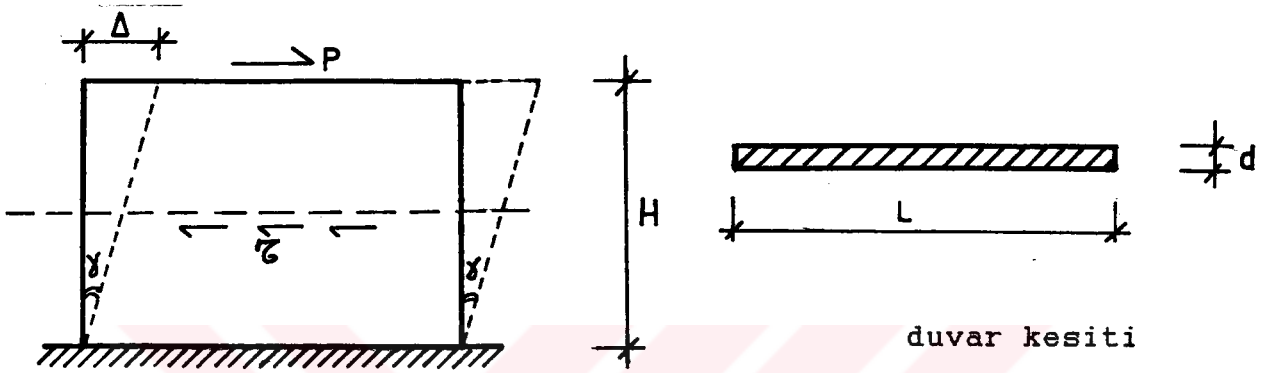
Geleneksel hamam yapıları ele alındığında genelde diğer yapılarla büyük benzerlikler gözlenir. Bunların tümü yığma karakterde yapılardır. Mekan örtü sistemi, eğri yüzeyli küresel "kubbeler" ile oluşturulmuştur. Bu kubbeler, taşıyıcı duvarlara oturur. Bu nedenle depremde gelmesi muhtemel yatay

kuvvetler, rijit perde gibi çalışan taşıyıcı bölme ve dış duvarlar tarafından alınır. İncelenen yapılarda kubbeler rijit elemanlardır ve çok büyük açıklıklar geçmezler. Kubbe analizlerinde, eğilmeli kabuk teorisinin geçerli olmayacağı, "membran teorisine" uygun bir davranış göstereceği kabul edilmiştir. Kubbe kesitlerinde yalnız kubbe yüzeyi içindeki membran gerilmeleri gözönüne alınmış, kubbe mesnetlerinde yüklerin eşit olarak alt yapıya iletildiği varsayılmıştır. Bilindiği gibi, bu yapılar çok kısa periyotlu yapılar olduğundan, deprem sırasında büyük genlikli ivmeler oluşur. Bugüne dek yapılan aletsel incelemelere göre büyük yapılarda deprem katsayısı " $c = 0.50$ " olarak saptanmıştır. Oysa deprem yönetmeliğinde maksimum deprem katsayısı " $c = 0.10$ " olarak edilmiştir. Uzun süre ayakta kalması istenen tarihi yapıların deprem katsayısı için atom santralleri yapımında kullanılan " $c = 0.30$ " deprem katsayısı alınabilir (4). Bu çalışmadaki hesaplar bu kabule göre yapılmıştır.

4.6.1. DEPREM KUVVETLERİNİN YAPI TAŞIYICI SİSTEMİ İÇİNDE DAĞILIMI

Bir yapıya gelen deprem yükleri yapı ağırlığı ile orantılı olarak hesaplanır (5). Geleneksel yapılarda taşıyıcı bölme ve dış duvarlar deprem kuvvetleri karşısında bir perde gibi çalışıp, oluşturdukları atalet kuvvetleri ile dengeyi sağlarlar. Duvarların müşterek çalışması, duvarlara bağlı

mekan örtü sistemini oluşturan, tonoz ve kubbe elemanlarınca sağlanır. Bir duvara gelen deprem yükü duvarların rijitlikleri ile orantılıdır. Bir duvar parçasının birim deplasman yapabilmesi için etkimesi gereken yatay yüklere o duvar parçasının "rijitliği" denir.



Sekil 4.7

Sekil 4.7' de ;

Δ = yatay deplasman

H = duvar yüksekliği

d = duvar kalınlığı

L = duvar uzunluğu

P = deprem yükü

γ = binanın yatay deplasmandan dolayı yaptığı açı ise;

$$\gamma = \frac{\Delta}{H} \quad (4.4)$$

$$A = L \cdot d \quad (4.5)$$

τ = KAYMA GERİLMESİ ;

$$\tau = \frac{P}{A} = \frac{P}{L \cdot d} \quad (4.6)$$

G = KAYMA MODÜLÜ ;

$$G = \frac{\tau}{\gamma} \quad (4.7)$$

olduğuna göre;

$$\gamma = \frac{\tau}{G} = \frac{\Delta}{H} \quad (4.8)$$

yazılabilir. Bu eşitlikte kayma gerilmesi yerine "4.6" denklemini konduğunda;

$$\frac{P}{A \cdot G} = \frac{\Delta}{H} \quad (4.9)$$

$$P = \frac{A \cdot G \cdot \Delta}{H} \quad (4.10)$$

deprem yükü elde edilir.

Yatay deplasmanın $\Delta = 1$ olması için, P deprem yükü D_1 duvar rijitliğine eşit olmalıdır.

Duvarlarda α = duvar kesiti biçim katsayısı;

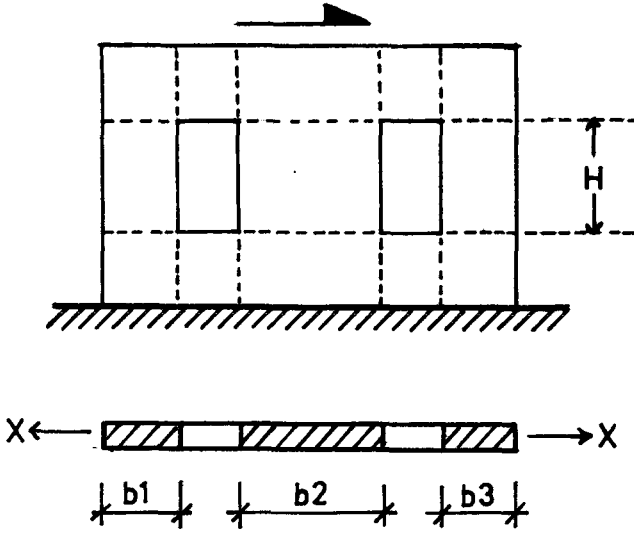
* dikdörtgen kesitler için; $\alpha = 1.5$,

* L ve T kesitler için; $\alpha = 1$ olarak alınır.

H = iki boşluk arasındaki dolu duvar parçasının yüksekliği olarak kabul edildiğine göre duvar rijitliği (D_1);

$$D_1 = \frac{A}{\alpha \cdot H} = \frac{d \cdot b}{\alpha \cdot H} \quad (4.11)$$

olarak elde edilir.



$$A_1 = b_1 \cdot d_1 \quad (4.12)$$

$$A_2 = b_2 \cdot d_2 \quad (4.12)$$

$$A_3 = b_3 \cdot d_3 \quad (4.12)$$

Sekil 4.8

Yapıda bütün duvarlar aynı malzemeden yapıldığı için;
 G = kayma modülü ; bütün duvarlar için aynıdır. Bu durumda
 her duvarın X eksenine doğrultusundaki rijitliği;

$$D_{x1} = \frac{A_1}{\alpha \cdot H} \quad (4.13)$$

$$D_{x2} = \frac{A_2}{\alpha \cdot H} \quad (4.13)$$

$$D_{x3} = \frac{A_3}{\alpha \cdot H} \quad (4.13)$$

olduğuna göre, toplam rijitlik;

$$D_{x1} = D_{x1} + D_{x2} + D_{x3} \quad (4.14)$$

olarak bulunur.

Rölatif rijitlik ise (r_1);

$$r_1 = \frac{D_{x1}}{\Sigma D_{x1}} \quad (4.15)$$

$$r_2 = \frac{D_{x2}}{\Sigma D_{x1}} \quad (4.15)$$

$$r_3 = \frac{D_{x3}}{\Sigma D_{x1}} \quad (4.15)$$

olarak bulunur. Hesap için X ve Y doğrultularındaki duvar rijitlikleri ayrı ayrı ele alındıktan sonra, X_0 ve Y_0 koordinatlarıyla yapı rijitlik merkezi bulunur (şekil 4.9).

Bilindiği gibi deprem açısından yapının kütle merkezi (K_m) ile rijitlik merkezinin (R_m) çakışması binada burulma etkisini ortadan kaldırır. Kütle merkezi ile rijitlik merkezinin çakışmadığı, yani burulmanın olduğu durumlarda, burulma etkisi düşey taşıyıcılarda yani perde duvar görevini gören duvarlarda oluşacak kesme kuvvetleri ile karşılanacaktır. Burulma dayanımı, düşey elemanlardaki kesme kuvvetlerinin moment kolları ile çarpılmasının toplamı olduğuna göre moment kolu en büyük olan perdeler burulmada daha etkili olacaktır.

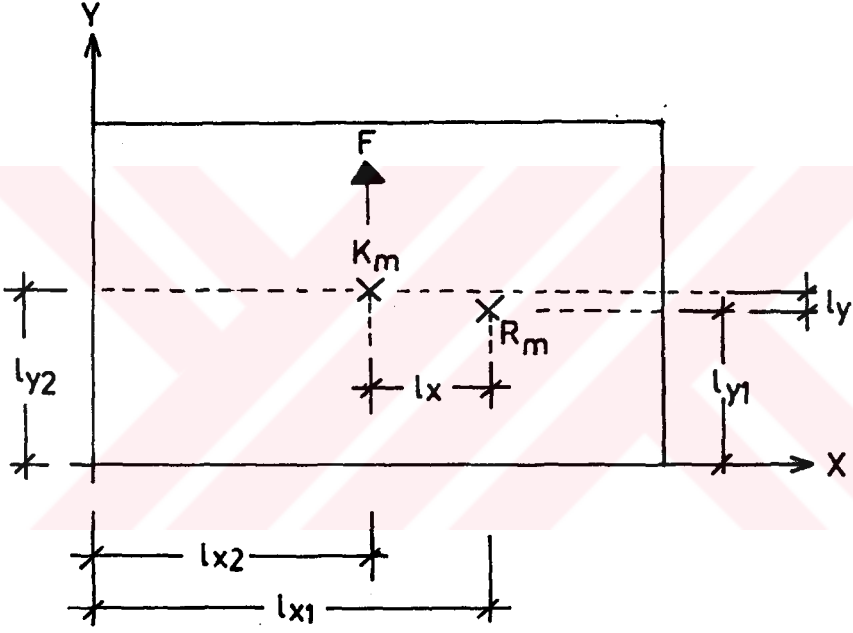
Yapı rijitlik merkezi bulunduktan sonra, rijitlik merkezinden geçen ($x - x$) ve ($y - y$) eksenlerine göre atalet momentleri ve kutupsal atalet momentleri hesaplanır.

Kesit kutupsal atalet momenti;

$$J_{PR} = J_{XR} + J_{YR} \text{ 'dir.} \quad (4.21)$$

Yapıda burulma söz konusu ise;

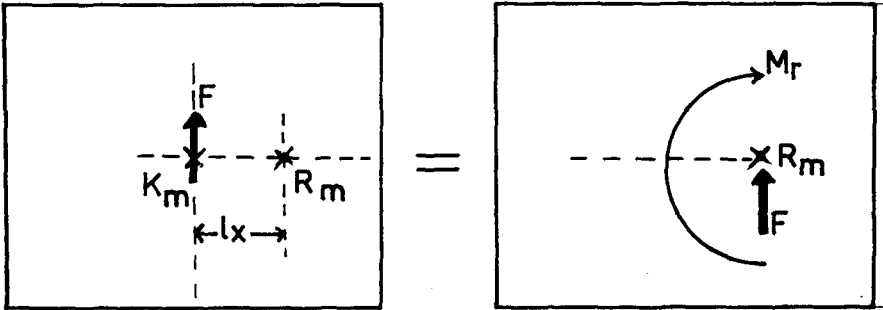
Yapı kütle merkezi koordinatları X_K , Y_K olduğuna göre
(şekil 4.10);



Şekil 4.10

$$l_x = l_{x2} - l_{x1} \quad (4.22)$$

$$l_y = l_{y2} - l_{y1} \quad (4.22)$$



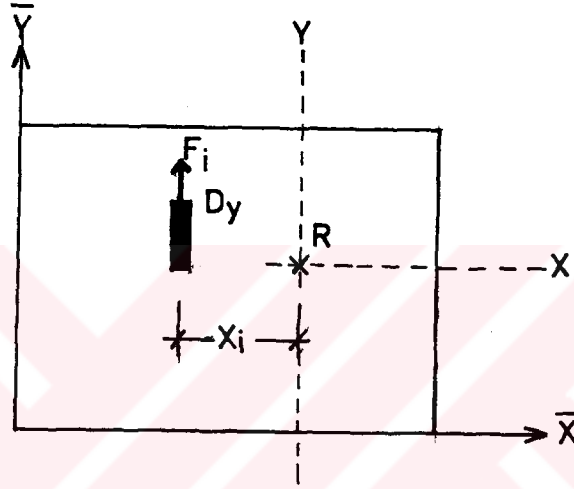
Şekil 4.11

Burulma momenti;

$$M_r = F \cdot l_x \quad (4.23)$$

olacaktır (şekil 4.11).

Şekil 4.12'de görüldüğü gibi burulma momenti etkisi ile duvar parçasına gelen F_1 yatay kuvveti;



Şekil 4.12

$$\frac{M_r}{I_o} = \frac{F_1}{D_y} \quad (4.24)$$

$$\frac{M_r}{X_1} = \frac{F_1}{D_y}$$

$$F_1 = \frac{M_r}{I_o} [D_y \cdot X_1] \quad (4.25)$$

$$F_1 = \frac{F \cdot l_x}{I_o} [D_y \cdot X_1] \quad (4.26)$$

olarak bulunur.

Herbir ekseninde duvar parçalarına gelen kuvvetler, duvarların rölatif rijitlikleri ile orantılı olarak dağılır.

Bu dağıtım sonucunda en fazla yatay kuvvet etkisinde kalan duvar parçasına göre yapının güvenlik sayısı bulunarak yapının depreme karşı güvenlik derecesi elde edilir.

TS 2510 Kargir yönetmeliğine göre kargir elemanlarda $\nabla_{em} = 1.5\text{kg/cm}^2$ olarak alınır.

d = duvar eni,

b = duvar boyu olduğuna göre;

H_d = duvar parçasını çatlatan kuvvet;

$$H_d = \nabla_{em} \cdot d \cdot b \quad (4.27)$$

olur. Deprem katsayısı $c = 0.30$ kabul edilip ,

W = yapı ağırlığı alındığında, F_1 = duvar parçasına gelecek deprem yükü;

$$F_1 = F \frac{l_x}{I_o} [D_y \cdot X_1]$$

Burada;

$$\frac{l_x}{I_o} [D_y \cdot X_1] = a \quad (4.28)$$

alınırsa,

$$F_1 = F \cdot a \quad (4.29)$$

$$F_1 = c \cdot W \cdot a \quad (4.30)$$

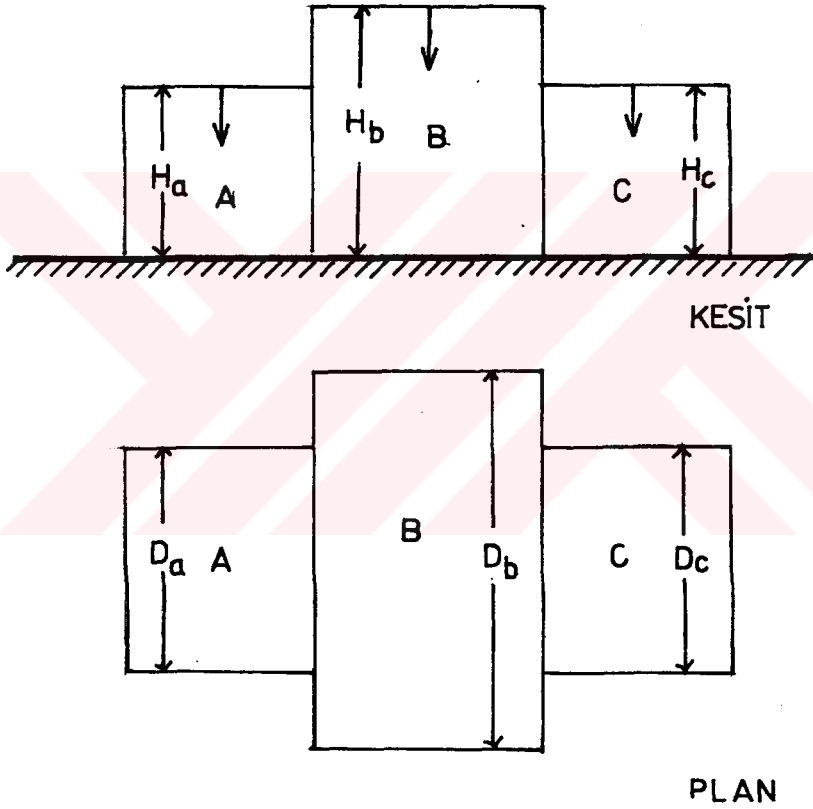
yazılabilir.

Yapının depreme karşı güvenliği ise;

$$G = \frac{H_d}{F_1} \quad (4.31)$$

olarak bulunur. " $G > 1$ " olduğunda, yapı depreme karşı güvenli olarak kabul edilir.

Birçok tarihi yığma yapılarda olduğu gibi hamam yapıları da incelendiğinde plan olarak farklı kalınlıkta duvarların birleşmesi ile oluşturuldukları gözlenir. Bu farklı kütleler, deprem sırasında ayrı ayrı titreşim hareketi yaparlar (şekil 4.13).



Şekil 4.13

Yapı titreşim süresi;

$$T = \frac{0.09 \sqrt{H}}{D} \text{ 'dir.} \quad (4.32)$$

" $T_a = T_b = T_c = 0.15$ sn" olduğu durumlarda yapının rijit yapı davranışını gösterdiği varsayılır.

Tarihi yapıların gerekli "iyileştirme projeleri" bu yapıların depreme karşı dayanıklılığı incelenip, yapı güvenlik derecesi bulunduğundan sonra elde edilen bulgulara göre yapılmalıdır. Bu çalışmada İstanbul'daki Türk hamam yapıları arasından Mahmutpaşa Hamamı, Ayasofya Hamamı, Çemberlitaş Hamamı, Çardaklı Hamamı ve Kılıçalipaşa Hamamı bu doğrultuda incelenmiştir. Bu yapılarda en zayıf duvar parçası bulunup, bu duvar parçasına gelecek yatay deprem kuvveti saptandıktan sonra yapının güvenlik derecesi hesaplanmıştır. Bu hesaplar kitabın ek bölümünde yer almaktadır.

5. İSTANBULDA'KI TÜRK HAMAM YAPILARI ÜZERİNDE DEPREM ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Türkiye yerkürenin en önemli ve aktif deprem kuşağı olan Akdeniz deprem kuşağı üzerinde bulunmaktadır. Sekiz büyük yoğunluk kuşağı bulunan ülkemizde, İstanbul ve yöresi birinci derece deprem bölgesine girmektedir. Yapılan araştırmalara göre, bu yörede büyük hasarlara neden olmuş büyük depremlerin marmara denizindeki fay hatlarından kaynaklandığı gözlenmiştir. Marmara denizinin tektonik yapısından kaynaklanan, İstanbul ve yöresinde olması muhtemel depremlerin olasılık yüzdeleri, deprem şiddetlerine bağlı olarak, ihtimal hesaplarına dayanılarak tablo 5.1'de verilmiştir.

Tablo 5.1

Şiddetler	Yıllık olasılık yüzdeleri	Toplam yıllık olasılık yüzdeleri
4.4 ± 0.2	0.60	0.92
4.9 ± 0.2	0.20	0.32
5.4 ± 0.2	0.03	0.11
5.9 ± 0.2	0.02	0.08
6.4 ± 0.2	0.03	0.06
6.9 ± 0.2	0.02	0.03
7.4 ± 0.2	0.01	0.01

Istanbul'da yıkıcı olan en büyük iki deprem 1894 ve 1912 depremleridir. 1894 yılında, meydana gelen, şiddeti 9 olan depremin merkezinin uzaklığı İstanbul'a yakın olup özellikle, tarihi yapılarda hasarlar oluşturmuştur. Bu bölümde yapılan çalışmada İstanbul'daki Türk hamam yapılarından; Mahmutpaşa hamamı, Ayasofya hamamı, Kılıçalipaşa hamamı, Çemberlitaş hamamı örnek olarak alınmış, bu yapıların depreme karşı güvenlikleri incelenmiştir.

5.1. ÇARDAKLI HAMAMI

Küçük Ayasofya'da Mahmutpaşa cami civarında bulunmaktadır. Beyazıt tarafından 1504 yılında yaptırılmıştır. Hamam, erkek ve kadın bölümleri olmak üzere çift hamam olarak tasarlanmıştır. Erkekler bölümünde soyunma kısmı seki ve sedirlerle çevrilmiştir. Bu kısımda duvarlardan yukarı baklava kabartmalı bir frizle kubbeye geçilir. Soğukluk bölümüne geçildiğinde, bölümün sağ tarafında usturalık ve sol tarafında bir kemerle ayrılmış simetrik bir bölüm vardır. Yine mihrap üzerindeki bir kapıdan dört eyvanlı iki halvetli sıcaklık bölümüne geçilir. Kadınlar bölümünün ebatları erkekler bölümüne oranla daha küçük tutulmuştur. Kadınlar bölümünde de soyunmalık bölümünden sonra soğukluk bölümüne geçilir. Bu bölümün sağ ve sol taraflarından halvet hücrelerinin bulunduğu iki küçük mekan yer alır. Bu bölümden yedi köşe ve yedi eyvanla tertip edilmiş asıl sıcaklık bölümüne geçilir. Bu bölümün orta yerinde yedi köşeli bir

göbektası vardır. Yapının duvarları taş ve tuğla karışımı ile örülmüştür.

Bu çalışmadan, matematiksel yolla yapılan analizde yapıya gelen deprem yükü bulunmuş, bu yük duvarlara rijitleri ile orantılı olarak dağıtılmıştır.

Yapı ağırlığı;

$$W = 1780\text{ton}$$

Yapıya gelen deprem yükü;

$$F = 534\text{ton 'dur.}$$

Yapının kütle merkezi koordinatları;

$$x = 11\text{m} , y = 9.6\text{m}$$

Rijitlik merkezi koordinatları;

$$x = 14.75\text{m} , y = 10.50\text{m 'dir.}$$

Burulma momenti etkisi ile, en fazla yatay kuvvet etkisinde kalan (y-y) doğrultusundaki duvar parçasına gelen deprem yükü;

$$F_1 = 176.3\text{ton 'dur.}$$

Yapının depreme karşı güvenlik sayısı ise;

$$G = 0.9 < 1 \text{ 'dir.}$$

Çardaklı hamamı incelendiğinde plan olarak farklı iki kütlelerin birleşiminden oluştuğu görülür. Bu farklı kütleler deprem sırasında ayrı ayrı titreşim hareketi yaparlar. Bu kütlelerin titreşim periyotları;

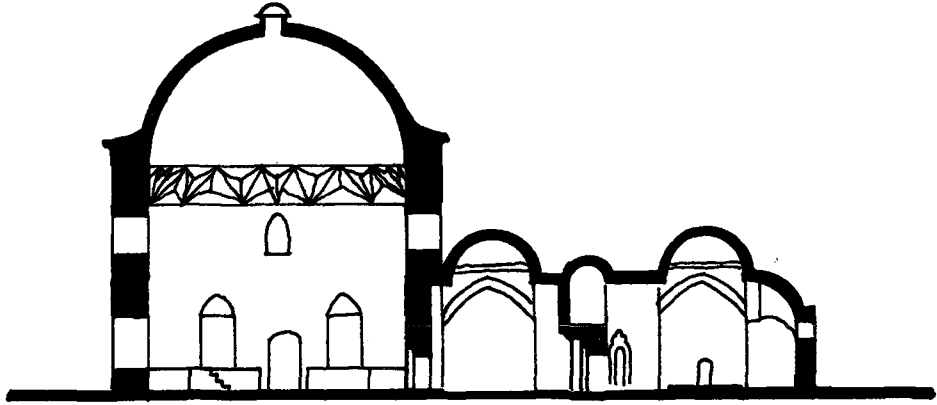
$$T_1 = 0.012\text{sn}$$

$$T_2 = 0.012\text{sn} \quad \text{'dir.}$$

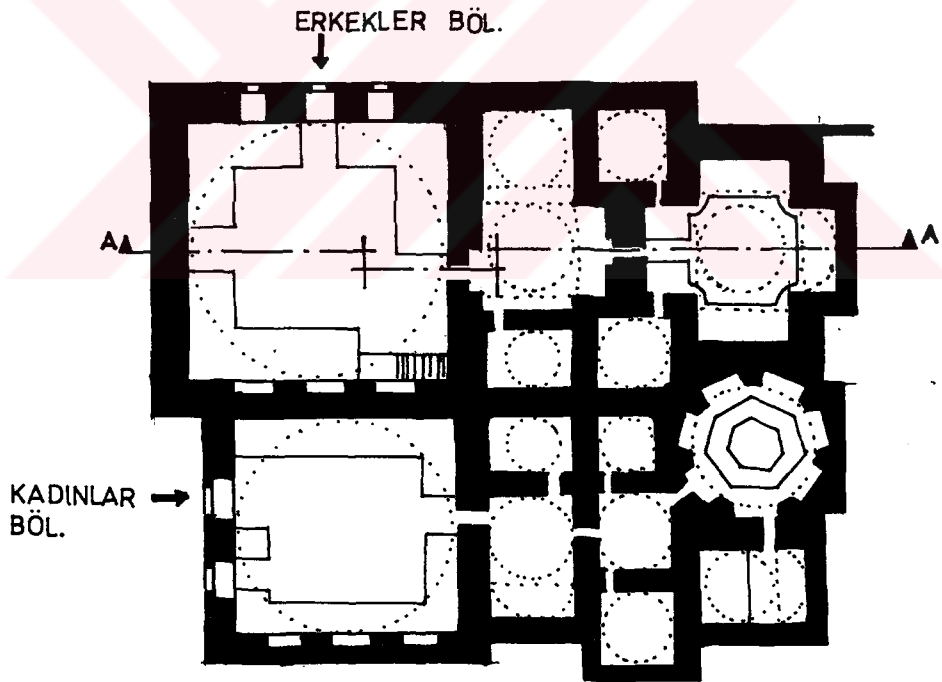
$T_1 = T_2 = 0.012 < 0.15\text{sn}$ olduğundan Çardaklı Hamamı'nın rijit bir yapı davranışını gösterdiği varsayılabilir.



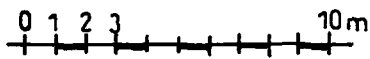
Resim 5.1. Çardaklı Hamamı



A-A KESİTİ



PLAN



Şekil 5.1 Çardaklı Hamamı

5.2. AYASOFYA HAMAMI

Sultanahmet meydanında, Ayasofya Caminin karşısında meydanın deniz tarafı kenarındaki çift hamamdır. Kanuni Sultan Süleyman tarafından 1553'de Mimar Sinan'a yaptırılmıştır. Erkek ve kadın bölümleri aynı büyüklükte tertip edilmiştir. Plan itibarıyla her iki bölümde simetrik tasarlanmıştır. Soyunmalık bölümlerinin dört tarafı yüksek sekilerle çevrilmiş ve üzerleri ahşap sedirlerle döşenmiştir. Kadınlar tarafında iki sıra, erkekler tarafında ise üç sıra pencere açılmıştır. Pencerelerin üzerleri tuğladan örülmüş sivri kemerlerle geçilmiştir. Planda kare dört köşe hacimden kemerlerle sekiz köşeye geçilmiştir. Bu kemerler murabbanın ortalarında aynı genişlikte tekrar edilmiştir. Köşe kemerlerde tonoz bingiler vardır. Kaidelerin alt kısımlarında ise stalaktitler bulunmaktadır.

Erkekler kısmının soyunmalık bölümü önünde sütunlu bir revak bulunur. Binanın köşelerine gayet keskin olarak kesme taştan çıkarılmış, köşelere beş sıra bindirilmiş tuğla ile kornişler işlenmiştir. Bu kornişler kubbeyi taşıyan on iki köşeli tamburun kenarlarına kadar devam etmektedir. Ayasofya Hamamı'nın depreme karşı dayanıklılığına ilişkin matematiksel analize göre şu sonuçlar elde edilmiştir:

Yapı ağırlığı;

$$W = 9679.5\text{ton}$$

Yapıya gelen deprem yükü;

$$F = 2903.9\text{ton}$$

Yapının kütle merkezi koordinatları;

$$x = 37.5\text{m} , y = 10.5\text{m}$$

Rijitlik merkezi koordinatları;

$$x = 38\text{m} , y = 10.5\text{cm}$$

Yapının kütle merkezi koordinatı ile rijitlik merkezi koordinatları çakıştığı varsayılarak, yapıda burulma momenti etkisinin oluşmayacağı söylenebilir.

Yapının depreme karşı güvenlik sayısı;

$$G = 1'\text{dir.}$$

Ayasofya Hamamı incelendiğinde plan olarak farklı dört kütlede oluşturulduğu görülür. Bu farklı kütleler deprem sırasında farklı farklı titreşim hareketi yaparlar. Bu kütlelerin titreşim periyodları;

$$T_1 = 0.021\text{sn}$$

$$T_2 = 0.012\text{sn}$$

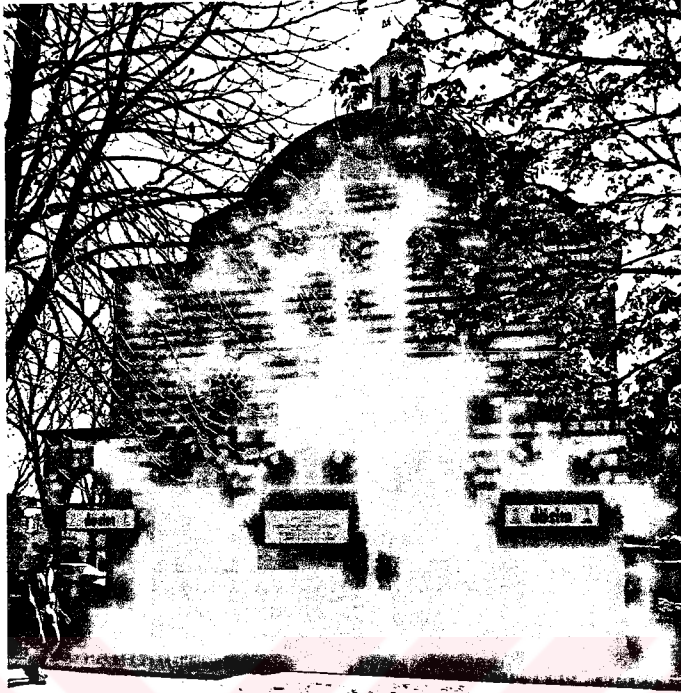
$$T_3 = 0.021\text{sn}$$

$$T_4 = 0.012\text{sn} \quad '\text{dir.}$$

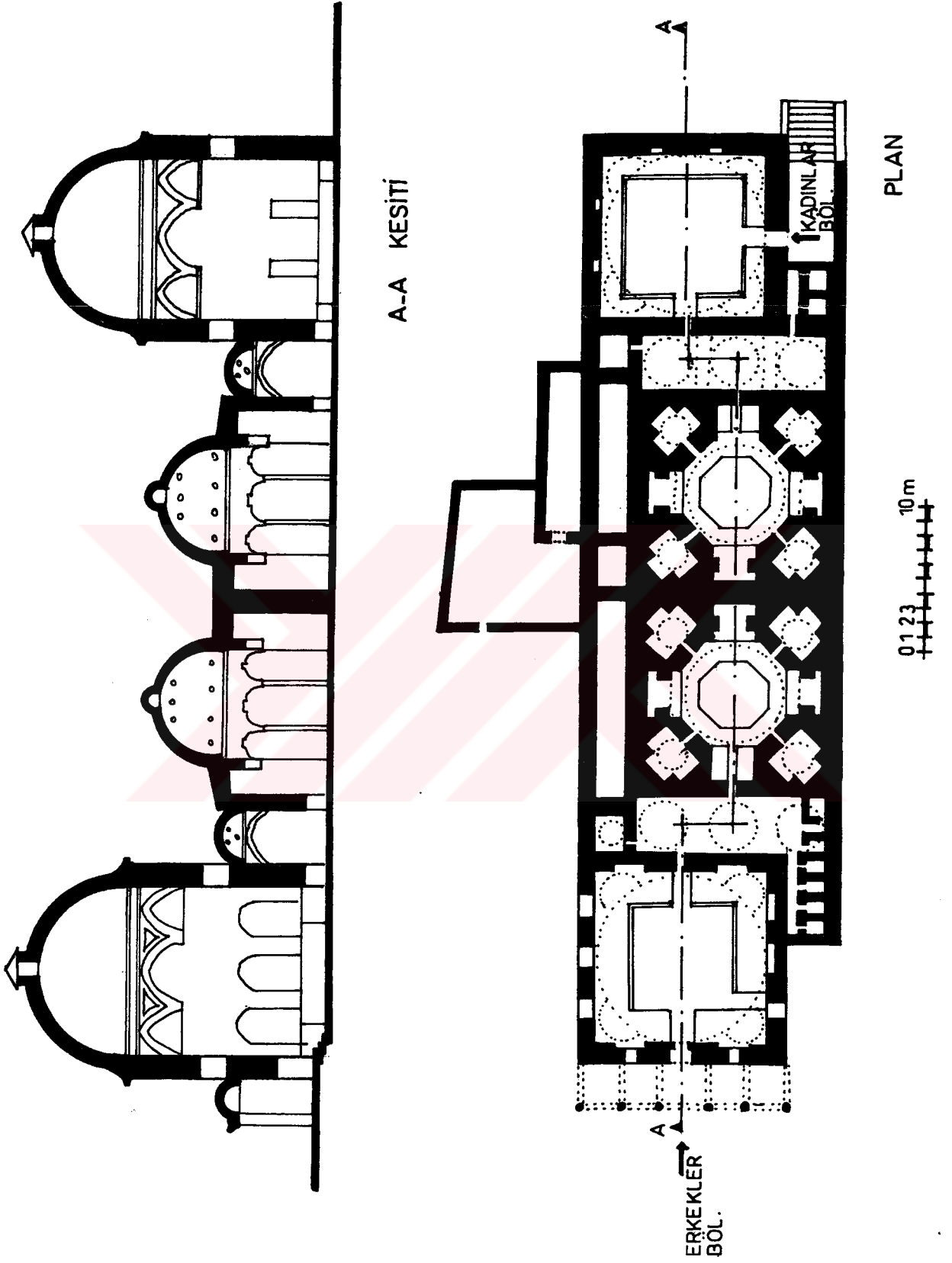
$$T_1 = T_3 = 0.021\text{sn} < 0.15\text{sn}$$

$$T_2 = T_4 = 0.012\text{sn} < 0.15\text{sn}$$

olduğundan Ayasofya Hamamı'nın rijit bir yapı davranışını gösterdiği varsayılabilir.



Şesim 5.2. Ayasofya Hamamı



Şekil 5.2. Ayasofya Hamamı

5.3. MAHMUTPAŞA HAMAMI

Eminönün'de Mahmutpaşa yolu üzerinde sağ kolda bulunan tek bölümlü bir hamam yapısıdır. Mahmutpaşa tarafından 1466 yılında yaptırılmıştır. Giriş kapısı sivri bir kemerle oluşturulmuş, stalaktik sıralar ile çevrelenmiştir. Soyunma bölümü ise yarım kubbe ile örtülmüştür. Kubbe 200cm. kalınlığında taşıyıcı duvarlara oturmaktadır. Soğukluk bölümüne geçildiğinde duvar köşelerine yerleştirilen tromplarla murabbadan sekiz köşeye geçildiği ve bunun üzerine kubbe yerleştirildiği görülür. Soğukluğun sağındaki ve solundaki eyvanların üzeri iki kademeli çatılarla düzenlenmiş kubbe şeklindedir. Esas mihrap üzerindeki kapıdan sıcaklığa geçilir. Bu mekanın ortası sekiz köşeli bir poligon şeklindedir. Sağ ve sol kısımlardan ikişer halvete geçilir. Bu içerlik kısımlar nervürlü kubbelerle örtülmüştür.

Bu çalışmada, matematiksel yolla yapılan analizde yapıya gelen deprem yükü bulunmuş, bu yük duvarlara rijitleri ile orantılı olarak dağıtılmıştır. En fazla yatay kuvvet etkisinde kalan duvar parçasına göre yapının güvenlik sayısı bulunarak yapının depreme karşı güvenlik derecesi elde edilmiştir.

Yapı ağırlığı;

$$W = 7005\text{ton}$$

Yapıya gelen deprem yükü;

$$F = 2101.5\text{ton} \text{ 'dur.}$$

Yapının kütle merkezi koordinatları;

$$x = 26.4\text{m} , y = 10.5\text{m}$$

Rijitlik merkezi koordinatları;

$$x = 17.3\text{m} , y = 10.5\text{m} \text{ 'dir.}$$

Burulma momenti etkisi ile, en fazla yatay kuvvet etkisinde kalan (y-y) doğrultusundaki duvar parçasına gelen deprem yükü;

$$F_1 = 714.5\text{ton} \text{ 'dur.}$$

Yapının depreme karşı güvenlik sayısı ise;

$$G = 0.35 < 1 \text{ 'dir.}$$

Mahmutpaşa Hamamı incelendiğinde plan olarak farklı üç kütlelerin birleşiminde olduğu görülür. Bu farklı kütleler deprem sırasında ayrı ayrı titreşim hareketi yaparlar.

Bu kütlelerin titreşim periyotları;

$$T_1 = 0.012 \text{ sn.}$$

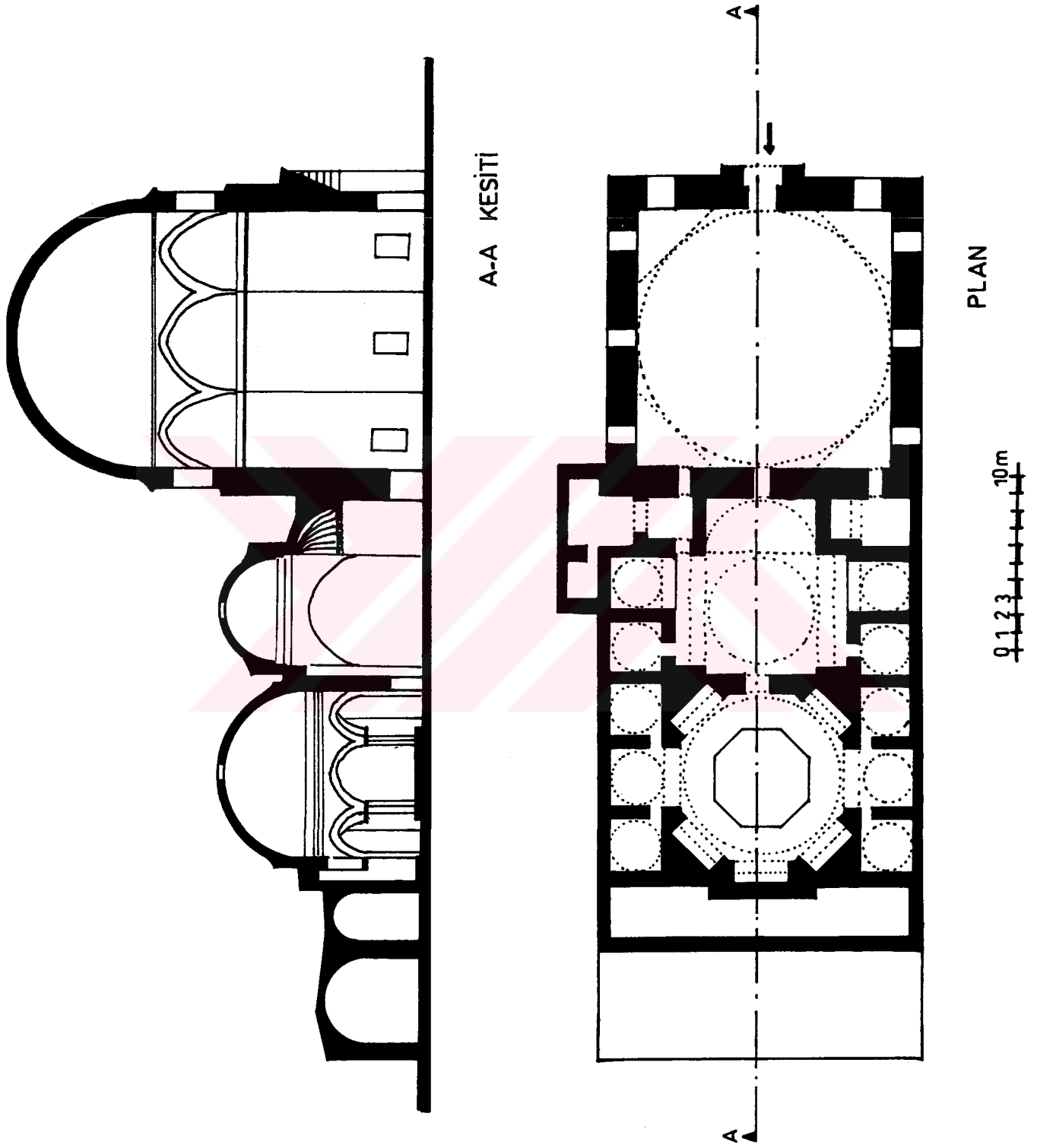
$$T_2 = 0.016 \text{ sn.}$$

$$T_3 = 0.013 \text{ sn.} \text{ 'dir.}$$

$T_1, T_2, T_3 < 0.15 \text{ sn.}$ olduğundan Mahmutpaşa Hamamının rijit bir yapı davranışı gösterdiği varsayılmaktadır.



Resim 5.3 Mahmutpaşa Hamamı



Şekil 5.3. Mahmutpaşa Hamamı

5.4. ÇEMBERLİTAŞ HAMAMI

Çemberlitaş Hamamı, Çemberlitaş meydanında bulunmaktadır. Sultan III. Murat zamanında inşa edilmiştir. Hamam erkek ve kadın bölümlerinden oluşur. Kadınlar kısmı soyunma bölümü köşesi yol yapımı nedeniyle yıkılmış ve köşe kapatılmıştır. Erkekler kısmı, soyunmalık bölümü köşelerine yerleştirilen tonoz bingiler (tromplar) vasıtası ile dört köşe plan sekiz köşeye dönüştürülmüş ve üzerine kubbe oturtulmuştur. Soyunmalıktan iki kubbeli bir soğukluğa geçilir. Soğukluk bölümünden sıcaklık bölümüne geçildiğinde sıcaklık bölümü kubbesinin on iki köşeli poligon üzerine oturduğu görülmektedir. Kadınlar tarafı planı da aynı şekilde tertip edilmiştir.

Bu çalışmada matematiksel yolla yapılan analizde yapıya gelen deprem yükü bulunup, bu yük duvarlara rijitleri ile orantılı olarak dağıtılmıştır.

Yapı ağırlığı;

$$W = 4111.65\text{ton}$$

Yapıya gelen deprem yükü;

$$F = 1233.6\text{ton 'dur.}$$

Yapının kütle merkezi koordinatları;

$$x = 12.3\text{m} , y = 17.9\text{m}$$

Rijitlik merkezi koordinatları;

$$x = 13.5m , y = 17.4m \text{ 'dir.}$$

Burulma momenti etkisi ile en fazla yatay kuvvet etkisinde kalan (y-y) doğrultusundaki duvar parçasına gelen deprem yükü;

$$F_1 = 419.5\text{ton'dur.}$$

Yapının depreme karşı güvenlik sayısı ise;

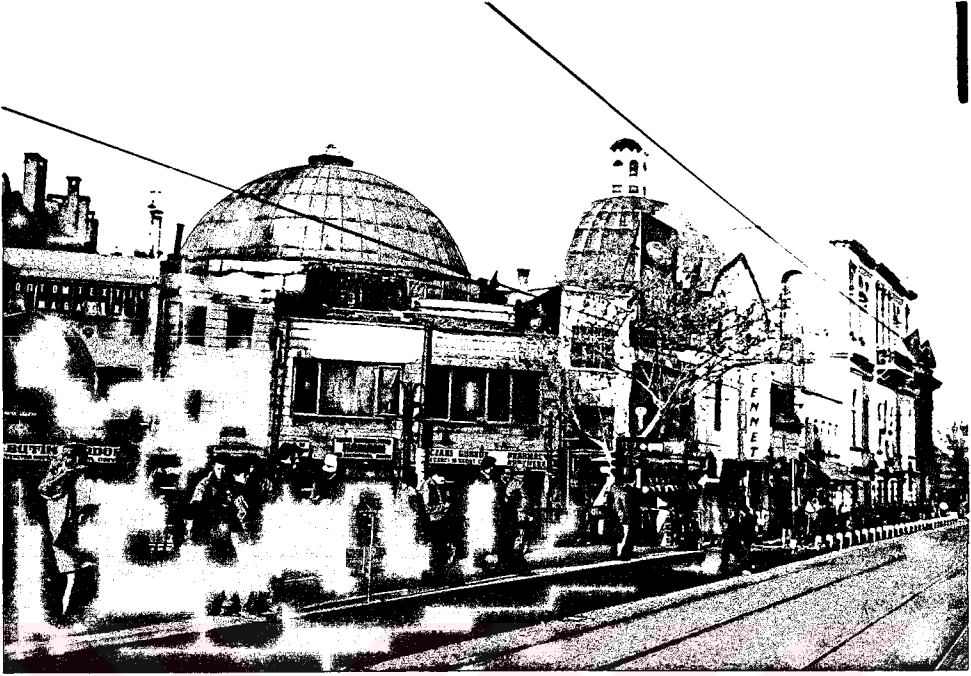
$$G = 1.2 > 1 \text{ 'dir.}$$

Çemberlitaş Hamamı incelendiğinde plan olarak farklı iki kütlede oluştuğu görülür. Bu kütlelerin titreşim periyodları;

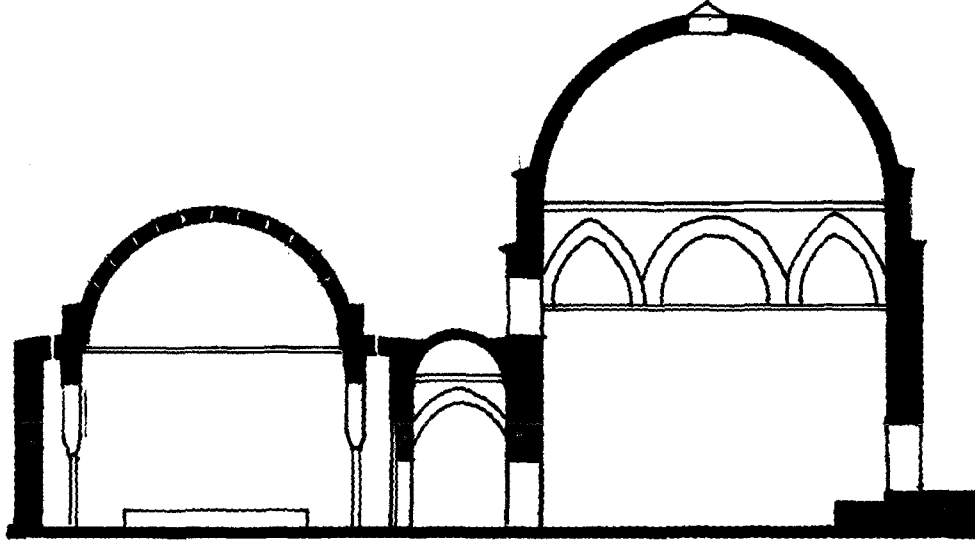
$$T_1 = 0.02\text{sn} < T = 0.15\text{sn}$$

$$T_2 = 0.025\text{sn} < T = 0.15\text{sn}$$

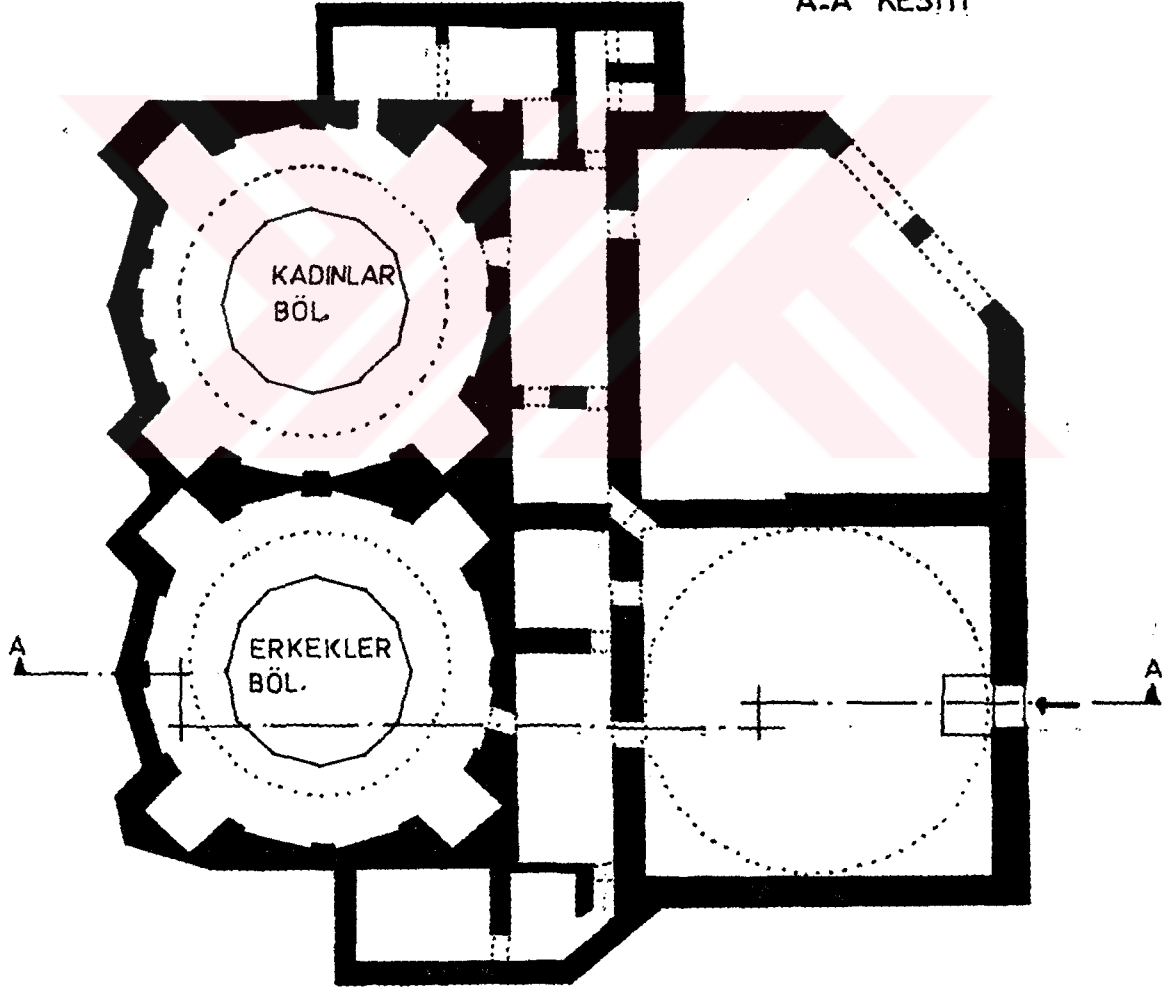
olduğundan Çemberlitaş Hamamının rijit bir yapı davranışını gösterdiği varsayılabilir.



Resim 5.4. Çemberlitaş Hamamı



A-A KESİTİ



0 1 2 3 10m PLAN

Şekil 5.4. Çemberlitaş Hamamı

5.5. KILIÇALIPAŞA HAMAMI

Tophane meydanında Kılıçalipaşa Cami yanında bulunmaktadır. 1530 yılında Kaptan Alipaşa tarafından Mimar Sinan'a yaptırılmıştır. Yapıda simetrik bir düzen göze çarpmaktadır. İncelenilen hamam örneklerinde soyunmalıktan soğukluğa bir giriş ile geçildiği halde, bu hamamda iç hamama iki taraflı geçiş vardır. Soğuklukların karşısındaki iki hücreden planda altı köşeli olan sıcaklığa girilir. Sıcaklık bölümü kubbesi altı kemer üzerine oturmaktadır. Kubbenin ortasına büyük bir tepe penceresi açılmış, bundan başka etrafına da küçük fil gözleri yerleştirilmiştir.

Bu çalışmada, matematiksel yöntemle yapılan analize göre aşağıdaki sonuçlar elde edilir:

Yapı ağırlığı;

$$W = 4253.5\text{ton}$$

Yapıya gelen deprem yükü;

$$F = 1276\text{ton 'dur.}$$

Yapının kütle merkezi koordinatları;

$$x = 15.8\text{m} , y = 12.3\text{m}$$

Rijitlik merkezi koordinatları;

$$x = 9.5\text{m} , y = 12.6\text{m 'dir.}$$

Burulma momenti etksi ile en fazla yatay kuvvet etkisinde kalan (y-y) eksenindeki duvar parçasına gelen deprem yükü;

$$F_1 = 370\text{ton 'dur.}$$

Yapının depreme karşı güvenlik sayısı ise;

$$G = 1.2 > 1 \text{ 'dir.}$$

Kılıçalıpaşa Hamamı incelendiğinde plan olarak iki farklı kütleden oluştuğu için, bu kütlelerin titreşim periyodları farklı olur:

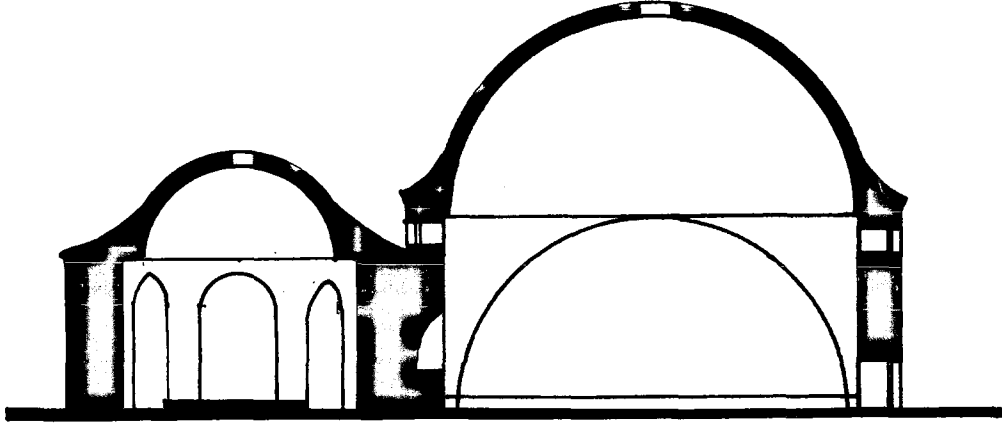
$$T_1 = 0.012 < T = 0.15 \text{ sn.}$$

$$T_2 = 0.019 < T = 0.15 \text{ sn.}$$

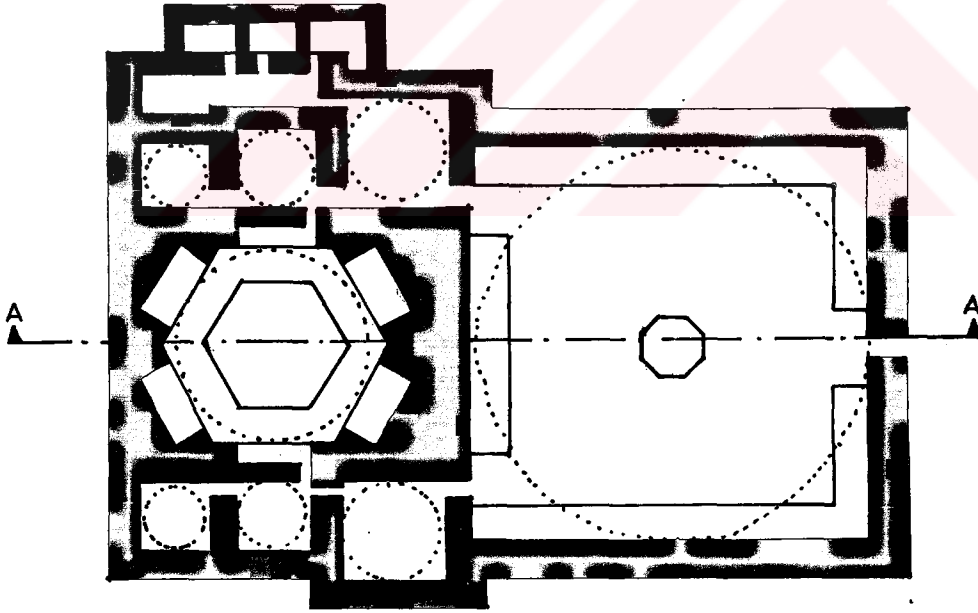
olduğundan Kılıçalıpaşa Hamamının rijit bir yapı davranışı gösterdiği varsayılabilir.



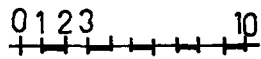
Resim 5.5. Kılıçalıpaşa Hamamı



A-A KESİTİ



PLAN



Şekil 5.5 Kılıçalıpaşa Hamamı

6. SONUÇ

Geleneksel yapılar çok kısa periyotlu yapılar olduklarından yer hareketleri bu kısa periyotlu bileşenlerde çok büyük genlikli ivmeler oluşturur. Böylelikle, yapılar büyük yatay kuvvetler tarafından zorlanır. Mekan örtü elemanları aracılığı ile iletilen deprem kuvvetlerinin duvarlara duvar rijitlikleri ile doğru orantılı olarak dağıldığı varsayılır.

Bu çalışmada öncelikle geleneksel kargir yapıların eşdeğer yatay kuvvetler altında gösterdikleri davranışlar incelenmiş, İstanbul'da örnek olarak seçilen Türk Hamam yapılarının depreme karşı güvenlikleri analitik yolla bulunmuştur. Seçilen hamam yapıları: Cardaklı, Ayasofya, Mahmutpaşa, Çemberlitaş ve Kılıçalipaşa Hamamlarıdır. Analizlerde, bu yapılara gelebilecek en büyük deprem kuvvetleri bulunmuş, depremden gelen yatay kuvvetin en etkili olduğu duvar parçası ele alınarak bu parçaya gelen maksimum etki hesaplanmıştır. Bu etkiye göre, duvar parçasının taşıyabileceği kayma kuvveti ile maksimum deprem kuvveti karşılaştırılarak yapının güvenliğine ait somut bir katsayı bulunmuştur. Seçilen bu yapıların muhtemel bir depreme karşı deprem riskleri güvenlik sayılarına göre belirlenmiştir. Çizelge 6.1'de, incelenen hamam yapılarına ait sonuçlar verilmiştir. Çizelge 6.2'de ise bu yapıların güvenlik sayılarına göre, deprem açısından riskli yapılar olup olmadığı belirlenmiştir.

Y A P I	YAPI UZUNLUĞU	YAPI AĞIRLIĞI	GELEN DEPREM YÜKÜ	RİJİTLİK MERKEZİ KOOR.	AĐIRLIK MERKEZİ KOOR.	EN FAZLA ETKİLENEN DUVAR PAR. GELEN DEPREM YÜKÜ
	(L x d)	W(ton)	F(ton)	(x;y)	(x;y)	F(ton)
ÇARDAKLI HANAMI	26.6 x 20.85	1780	534	(14.75;10.5)	(11;9.6)	176.3
AYASOFYA HANAMI	75.35 x 21	9679.5	2903.9	(38;10.5)	(37.5;10.5)	551.7
MAHMUTPAŞA HANAMI	43.6 x 21	7005	2101.5	(17.3;10.5)	(26.4;10.5)	714.5
ÇEMBERLİTAŞ HANAMI	34.1 x 35.4	4111.65	1233.6	(13.5;17.4)	(12.3;17.9)	419.5
KILIÇALIPAŞA HANAMI	26.1 x 33.9	4253.5	1276	(9.5;12.6)	(15.8;12.3)	370

ÇİZELGE 6.1.

Y A P I	YAPI GÜVENLİK SAYISI
ÇARDAKLI HAMAMI	$G = 0.9 < 1$
AYASOFYA HAMAMI	$G = 1$
MAHMUTPAŞA HAMAMI	$G = 0.35 < 1$
ÇEMBERLİTAŞ HAMAMI	$G = 1.2 > 1$
KILIÇALIPAŞA HAMAMI	$G = 1.2 > 1$

Çizelge 6.2.

Buna göre Çardaklı ve Mahmutpaşa Hamamlarının depreme karşı riskli; Ayasofya, Çemberlitaş ve Kılıçalipaşa Hamamlarının depreme karşı güvenli yapılar olduğu görülmektedir.

Güvenlik sayısı " $G < 1$ " olan yapılar, gelecekte deprem sırasında hasar görmemeleri için sağlamlaştırılmalıdırlar. Tarihi yığma yapılarda herhangi bir restorasyon çalışması yapılırken bu durum dikkate alınmalıdır.

KAYNAKLAR

- 1 – Adıvar, A., 1977. İslam ansiklopedisi, 53 A.B.C. cüz., M.E.B yayınları, İstanbul: 99 – 1214.
- 2 – Afet bölgelerinde yapılacak yapılar hakkında yönetmelik, T.M.M.O.B. İnşaat Müh. Odası İstanbul Şubesi, İstanbul: 15 – 20.
- 3 – Aru, K., 1949. Türk Hamamları Etüdü, İstanbul matbaası, İstanbul: 9 – 111.
- 4 – Ayverdi, E.H, 1974. Osmanlı mimarisinde Fatih devri Baha matbaası, İstanbul: 590 – 611.
- 5 – Bayülke, N., 1992. Yığıma yapılar, Ankara: 5 – 19.
- 6 – Çamlıbel, N., 1988. Sinan mimarlığında strüktürün analitik incelenmesi, Yıldız Üniversitesi Mimarlık Fakültesi yayınları, İstanbul: 103 – 112.
- 7 – Çamlıbel, N., 1992. İstanbul'daki tarihi yapıların depreme karşı dayanıklılığının araştırılmasına ilişkin bir sistem araştırması, Yıldız Üniversitesi Mimarlık Fakültesi yayınları, İstanbul: 1 – 20.
- 8 – Çamlıbel, N., 1994. Depreme dayanıklı yapıların tasarım ilkeleri, Y.T.Ü Mimarlık Fakültesi yayınları, İstanbul: 1 – 26 , 126 – 143.
- 9 – Hochschule für architektur und bauwesen, Weimar, Regeln für monolithischen stahlbau unter seismischen beanspruchung – katalog (RKB / ID-311).
- 10 – Türk Standartları Enstitüsü, 1977. Kargir duvarlar hesap ve yapım kuralları, Ankara: 5 – 19.

- 11 – 2. Ulusal deprem mühendisliği konferansı, 1993.
T.M.M.O.B. İnşaat Müh. Odası İstanbul Şubesi Deprem
Mühendisliği Türkiye Milli Komitesi İ.T.Ü. Yapı Ve
Deprem Uygulama Araştırma Merkezi, İstanbul: 224 – 258.
- 12 – Yapı dergisi, Temmuz 1986. Deprem paneli, sayı 68.



REFERANSLAR

- 1 – Aru, K., 1949. Türk Hamamları Etüdü, İstanbul matbaası, İstanbul: 9 – 111.
- 2 – Türk Standartları Enstitüsü, 1977. Kargir duvarlar hesap ve yapım kuralları, Ankara: 5 – 19.
- 3 – Bayülke, N., 1992. Yığma yapılar, Ankara: 5 – 19.
- 4 – Çamlıbel, N., 1992. İstanbul'daki tarihi yapıların depreme karşı dayanıklılığının araştırılmasına ilişkin bir sistem araştırması, Yıldız Üniversitesi Mimarlık Fakültesi yayınları, İstanbul: 1 – 20.
- 5 – Çamlıbel, N., 1994. Depreme dayanıklı yapıların tasarım ilkeleri, Y.T.Ü Mimarlık Fakültesi yayınları, İstanbul: 1 – 26 , 126 – 143.

EK. SEÇİLEN ÖRNEK HAMAM YAPILARINA AİT MATEMATİKSEL DEPREM
ANALİZLERİ

E.1. ÇARDAKLI HAMAMI MATEMATİKSEL DEPREM ANALİZİ

Yapı ağırlığı;

$$\Sigma W_i = 1780 \text{ ton}$$

Yapıya gelen deprem yükü;

$$F = 534 \text{ ton}$$

"y_y" eksenini yönünde toplam perde duvar rijitlikleri;

$$\Sigma D_{y_i} = 12.29$$

Rölatif rijitlikler;

$$r_a = 0.095$$

$$r_b = 0.069$$

$$r_c = 0.170$$

$$r_d = 0.040$$

$$r_e = 0.130$$

$$r_f = 0.079$$

$$r_g = 0.050$$

$$r_h = 0.150$$

$$r_i = 0.040$$

$$r_j = 0.040$$

$$r_k = 0.042$$

$$r_l = 0.045$$

$$r_m = 0.045$$

$$\Sigma r_{y_i} = 100$$

"X-X" eksenini yönünde toplam perde duvar rijitlikleri;

$$\Sigma D_{x1} = 13.16$$

Rölatif rijitlikler;

$$r_1 = 0.040$$

$$r_2 = 0.061$$

$$r_3 = 0.046$$

$$r_4 = 0.046$$

$$r_5 = 0.040$$

$$r_6 = 0.070$$

$$r_7 = 0.080$$

$$r_8 = 0.160$$

$$r_9 = 0.011$$

$$r_{10} = 0.064$$

$$r_{11} = 0.045$$

$$r_{12} = 0.040$$

$$r_{13} = 0.020$$

$$r_{14} = 0.040$$

$$r_{15} = 0.020$$

$$r_{16} = 0.067$$

$$r_{17} = 0.160$$

$$\Sigma r_{xi} = 1.013$$

Rijitlik merkezi (R_m) koordinatları;

$$X_R = 14.75m , y_R = 10.5m$$

Rijitlik merkezinden geçen (X-X) ve (y-y) eksenlerine göre atalet momentleri ve kutupsal atalet momenti;

$$J_{XR} = 586.5$$

$$J_{YR} = 687.35$$

Kesit kutupsal atalet momenti;

$$J_{PR} = 1273.85$$

Yapının kütle merkezi (K_m) koordinatları;

$$X_K = 11m, y_K = 9.6m$$

Rijitlik merkezi ve kütle merkezi arasındaki fark;

$$l_x = 3.75m$$

$$l_y = 0.9m$$

Burulma momenti;

$$M_r = 3.75F$$

Yapıya (y-y) eksenini doğrultusunda gelen toplam yükler;

Aks	Yatay kuvvetler	Burulmadan oluşan kuvvetler	Toplam
1	0.095F	0.010F	0.195F
2	0.070F	0.070F	0.140F
3	0.017F	0.050F	0.220F
4	0.170F	0.002F	0.172F
5	0.079F	0.010F	0.089F
6	0.200F	0.060F	0.026F
7	0.120F	0.075F	0.195F
8	0.045F	0.030F	0.075F
9	0.045F	0.030F	0.075F

Her bir aks içindeki duvar parçalarına gelen kuvvetler, duvarların rölatif rijitlikleri ile orantılı olarak dağılır.

1 aksı	_____	a_	0.195F
2 aksı	_____	b_	0.140F
3 aksı	_____	c_	0.220F
4 aksı	_____	d_	0.042F
		e_	0.130F

5 aksı	_____	f_	0.089F
6 aksı	_____	g_	0.100F
		h_	0.330F
7 aksı	_____	i_	0.064F
		j_	0.064F
		k_	0.066F
8 aksı	_____	l_	0.075F
9 aksı	_____	m_	0.075F

Yapıya (X-X) eksenini doğrultusunda gelen toplam kuvvetler;

Aks	Yatay kuvvetler	Burulmadan oluşan kuvvetler	Toplam
A	0.040F	0.0085F	0.0485F
B	0.060F	0.0014F	0.0614F
C	0.090F	0.0038F	0.0938F
D	0.040F	0.0030F	0.0430F
E	0.070F	0.0080F	0.0780F
F	0.080F	0.0120F	0.0920F
G	0.170F	0.0360F	0.2060F
H	0.064F	0.0160F	0.0800F
I	0.045F	0.0120F	0.0570F
J	0.060F	0.0170F	0.0750F
K	0.060F	0.0230F	0.0830F
L	0.067F	0.0280F	0.0950F
M	0.160F	0.0710F	0.2310F

Her bir aks içindeki duvar parçalarına gelen kuvvetler, duvarların rölatif rijitlikleri ile orantılı olarak dağılır.

A aksı	_____	1_	0.0485F
B aksı	_____	2_	0.0614F
C aksı	_____	3_	0.0469F
		4_	0.0469F
D aksı	_____	5_	0.0430F
E aksı	_____	6_	0.0780F
F aksı	_____	7_	0.0920F
G aksı	_____	8_	0.190F
		9_	0.013F
H aksı	_____	10_	0.080F
I aksı	_____	11_	0.057F
J aksı	_____	12_	0.050F
		13_	0.026F
K aksı	_____	14_	0.050F
		15_	0.026F
L aksı	_____	16_	0.095F
M aksı	_____	17_	0.310F

Çardaklı Hamamı, matematiksel hesaplarının sonucuna göre; en fazla kuvvet etkisinde kalan duvar parçası "y-y" ekseninde 6 aksında bulunan "h" duvar parçasıdır. Bu duvara gelen toplam yük ise;

$$F_1 = 0.33F \text{ 'dir.}$$

Bu duvar parçasını çatlatan kuvvet;

$$F_d = 159.6\text{ton}$$

Bu duvar parçasına gelebilecek deprem yükü;

$$F_1 = 176.3\text{ton}$$

Yapının depreme karşı güvenlik sayısı;

$$G_n = 0.9 < 1$$

olduğundan yapı depreme karşı güvenli sayılmaz.

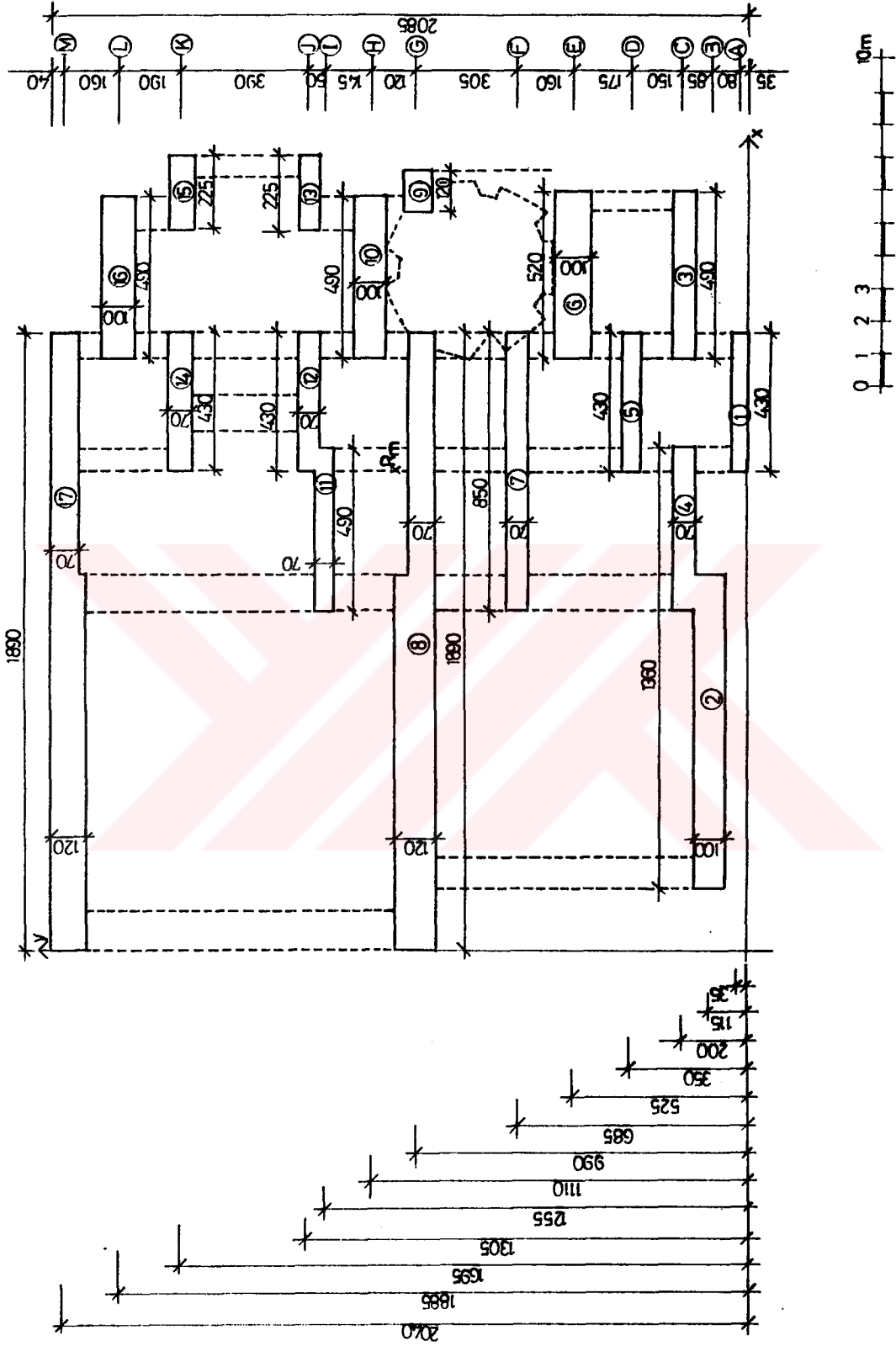
Yapı kütle titreşim periyodları;

$$T_1 = 0.012\text{sn}$$

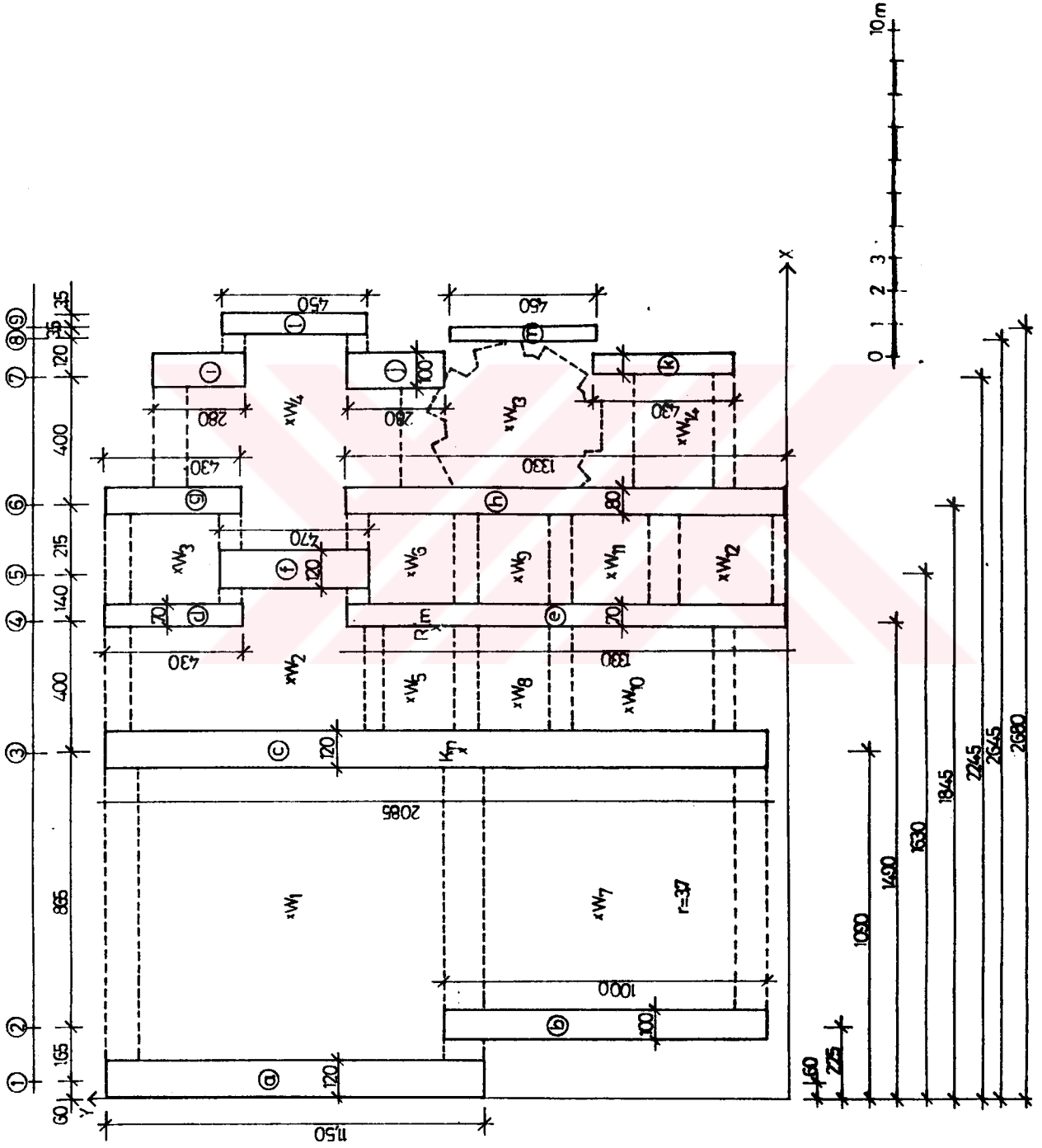
$$T_2 = 0.012\text{sn}$$

$$T_1 = T_2 = 0.012\text{sn} < T = 0.15\text{sn}$$

olduğundan; Çardaklı Hamamı rijit bir yapı davranışını gösterir.



Sekil E.1. Çardaklı Hamamı X-X eksenini doğrultusunda duvarlar



Şekil E.2. Çardaklı Hamamı Y-Y eksenini doğrultusunda duvarlar

E.2. AYASOFYA HAMAMI MATEMATİKSEL DEPREM ANALİZİ

Yapı ağırlığı;

$$\Sigma W_i = 9679.5 \text{ ton}$$

Yapıya gelen deprem yükü;

$$F = 2903.9 \text{ ton}$$

"y_y" eksenini yönünde toplam perde duvar rijitlikleri;

$$\Sigma D_{y1} = 15.14$$

Rölatif rijitlikler;

$$r_a = 0.060$$

$$r_b = 0.028$$

$$r_c = 0.060$$

$$r_d = 0.150$$

$$r_e = 0.020$$

$$r_f = 0.020$$

$$r_g = 0.020$$

$$r_h = 0.020$$

$$r_j = 0.200$$

$$r_k = 0.036$$

$$r_l = 0.020$$

$$r_n = 0.020$$

$$r_o = 0.020$$

$$r_p = 0.125$$

$$r_r = 0.020$$

$$r_s = 0.080$$

$$r_t = 0.030$$

$$r_u = 0.060$$

$$\Sigma r_{y1} = 0.989$$

(ΣD_{y1} hesaplanırken 1 ve m duvar rijitlikleri hesaba dahil edilmemiştir.)

Rijitlik merkezi (R_m) koordinatları;

$$X_R = 38m , y_R = 10.5m$$

Rijitlik merkezinden geçen (X-X) ve (y-y) eksenlerine göre atalet momentleri ve kutupsal atalet momenti;

$$J_{XR} = 0$$

$$J_{YR} = 6106.9$$

Kesit kutupsal atalet momenti;

$$J_{PR} = 6106.9$$

Yapının kütle merkezi (K_m) koordinatları;

$$X_K = 37.5m , y_K = 10.5m$$

Rijitlik merkezi ve kütle merkezi arasındaki fark;

$$l_x = 0.5m$$

$$l_y = 0$$

Burulma momenti;

$$M_r = 0.5F$$

Yapıya (y-y) eksenini doğrultusunda gelen toplam yükler;

Aks	Yatay kuvvetler	Burulmadan oluşan kuvvetler	Toplam
1	0.060F	0.00280F	0.0628F
2	0.028F	0.00096F	0.0280F
3	0.060F	0.00160F	0.0616F
4	0.160F	0.00300F	0.1630F
5	0.040F	0.00050F	0.0405F
6	0.040F	0.00020F	0.0402F
7	0.190F	0.00019F	0.1900F
8	0.057F	0.00028F	0.0570F

Aks	Yatay kuvvetler	Burulmadan oluşan kuvvetler	Toplam
9	0.040F	0.00052F	0.0400F
10	0.125F	0.00250F	0.1275F
11	0.020F	0.00040F	0.0204F
12	0.079F	0.00210F	0.0810F
13	0.030F	0.00100F	0.0310F
14	0.060F	0.00275F	0.0620F

Her bir aks içindeki duvar parçalarına gelen kuvvetler, duvarların rölatif rijitlikleri ile orantılı olarak dağılır.

1 aks1	_____	a_	0.0628F
2 aks1	_____	b_	0.0280F
3 aks1	_____	c_	0.0616F
4 aks1	_____	d_	0.1630F
5 aks1	_____	e_	0.02025F
		f_	0.02025F
6 aks1	_____	g_	0.0201F
		h_	0.0201F
7 aks1	_____	j_	0.1900F
8 aks1	_____	k_	0.0367F
		l_	0.0203F
9 aks1	_____	n_	0.0200F
		o_	0.0200F
10 aks1	_____	p_	0.1275F
11 aks1	_____	r_	0.2040F
12 aks1	_____	s_	0.0810F
13 aks1	_____	t_	0.0310F
14 aks1	_____	u_	0.0620F

Ayasofya Hamamı, matematiksel hesaplarının sonucuna göre; en fazla kuvvet etkisinde kalan duvar parçası "y-y" ekseninde 7 aksında bulunan "j" duvar parçasıdır. Bu duvara gelen toplam yük ise;

$$F_1 = 0.1900F \text{ 'dir.}$$

Bu duvar parçasını çatlatan kuvvet;

$$F_d = 504\text{ton}$$

Bu duvar parçasına gelebilecek deprem yükü;

$$F_1 = 551.7\text{ton}$$

Yapının depreme karşı güvenlik sayısı;

$$G_n = 1$$

olduğundan yapı depreme karşı güvenli sayılabilir.

Yapı kütle titreşim periyotları;

$$T_1 = 0.021\text{sn}$$

$$T_2 = 0.012\text{sn}$$

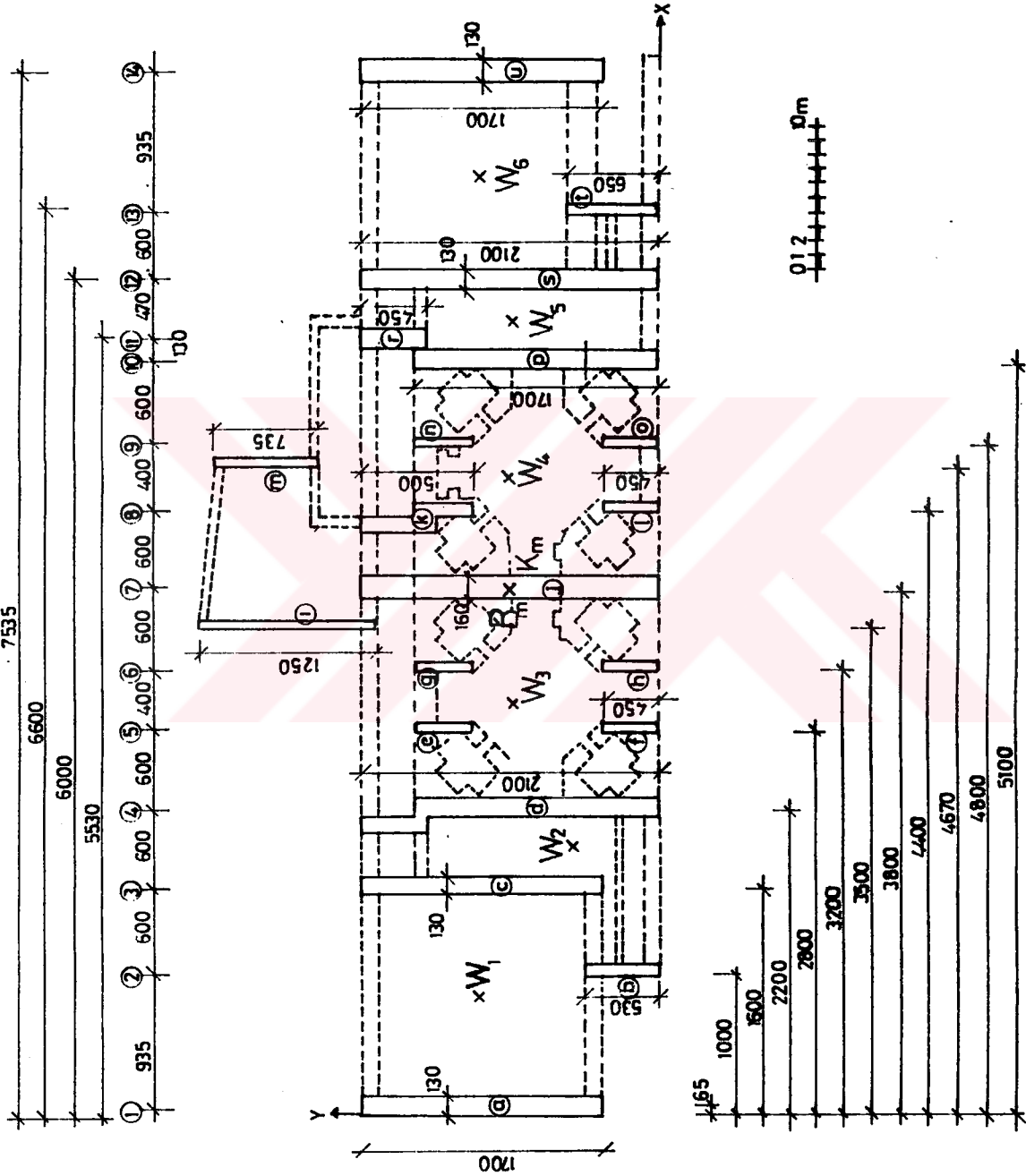
$$T_3 = 0.021\text{sn}$$

$$T_4 = 0.012\text{sn}$$

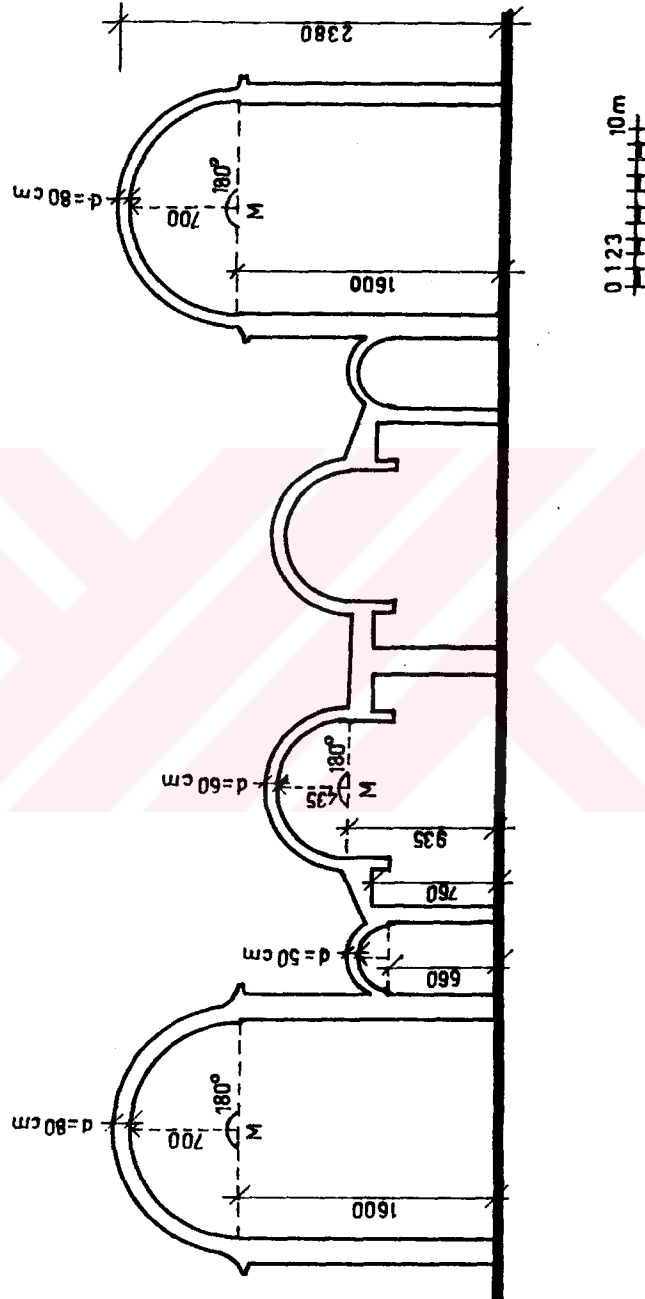
$$T_1 = T_3 = 0.021\text{sn} < T = 0.15\text{sn}$$

$$T_2 = T_4 = 0.012\text{sn} < T = 0.15\text{sn}$$

olduğundan; Ayasofya Hamamı rijit bir yapı davranışını gösterir.



Sekil E.4. Ayasofya Hamamı Y-Y ekseni dogrultusunda duvarlar



Şekil E.5. Ayasofya Hamamı kesiti

E.3. MAHMUTPAŞA HAMAMI MATEMATİKSEL DEPREM ANALİZİ

Yapı ağırlığı;

$$\Sigma W_i = 7005 \text{ ton}$$

Yapıya gelen deprem yükü;

$$F = 2101.5 \text{ ton}$$

"y_y" eksenini yönünde toplam perde duvar rijitlikleri;

$$\Sigma D_{y1} = 7.84$$

Rölatif rijitlikler;

$$r_a = 0.190$$

$$r_b = 0.045$$

$$r_c = 0.045$$

$$r_d = 0.045$$

$$r_e = 0.045$$

$$r_f = 0.150$$

$$r_g = 0.034$$

$$r_h = 0.034$$

$$r_i = 0.048$$

$$r_j = 0.048$$

$$r_k = 0.048$$

$$r_l = 0.038$$

$$r_m = 0.058$$

$$r_n = 0.023$$

$$r_o = 0.025$$

$$r_p = 0.048$$

$$r_r = 0.048$$

$$r_s = 0.025$$

$$\Sigma r_{y1} = 0.997$$

Rijitlik merkezi (R_m) koordinatları;

$$X_R = 17.3m , y_R = 10.5m$$

Rijitlik merkezinden geçen (X-X) ve (y-y) eksenlerine göre atalet momentleri ve kutupsal atalet momenti;

$$J_{XR} = 0$$

$$J_{YR} = 1492.87$$

Kesit kutupsal atalet momenti;

$$J_{PR} = 1492.87$$

Yapının kütle merkezi (K_m) koordinatları;

$$X_K = 26.4m , y_K = 10.5m$$

Rijitlik merkezi ve kütle merkezi arasındaki fark;

$$l_x = 9.1m$$

$$l_y = 0$$

Burulma momenti;

$$M_x = 9.1F$$

Yapıya (y-y) eksenine doğrultusunda gelen toplam yükler;

Aks	Yatay kuvvetler	Burulmadan oluşan kuvvetler	Toplam
1	0.190F	0.150F	0.340F
2	0.090F	0.050F	0.140F
3	0.090F	0.030F	0.120F
4	0.150F	0.030F	0.180F
5	0.067F	0.0009F	0.0679F
6	0.097F	0.020F	0.117F
7	0.170F	0.070F	0.240F
8	0.150F	0.180F	0.330F

Her bir aks içindeki duvar parçalarına gelen kuvvetler, duvarların rölatif rijitlikleri ile orantılı olarak dağılır.

1 aksı	_____	a_	0.340F
2 aksı	_____	b_	0.070F
		c_	0.070F
3 aksı	_____	d_	0.060F
		e_	0.060F
4 aksı	_____	f_	0.180F
5 aksı	_____	g_	0.034F
		h_	0.034F
6 aksı	_____	i_	0.059F
		j_	0.059F
7 aksı	_____	k_	0.069F
		l_	0.054F
		m_	0.083F
		n_	0.033F
8 aksı	_____	o_	0.057F
		p_	0.100F
		r_	0.100F
		s_	0.057F

Mahmutpaşa Hamamı, matematiksel hesaplarının sonucuna göre; en fazla kuvvet etkisinde kalan duvar parçası "y-y" ekseninde 1 aksında bulunan "a" duvar parçasıdır. Bu duvara gelen toplam yük ise;

$$F_1 = 0.340F \text{ 'dir.}$$

Bu duvar parçasını çatlatan kuvvet;

$$F_a = 252\text{ton}$$

Bu duvar parçasına gelebilecek deprem yükü;

$$F_1 = 714.5\text{ton}$$

Yapının depreme karşı güvenlik sayısı;

$$G_n = 0.35 < 1$$

olduğundan yapı depreme karşı güvenli sayılmaz.

Yapı kütle titreşim periyodları;

$$T_1 = 0.015\text{sn}$$

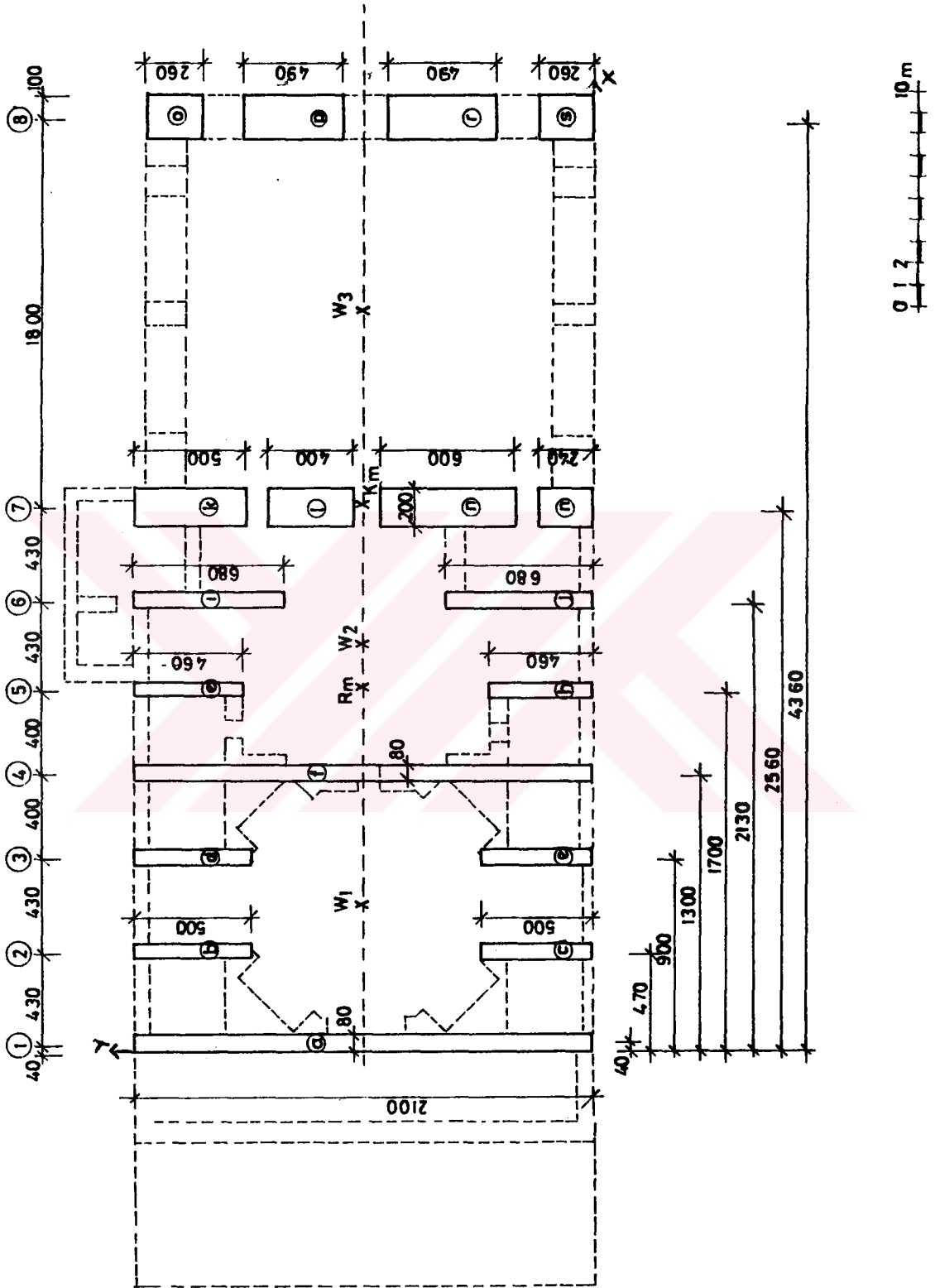
$$T_2 = 0.015\text{sn}$$

$$T_3 = 0.022\text{sn}$$

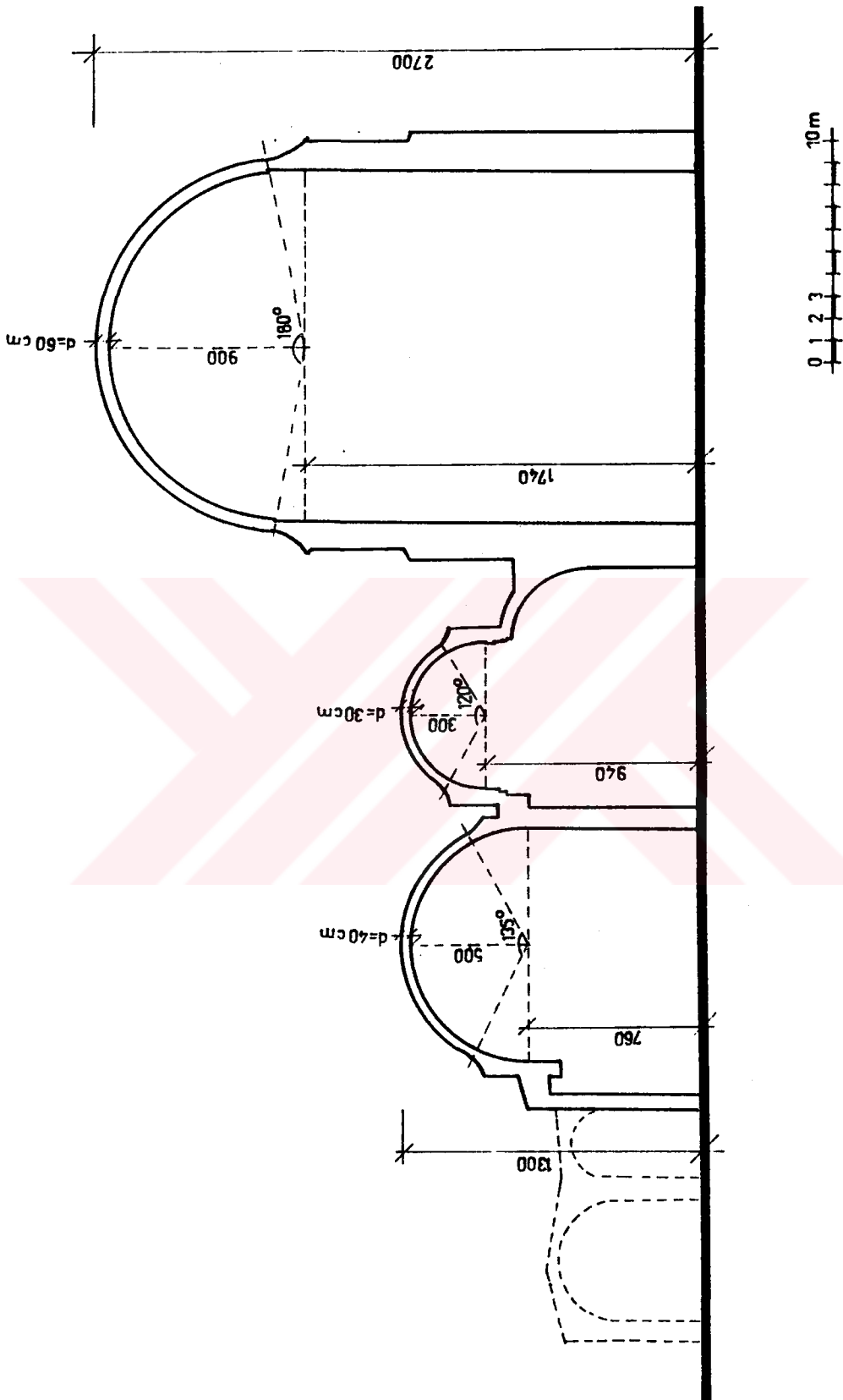
$$T_1 = T_2 = 0.015\text{sn} < T = 0.15\text{sn}$$

$$T_3 = 0.022\text{sn} < T = 0.15\text{sn}$$

olduğundan; Mahmutpaşa Hamamı rijit bir yapı davranışını gösterir.



Şekil E.6. Mahmutpaşa Hamamı Y-Y eksenini doğrultusunda duvarlar



Sekil E.7. Mahmutpaşa Hamamı kesiti

E.4. ÇEMBERLİTAŞ HAMAMI MATEMATİKSEL DEPREM ANALİZİ

Yapı ağırlığı;

$$\Sigma W_i = 4111.65 \text{ ton}$$

Yapıya gelen deprem yükü;

$$F = 1233.6 \text{ ton}$$

"y_y" eksenini yönünde toplam perde duvar rijitlikleri;

$$\Sigma D_{y_1} = 10.73$$

Rölatif rijitlikler;

$$r_a = 32.00$$

$$r_b = 2.80$$

$$r_c = 3.350$$

$$r_d = 21.40$$

$$r_e = 5.20$$

$$r_f = 18.60$$

$$r_g = 3.60$$

$$r_h = 13.00$$

$$\Sigma r_{y_1} = 99.95$$

"X-X" eksenini yönünde toplam perde duvar rijitlikleri;

$$\Sigma D_{x_1} = 9.91$$

Rölatif rijitlikler;

$$r_1 = 13.10$$

$$r_2 = 2.62$$

$$r_3 = 11.60$$

$$r_4 = 5.55$$

$$r_5 = 1.00$$

$$r_6 = 5.00$$

$$r_7 = 10.90$$

$$r_8 = 13.70$$

$$r_9 = 5.24$$

$$r_{10} = 1.00$$

$$r_{11} = 11.00$$

$$r_{12} = 10.50$$

$$r_{13} = 8.50$$

$$\Sigma r_{xi} = 99.71$$

Rijitlik merkezi (R_m) koordinatları;

$$X_R = 13.5m , y_R = 17.4m$$

Rijitlik merkezinden geçen (X-X) ve (y-y) eksenlerine göre atalet momentleri ve kutupsal atalet momenti;

$$J_{XR} = 1446$$

$$J_{YR} = 1238.25$$

Kesit kutupsal atalet momenti;

$$J_{PR} = 2684.25$$

Yapının kütle merkezi (K_m) koordinatları;

$$X_K = 12.3m , y_K = 17.9m$$

Rijitlik merkezi ve kütle merkezi arasındaki fark;

$$l_x = 1.2m$$

$$l_y = 0.5m$$

Burulma momenti;

$$M_r = 3.75F$$

Yapıya (y-y) eksenini doğrultusunda gelen toplam yükler;

Aks	Yatay kuvvetler	Burulmadan oluşan kuvvetler	Toplam
1	0.320F	0.020F	0.340F
2	0.028F	0.00076F	0.029F

Aks	Yatay kuvvetler	Burulmadan oluşan kuvvetler	Toplam
3	0.033F	0.00076F	0.034F
4	0.210F	0.0012F	0.200F
5	0.052F	0.0009F	0.052F
6	0.190F	0.005F	0.195F
7	0.032F	0.001F	0.033F
8	0.130F	0.012F	0.142F

Her bir aks içindeki duvar parçalarına gelen kuvvetler, duvarların rölatif rijitlikleri ile orantılı olarak dağılır.

1 aksı	_____	a_	0.340F
2 aksı	_____	b_	0.029F
3 aksı	_____	c_	0.034F
4 aksı	_____	d_	0.200F
5 aksı	_____	e_	0.052F
6 aksı	_____	f_	0.195F
7 aksı	_____	g_	0.033F
8 aksı	_____	h_	0.142F

Yapıya (X-X) eksenini doğrultusunda gelen toplam kuvvetler;

Aks	Yatay kuvvetler	Burulmadan oluşan kuvvetler	Toplam
A	0.130F	0.0100F	0.1400F
B	0.026F	0.0010F	0.0270F
C	0.120F	0.0070F	0.1270F
D	0.055F	0.0030F	0.0580F
E	0.010F	0.0003F	0.0103F
F	0.050F	0.0006F	0.0506F
G	0.110F	0	0.1100F

Aks	Yatay kuvvetler	Burulmadan oluşan kuvvetler	Toplam
H	0.140F	0.0007F	0.1407F
I	0.052F	0.0014F	0.0530F
J	0.010F	0.0003F	0.0103F
K	0.110F	0.0070F	0.1170F
L	0.100F	0.0070F	0.1070F
M	0.085F	0.0070F	0.0920F

Her bir aks içindeki duvar parçalarına gelen kuvvetler, duvarların rölatif rijitlikleri ile orantılı olarak dağılır.

A aksı	_____	1_	0.1400F
B aksı	_____	2_	0.0270F
C aksı	_____	3_	0.1270F
D aksı	_____	4_	0.0580F
E aksı	_____	5_	0.0103F
F aksı	_____	6_	0.0506F
G aksı	_____	7_	0.1100F
H aksı	_____	8_	0.1400F
I aksı	_____	9_	0.0530F
J aksı	_____	10_	0.0103F
K aksı	_____	11_	0.1170F
L aksı	_____	12_	0.1070F
M aksı	_____	13_	0.0920F

Çemberlitaş Hamamı, matematiksel hesaplarının sonucuna göre; en fazla kuvvet etkisinde kalan duvar parçası "y-y" ekseninde 1 aksında bulunan "a" duvar parçasıdır. Bu duvara gelen toplam yük ise;

$$F_1 = 0.340F \text{ 'dir.}$$

Bu duvar parçasını çatlatan kuvvet;

$$F_d = 504\text{ton}$$

Bu duvar parçasına gelebilecek deprem yükü;

$$F_1 = 419.5\text{ton}$$

Yapının depreme karşı güvenlik sayısı;

$$G_n = 1.2 > 1$$

olduğundan yapının depreme karşı güvenli olduğu varsayılabilir.

Yapı kütle titreşim periyodları;

$$T_1 = 0.02\text{sn}$$

$$T_2 = 0.025\text{sn}$$

$$T_1 = 0.02 < T = 0.15\text{sn}$$

$$T_2 = 0.025\text{sn} < T = 0.15\text{sn}$$

olduğundan; Çemberlitaş Hamamı rijit bir yapı davranışını gösterir.

E.5. KILIÇALIĞAŞA HAMAMI MATEMATİKSEL DEPREM ANALİZİ

Yapı ağırlığı;

$$\Sigma W_i = 4253.5 \text{ ton}$$

Yapıya gelen deprem yükü;

$$F = 1276 \text{ ton}$$

"y-y" eksenini yönünde toplam perde duvar rijitlikleri;

$$\Sigma D_{y1} = 12.23$$

Rölatif rijitlikler;

$$r_a = 0.230$$

$$r_b = 0.025$$

$$r_c = 0.060$$

$$r_d = 0.060$$

$$r_e = 0.085$$

$$r_f = 0.070$$

$$r_g = 0.034$$

$$r_h = 0.250$$

$$r_i = 0.200$$

$$\Sigma r_{y1} = 1.014$$

"X-X" eksenini yönünde toplam perde duvar rijitlikleri;

$$\Sigma D_{x1} = 16.05$$

Rölatif rijitlikler;

$$r_1 = 0.060$$

$$r_2 = 0.080$$

$$r_3 = 0.140$$

$$r_4 = 0.150$$

$$r_5 = 0.024$$

$$r_6 = 0.040$$

$$r_7 = 0.150$$

$$r_8 = 0.050$$

$$r_9 = 0.140$$

$$r_{10} = 0.050$$

$$r_{11} = 0.060$$

$$r_{12} = 0.060$$

$$\Sigma r_{xi} = 1.004$$

Rijitlik merkezi (R_m) koordinatları;

$$X_R = 9.5m , y_R = 12.6m$$

Rijitlik merkezinden geçen (X-X) ve (y-y) eksenlerine göre atalet momentleri ve kutupsal atalet momenti;

$$J_{XR} = 1251.13$$

$$J_{YR} = 2308.25$$

Kesit kutupsal atalet momenti;

$$J_{PR} = 3559.38$$

Yapının kütle merkezi (K_m) koordinatları;

$$X_K = 15.8m , y_K = 12.3m$$

Rijitlik merkezi ve kütle merkezi arasındaki fark;

$$l_x = 6.3m$$

$$l_y = 0.3m$$

Burulma momenti;

$$M_x = 6.3F$$

Yapıya (y-y) eksenine doğrultusunda gelen toplam yükler;

Aks	Yatay kuvvetler	Burulmadan oluşan kuvvetler	Toplam
1	0.230F	0.044F	0.274F
2	0.025F	0.004F	0.029F
3	0.120F	0.013F	0.130F
4	0.150F	0.0017F	0.150F
5	0.034F	0.0012F	0.035F
6	0.250F	0.024F	0.270F
7	0.200F	0.099F	0.290F

Her bir aks içindeki duvar parçalarına gelen kuvvetler, duvarların rölatif rijitlikleri ile orantılı olarak dağılır.

1 aksı	_____	a_	0.274F
2 aksı	_____	b_	0.029F
3 aksı	_____	c_	0.065F
		d_	0.065F
4 aksı	_____	e_	0.080F
		f_	0.068F
5 aksı	_____	g_	0.035F
6 aksı	_____	h_	0.270F
7 aksı	_____	i_	0.290F

Yapıya (X-X) eksenine doğrultusunda gelen toplam kuvvetler;

Aks	Yatay kuvvetler	Burulmadan oluşan kuvvetler	Toplam
A	0.057F	0.0180F	0.0750F
B	0.220F	0.0630F	0.2830F
C	0.150F	0.0250F	0.1750F
D	0.064F	0.0020F	0.0660F

Aks	Yatay kuvvetler	Burulmadan oluşan kuvvetler	Toplam
E	0.150F	0.0170F	0.1670F
F	0.180F	0.0450F	0.0220F
G	0.048F	0.0130F	0.0610F
H	0.062F	0.0180F	0.0800F
I	0.060F	0.0200F	0.0800F

Her bir aks içindeki duvar parçalarına gelen kuvvetler, duvarların rölatif rijitlikleri ile orantılı olarak dağılır.

A aksı	_____	1_	0.075F
B aksı	_____	2_	0.098F
		3_	0.180F
C aksı	_____	4_	0.175F
D aksı	_____	5_	0.025F
		6_	0.040F
E aksı	_____	7_	0.167F
F aksı	_____	8_	0.005F
		9_	0.017F
G aksı	_____	10_	0.061F
H aksı	_____	11_	0.080F
I aksı	_____	12_	0.080F

Kılıçalipaşa Hamamı, matematiksel hesaplarının sonucuna göre; en fazla kuvvet etkisinde kalan duvar parçası "y-y" ekseninde 7 aksında bulunan "1" duvar parçasıdır. Bu duvara gelen toplam yük ise;

$$F_1 = 0.290F \text{ 'dir.}$$

Bu duvar parçasını çatlatan kuvvet;

$$F_d = 461\text{ton}$$

Bu duvar parçasına gelebilecek deprem yükü;

$$F_1 = 370\text{ton}$$

Yapının depreme karşı güvenlik sayısı;

$$G_n = 1.2 > 1$$

olduğundan yapı depreme karşı güvenli sayılabilir.

Yapı kütle titreşim periyodları;

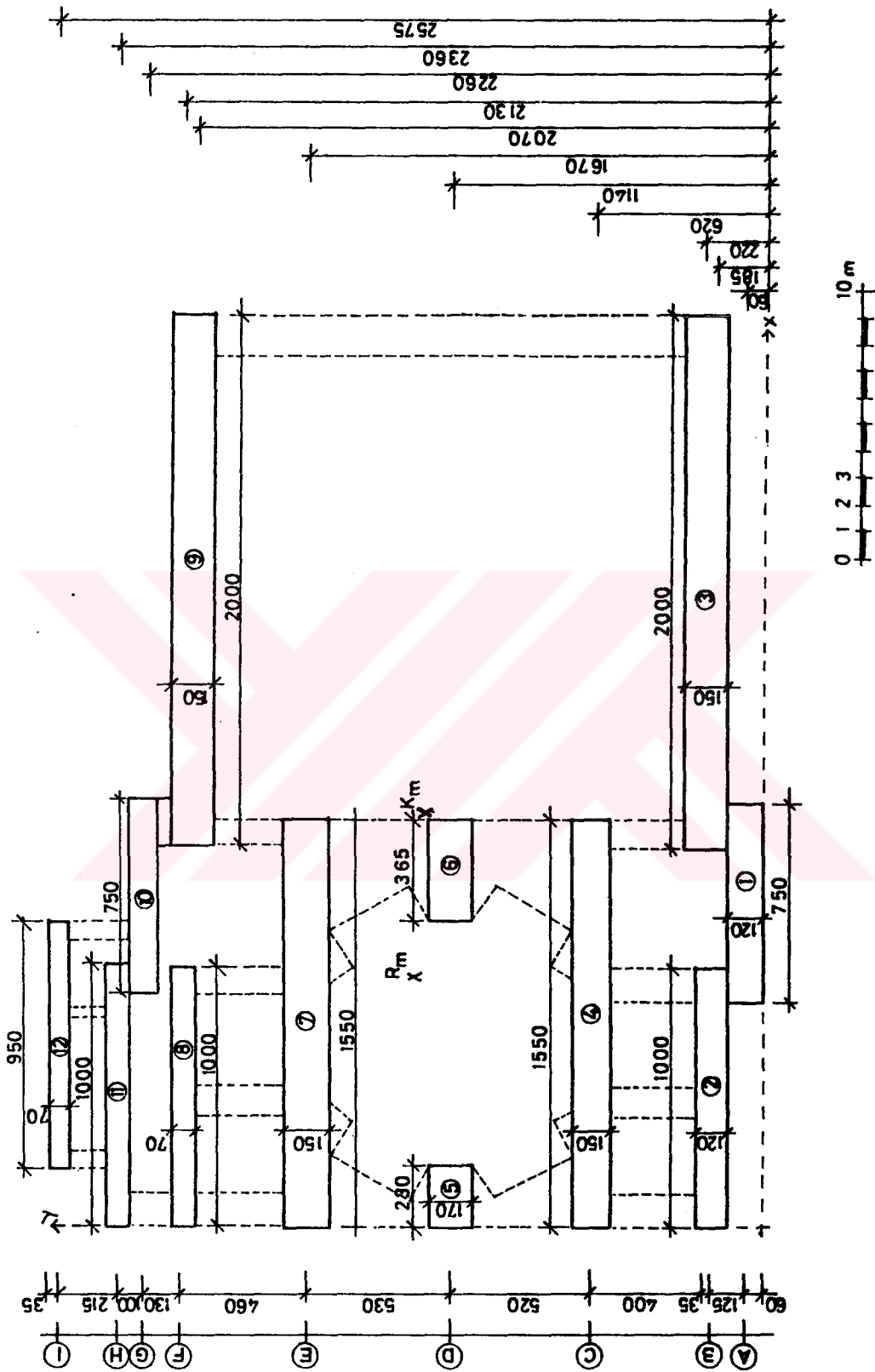
$$T_1 = 0.012\text{sn}$$

$$T_2 = 0.019\text{sn}$$

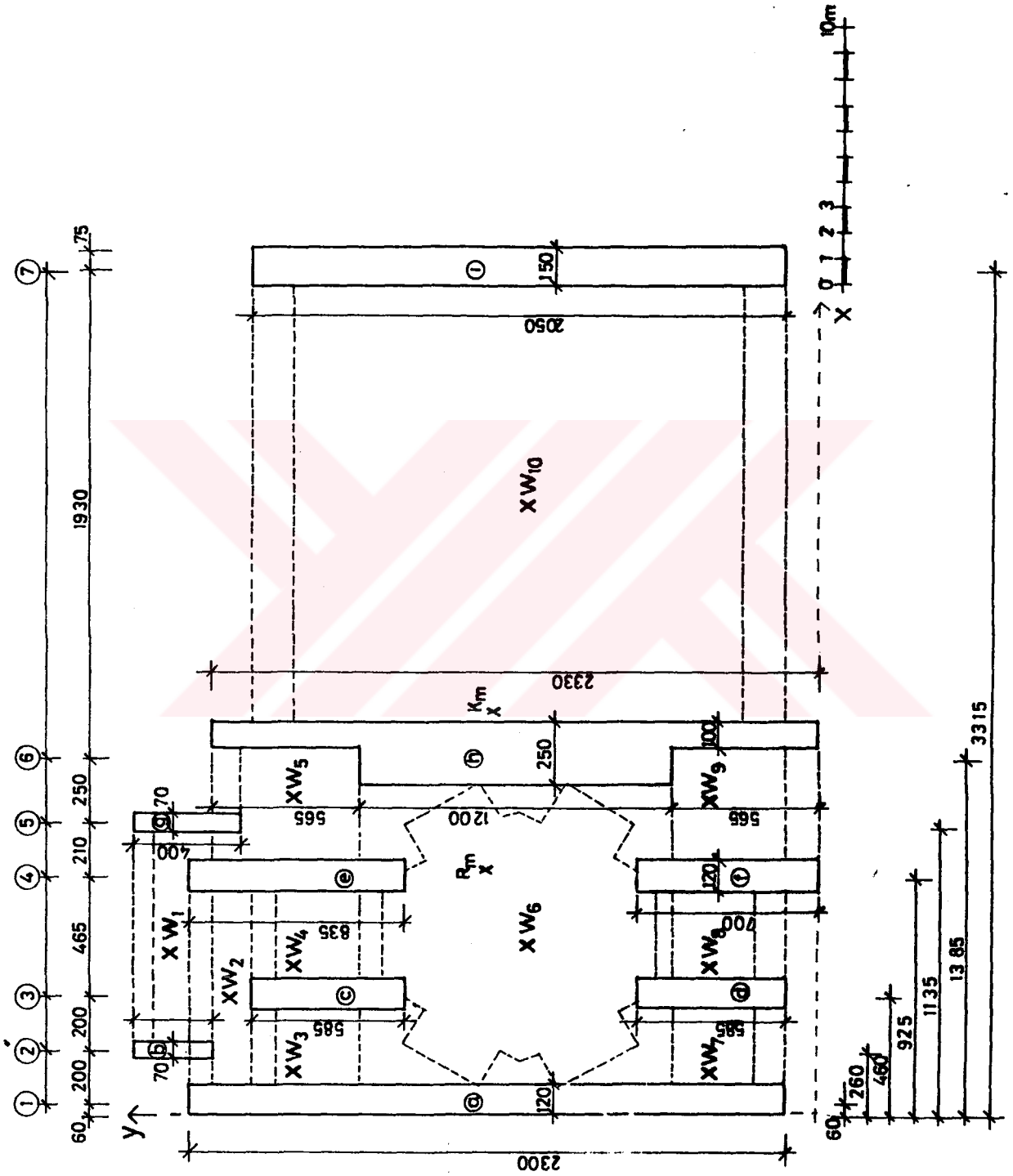
$$T_1 = 0.012\text{sn} < T = 0.15\text{sn}$$

$$T_2 = 0.019\text{sn} < T = 0.15\text{sn}$$

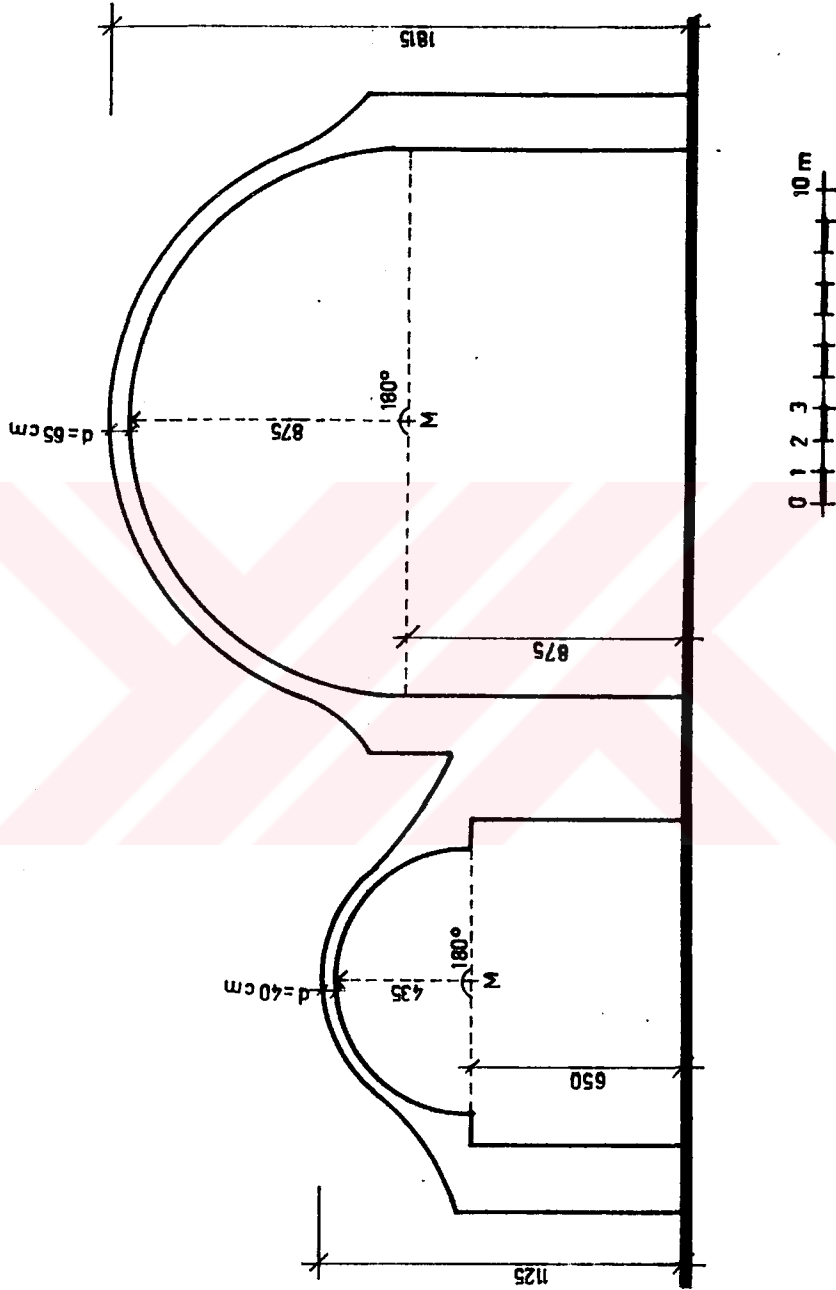
olduğundan; Kılıçalıpaşa Hamamı rijit bir yapı davranışını gösterir.



Şekil E.11. Kılıçalıpaşa Hamamı X-X eksenini doğrultusunda duvarlar



Şekil E.12. Kılıçalipaşa Hamamı Y-Y eksenli doğrultusunda duvarlar



Şekil E.13. Kılıçalıpaşa Hamamı kesiti

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi ve yeri : 21.09.1971 , Mersin

Öğrenim ve mezuniyet yılları :

Orta - Lise : Mersin Özel Toros Koleji , 1988

Yüksek Okul : Yıldız Teknik Üniversitesi , 1992

Çalıştığı yerler ve yıllar :

1- Dikon Mimarlık - Dekorasyon Ltd. Şti. , İstanbul ,
1990-1992

2- CE Donatım Mimarlık - Dekorasyon Ltd.Şti. , İstanbul
1992-1993

3- Ertüz İnşaat San. Ve Tic. Ltd.Şti. , İstanbul ,
1993-1994

4- A. Gökay Daloğlu Mimarlık Bürosu , İstanbul ,
1994

Yabancı dil : İngilizce

F.G. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ