

YAPILARDA DEPREM
TESİRLERİNİN AZALTILMASI
İÇİN ALINMASI GEREKEN ÖNLEMLER

Mizam Dođan

Anadolu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Yönetmeliđi Uyarınca
İnşaat Mühendisliđi Anabilim Dalı
Yapı Bilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır

Danışman: Prof.Ömer Rıza Akgün

Ađustos-1989

Anadolu Üniversitesi
Kütüphane

ÖNSÖZ

Yapıların servis ömründe karşılaşılabilecekleri en önemli dış etkenlerden biri depremdir. Depremin önemi ve şiddeti önceden kesin olarak bilinmediği için büyük can ve mal kaybına sebep olmaktadır. Depremin zararının minimuma indirilmesi yapıların projelendirilmesinde deprem analizinin ilgili yönetmeliklere uygun olarak yapılmasıyla sağlanır.

Deprem kuvvetlerinin büyüklüğü binanın toplam ağırlığı ile doğru orantılıdır. Teknolojinin gelişmesiyle yapı elemanları uygun özelliklerde üretilmektedir. Bu değişik özelliklerdeki yapı elemanlarını kullanarak deprem zararlarını bir ölçüde azaltma imkânına sahip olunabilir.

Bu çalışma sürecinde her türlü yardımı esirgemeyen Hocam Prof. Ömer Rıza Akgün'e Bölüm Başkanımız Prof. Ruhi Aydın'a Doç. Dr. Ahmet Topçu'ya ve diğer bölüm arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

ÖZET

Deprem kuvvetlerinin büyüklüğünde duvar, kaplama ve sıvanın ağırlıkları oranında etkisi bulunmaktadır. Bu tez çalışmasında değişik yapı elemanları kullanılarak yapı ağırlığında ve kesit tesirlerindeki değişimler incelenecektir. Bu çalışma beş bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde çalışmanın amacı, ikinci bölümde deprem hakkında bazı açıklamalar ve yurdumuzun deprem durumu, üçüncü bölümde lineer yapı sistemlerinin analizinde kullanılan deplasman metodu ve değişik durumlarda deplasman metodunun denklem takımlarının kurulması ve dördüncü bölümde değişik yükleme durumları ve deprem bölgelerine göre örnek çözümler anlatılmaktadır. Beşinci bölümde ise sonuç ve öneriler yer almaktadır.

SUMMARY

Earthquake forces have been effected by the weight of walls, covering materials and plasters. In this study various elements of structure has been studied to see the relation between the weight and internal forces in cross sections of elements. This study contains of five sections. In the first section the purpose of this study is explained. In the second section some explanations about earthquakes and the earthquakes statement of Turkey has been given. In the third section, linear structural analysis situations " displacement method " has been studied for various loading conditions to determine the set of equations. In the fourth section the various examples has been solved. In the fifth section the results and conclusion of this study has been given.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
ÖNSÖZ	iv
ÖZET	v
SUMMARY	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
TABLolar DİZİNİ	xi
1. ÇALIŞMANIN AMACI	1
2. DEPREM TESİRLERİ	3
2.1. Deprem	3
2.2. Türkiye'nin Deprem Durumu	4
2.3. Sismoloji	6
2.3.1. Deprem Dalgaları	7
2.3.2. Deprem Sınıfları	8
2.4. Deprem Hareketlerinin Ölçümü	9
2.5. Deprem Yüklerinin Statik Yükler Olarak Alınması	12
2.6. Deprem Kuvvetlerinin Hesaplanması	14
2.6.1. Düktilite	16
3. LİNEER YAPI SİSTEMLERİNİN ANALİZİ	21
3.1. Giriş	21
3.2. Deplasman Metodu Denklemleri	22
3.2.1. Prizmatik Kirişlerde Moment-Deplasman Bağıntısı	22
3.2.2. Prizmatik Kolonlarda Moment-Deplasman Bağıntısı	24
3.2.3. Ankastrelik Momentleri	27
3.2.4. Düğüm Noktalarında Denge Denklemleri .	30
3.2.5. Kat Seviyesinde Kesici Kuvvetler	33

İÇİNDEKİLER DİZİNİ (Devam)

	<u>Sayfa</u>
3.3. Örnek Çerçevenin Denklem Takımlarının Kurulması	36
4. YÜKLEME DURUMLARI	40
4.1. Yük Analizleri	40
4.1.1. 1. Tip Yükler	40
4.1.2. 2. Tip Yükler	47
4.1.3. 3. Tip Yükler	52
4.2. Örnek Yapının Deprem Hesabı	57
5. SONUÇLAR	82
5.1. Sonuçlar	82
5.2. Öneriler	89
KAYNAKLAR DİZİNİ	90

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Depremın geometrik özellikleri	8
2.2. Depremde enerji deformasyon ilişkisi	16
2.3. Kuvvet deformasyon diyagramı	17
3.1. İki ucu rijit düğüm noktasına oturan kiriş	22
3.2. Bir ucu rijit diğer ucu mafsallı düğüm noktasına oturan kirişler	23
3.3. İki ucu rijit düğüm noktasına oturan kolon	24
3.4. Bir ucu rijit diğer ucu ankastre mesnede oturan kolon	25
3.5. Bir ucu rijit diğer ucu mafsallı mesnede oturan kolon	26
3.6. İki ucu ankastre kirişlerde ankastrelik momentleri	27
3.7. Mohr yöntemine göre mesnet tepkileri	28
3.8. Bir ucu rijit diğer ucu mafsallı kirişlerde ankastrelik momentleri	29
3.9. Şekil değiştirme hali	30
3.10. Şekil değiştirme hali	31
3.11. Şekil değiştirme hali	32
3.12. İki ucu rijit düğüm noktasına oturan kolon	33
3.13. Bir ucu rijit diğer ucu ankastre düğüm noktasına oturan kolon	34
3.14. Bir ucu rijit diğer ucu mafsallı mesnede oturan kolon	35
3.15. Örnek çerçeve	36
4.1. 1. tip yükleme	42
4.2. 1. tip yüklemenin moment alanı	46
4.3. 2. tip yükleme	48

ŞEKİLLER DİZİNİ (Devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.4. 2. tip yüklemenin moment alanı	51
4.5. 3. tip yükleme	53
4.6. 3. tip yüklemenin moment alanı	56
4.7. Kalıp planı	58
4.8. 1. tip yüklemenin deprem moment alanı	65
4.9. 2. tip yüklemenin deprem moment alanı	71
4.10. 3. tip yüklemenin deprem moment alanı	78

TABLOLAR DİZİNİ

<u>Tablo</u>		<u>Sayfa</u>
2.1	Yurdumuzda meydana gelen bazı depremler.....	5
2.2	Deprem şiddet cetveli.....	11
2.3	C_0 Deprem bölge katsayısı.....	15
2.4	Yapı tipi katsayısı.....	16
2.5	T. zemin periyodu.....	19
2.6	I yapı önem katsayısı.....	20
3.1	Denklem katsayısı.....	38
3.2	Örnek çerçevenin denklem takımı.....	39
4.1	Bina toplam ağırlığı.....	57
4.2	Deprem bölge katsayıları.....	57
4.3	1. tip yüklemenin bina ağırlığı.....	59
4.4	1. tip yüklemenin deprem kuvvetleri.....	60
4.5	2. tip yüklemenin bina ağırlığı.....	68
4.6	2. tip yüklemenin deprem kuvvetleri.....	69
4.7	3. tip yüklemenin bina ağırlığı.....	75
4.8	3. tip yüklemenin deprem kuvvetleri.....	76
5.1	Toplam bina ağırlığı ve deprem kuvvetleri...	82
5.2	4. kat kirişlerinin beton gerilmeleri.....	86
5.3	4. kat kirişlerinin donatı değerleri.....	87
5.4	Bina ağırlığına göre temel alanları.....	88

B Ö L Ü M 1

1.1 ÇALIŞMANIN AMACI

Günümüzde teknolojinin gelişmesiyle yapıların inşaatında, projelendirilmesinde, elemanların boyutlandırılmasında ve görünümünde büyük gelişmeler sağlanmıştır. Yapıların beklenen fonksiyonlarını yerine getirmesi kadar deprem, sel, yangın ve patlama gibi dış etkilere dayanıklı olması gerekir. Bu dış etkiler içerisinde şiddeti ve zamanı kesin olarak bilinmeyen ve en kararsız olanı depremdir. Yapıların projelendirilmesinde deprem analizinin yönetmeliklere uygun olarak yapılması önemlidir.

Deprem kuvvetlerinin büyüklüğü binanın toplam ağırlığı ile orantılıdır. Binaın toplam ağırlığı ne kadar azaltılırsa deprem kuvvetlerinde o kadar azalma olur. Bu durum kesit tesirleri için de geçerlidir. Binaın ağırlığını oluşturan yükler üç bölümde incelenebilir. Taşıyıcı elemanların(kolon, kiriş ve döşeme)yükleri, hareketli yükler ve bölme elemanları yükleridir.

Yapılarda ağırlığın kontrol edilebilen ve kontrol edilemeyen kesimleri vardır. Hareketli yüklerin hangi birimde ne

kadar alınacağı yönetmelikle belirlendiği için değişiklik yapmak hemen hemen olanaksızdır. Yapılarda ağırlığını en çok kontrol edebildiğimiz yükler bölme ve kaplama elemanları ve sıva yükleridir. Binanın toplam ağırlığının belli bir kısmını oluşturan bu yükler özelliğinden bir şey kaybetmeden yönetmelikler ölçüsünde değiştirilebilir. Malzeme teknolojisinin gelişmesiyle, bu yapı elemanlarının istenilen özellik, hacim ve boyutta üretimi sağlanabilmektedir. Bu yapı elemanlarının beraberinde bunların yapımında kullanılan yeni makineler üretilmekte ve gelişmektedir. Teknolojinin sunduğu bu imkanlardan yararlanılarak daha uygun ağırlık ve ekonomide yapılar inşa edilebilir.

Malzeme teknolojisinin bu ürünleriyle yapılan hafif yapılarda düşey ve yatay yükler altında kesit tesirlerinin azalacağı açıktır. Dolayısıyla taşıyıcı elemanlara gelen yükler azalacağından bu elemanların gerek boyut ve gerekse donatım bakımından daha uygun biçimde projelendirilmesi imkanı sağlanabilir. Bu durumda binanın toplam ağırlığında ve ekonomisinde bir azalma olacağı söylenebilir. Ancak bu çalışmada yük değişimleriyle birlikte kesit tesirlerini izlemek için kolon ve kiriş kesitleri sabit alınacaktır.

Bu çalışmada malzeme teknolojisinin ürünü olan değişik yapı malzemeleri ve elemanları kullanılarak yapılarda sağladığı emniyet ve ekonomik yararlar her deprem bölgesi için ayrı ayrı örnekler üzerinde incelenerek açıklanacak ve sayısal sonuçlar elde edilmeye çalışılacak.

B Ö L Ü M 2

DEPREM TESİRLERİ

2.1 DEPREM

Yapılar servis ömrü boyunca çeşitli yüklere maruzdur. Bunların en önemlilerinden biri depremdir. Deprem oluşumu itibarıyla tekrarlanma süresi ve oluşan yer hareketi gelişigüzel karakterdedir. Depremin oluşum zamanı, şiddeti ve süresi önceden kesin olarak bilinmemektedir. Bununla birlikte bir bölgenin jeolojik yapısı ve geçmişte gözlenen sismik aktiviteler oluşabilecek deprem hakkında bazı fikirler vermektedir. Deprem riski olan bölgelerde yapılacak bir yapının deprem etkisiyle maruz kalacağı yükler yapının kütle, rijitlik ve dinamik özellikleri ile deprem hareketlerinin özellikleri arasındaki yakın ilişkiye bağlıdır.

Depremlerin oluşumlarının nedenleri henüz kesinlikle bilinmemektedir. Ancak yeryüzü kabuğunu oluşturan kıta kütlelerinin tektonik hareketlerinin en önemli nedenlerinden bir olduğu bilinmektedir. Kütlelerin birbiriyle bağlı hareketleri fay hatlarında çeşitli gerilme birikimlerine neden olmaktadır. Bu gerilmeler bazı noktalarda belli bir mertebeyi aştığında fay hatlarının bu kısmında yırtılma olmakta ve

birlikte gerilmelerin boşalması sonucunda ortaya çıkan enerji sismik dalgalar halinde yer kabuğunda yayılmaktadır. (11)

Yeryüzünde iki önemli deprem kuşağı vardır.

1- Pasifik deprem kuşağı: Bu kuşak Pasifik Okyanusu tabanının okyanusu çevreleyen kıtalara göre saat yönünün tersine dönmesiyle oluşur.

2- Alpide deprem kuşağı: Bu deprem kuşağı Himalaya Dağlarından başlayıp İran, Türkiye üzerinden Akdeniz'e kadar uzanır. Hindistan ve Arabistan kütlelerinin kuzeye doğru hareketi ile Asya kıtasını sıkıştırmaları bu kuşağı oluşturan başlıca nedenlerdendir.

2.2 TÜRKİYE'NİN DEPREM DURUMU

Türkiye dünyadaki deprem kuşaklarından Alpide deprem kuşağına girmektedir. Ayrıca Türkiye zemin durumuna göre kendi arasında dört deprem bölgesine ayrılmıştır. Bu görevi Bayındırlık ve İskan Bakanlığına bağlı Deprem Araştırma Dairesi yürütmektedir. Deprem bölge katsayısı ve yerleşim yerlerinin deprem bölgesi deprem şartnamesinde verilmiştir. Deprem bölgeleri şunlardır,

1- Ege Bölgesi: Batı ve Güney Trakya ile Düzce, Kütahya, Isparta ve Kaş'dan geçen çizginin batısıdır. Marmara ve Ege denizi çöküntü havzaları bu bölgenin içerisindedir. Bu bölge içerisinde aktif olarak Gemlik-Edremit Körfezi kırığı, Bakırköy-Simav vadisi kırık bölgesi ve Küçük ve Büyük Menderes vadisi bulunmaktadır.

2- Kuzey Anadolu Bölgesi: Marmara Denizi, İzmit Körfezi, Bolu, Amasya, Tokat ve Erzincan'dan geçen kırık hattır.

Bu hatta Kuzey Anadolu fay bölgesine denir. Bu bölgede İzmit Adapazarı ve Düzce ovaları, Bolu-Gerede çukurluğu, Kurşunlu-Çerkeş- Tosya kırığı, Vezirköprü, Ladik ve Niksar kırığı ve Aşkale-Erzurum-Pasinler kırığı bulunmaktadır.

3- Orta Anadolu Bölgesi: Bu bölge orta Anadoluyu içine almaktadır. Eskişehir-Porsuk vadisi, Afyon-Akşehir çukurluğu Kırşehir ve Kayseri bölgeleri bu kısma girmektedir.

4- Güneydoğu Anadolu Bölgesi: Bu bölgede Antakya-Maraş kırık bölgesi ve Maraş-Van kırık bölgesi bulunmaktadır.

Bu dört bölgede olmuş önemli bazı depremler tablo halinde verilmiştir.

Deprem Adı	Yıl	Şiddet	Yaralı Sayısı	Ölü sayısı	Yıkılan Kötü
Erzincan Depremi	1939	XI	10.000	40.000	45.000
Adapazarı Depremi	1943	IX	225	340	1:200
Yenice-Gönen Depremi	1953	X	500	244	900
Varta Depremi	1966	IX	1788	2396	3.000
Mudurnu Depremi	1967	VIII	200	173	1078
Gediz Depremi	1970	IX	1174	1086	8229
Lice Depremi	1975	VIII	4000	2400	15.000

Tablo 2.1. Yurdumuzda meydana gelen bazı depremler

2.3 SİSMOLOJİ

Sismolojinin (depremler bilimi) temel amacı gözlem, teori ve deneysel incelemelerde depremin oluşumu, gelişimini ve depremden korunma problemini çözmektir. Konusu ve inceleme alanı çok geniştir. Kendine özgü bir teknolojisi ve mantığı vardır. Astronomiye çok benzer. Biri bütün evrene diğeri evrenin bir ünitesinin içerisine yönelmiş, evrenin yapı taşlarını yapılış özelliklerini çözmeye yöneliktir.

Sismoloji, Jeoloji ve Jeofizik bilim dallarının çalışmalarını bir araya getirerek sonuç elde etmektir. Jeoloji, depremlerin gözle görünen etkilerini inceler ve hasarın etüdünü yapar. Jeofizik ise aletlerin kayıtlarını inceleyerek mikroskobik incelemelerde bulunur.

Sismolojide gelişmeler alet ve gözlemler sonucu oluşmaktadır. Alet sayesinde deprem anındaki oluşumların kayıtlarından, depremle ilgili, yayılan enerjinin bir eşdeğeri olan genlik(uzunluk) gibi 2 temel büyüklük ölçülür. Bu ölçülerin yardımıyla depremin gerçek parametreleri hesaplanabilir.

Depremin gerçek parametreleri şunlardır:

1. Deprem odağının enlemi
2. Deprem odağının boylamı
3. Deprem odağının derinliği
4. Deprem başlangıç zamanı
5. Deprem oluşumunda serbest olan enerji

Bu parametreler isimlerinden anlaşılmaktadır. Enerji bir örnekle açıklanırsa $5 \times 5 \times 5 \text{m}$ boyutunda $\rho = 2 \text{gr/cm}^3$ yoğunluğunda bir cismin 4cm yer değiştirmesi sonucu yapılan iş $W = 10^9$ erg, herkes tarafından hissedilen depremin enerjisi $W = 10^{18}$ erg. En şiddetli depremin enerjisi ise $W = 10^{25}$ erg dir. (9)

Sismolojide fay hattındaki ilk yırtılmanın olduğu noktaya fokus, bunun tam üstünde yeryüzündeki noktaya episentr(merkez) denir. Küçük şiddetli depremlerde yırtılma tek noktada olabilir, ancak büyük ve şiddetli depremlerde yırtılma fay hattı boyunca oluşabilir. Bazen bu yırtılmanın boyu yüzlerce kilometreyi bulabilir. Bu nedenle yapının episentrdan değil fay çizgisinden uzaklığı daha önemlidir.

2.2.1 DEPREM DALGALARI

Deprem dalgalarının yeryüzünü kestiği yerlerde sarsıntılar ve hasarlar meydana gelir. Deprem dalgaları bakımından yer kabuğu elastik bir cisim olarak kabul etmektedir.

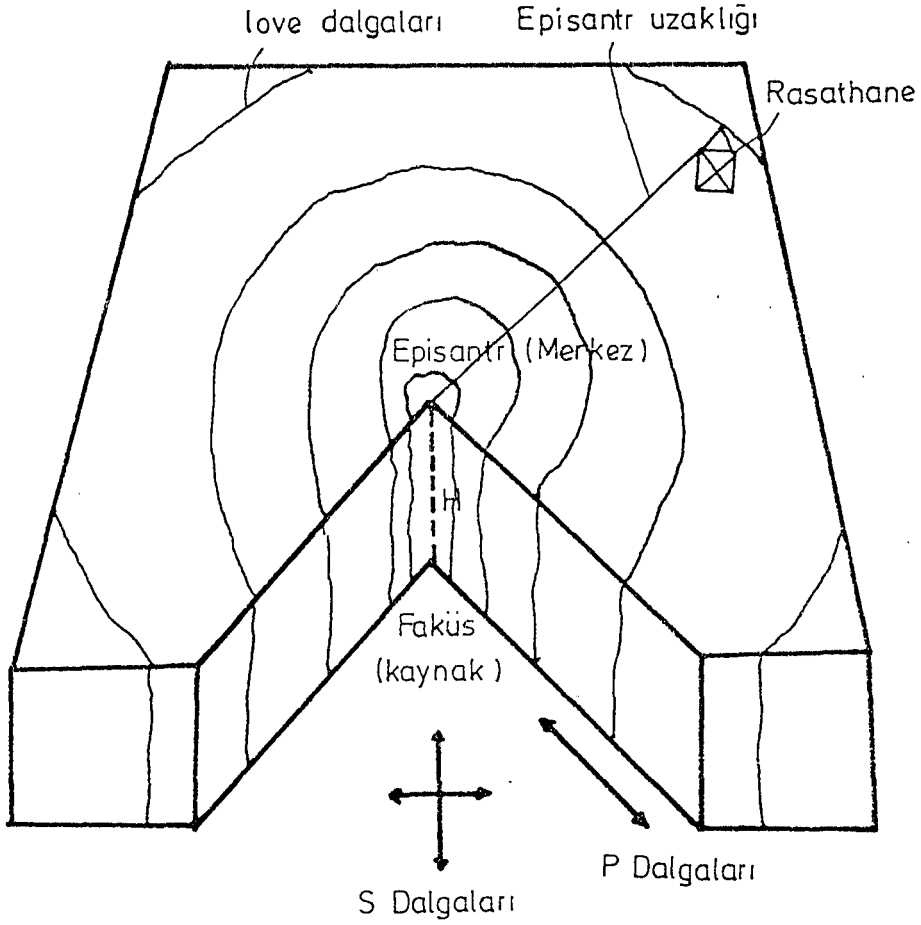
Deprem dalgaları yeryüzüne konan aletler yardımı ile kaydedilmektedir Bu aletlere "Sismoraf" kayıtlara da "Sismogram" denir. Depremde ortaya çıkan kayıtlar incelenerek dalgaların hızları ve titreşim doğrultuları birbirinden ayırt edilmektedir. Depremden çıkan 3 çeşit dalga bulunmaktadır.

1- P Dalgaları (Primer): Hızları en büyük olan ve kayıt merkezlerine ilk gelen dalgalardır. Hızları 6-7 Km/Sn dir. Bunlara boyun dalgalar denir.

2- S Dalgaları (Sekonder): Hızları daha az olan (3.5 -4 Km/Sn) yayılmaları hareket doğrultusuna dik bulunan enine dalgalardır.

3- Love Dalgaları (Yüzey Dalgaları): Genliği büyük olan ve kayıt merkezine en son gelen dalgalardır. Bunlar

yüzey dalgalarıdır.



Şekil 2.1. Depremın geometrik özellikleri

2.2.2 DEPREM SINIFLARI

Depremler faküs(Kaynak) derinliklerine göre de sınıflara ayrılmaktadır. Buna göre:

1- Derin Depremler: Faküs derinliği 300km den fazla olan depremlerdir.

2- Orta Derinlikte Depremler: Derinliği 70-300 km. arasında olan depremlerdir.

3- Sığ Depremler: Faküs derinliği 0-70 km olan depremler.

Deprem derinliği arttıkça etki alanı artar. Fakat yaptığı hasar azalır. Bazen kayıt istasyonlarında büyük depremden önce küçük depremler kayıt edilir.

2.4 DEPREM HAREKETİNİN ÖLÇÜMÜ

Deprem etkilerinin daha iyi incelenmesi için depremin ölçüsünün bilinmesi gerekir. Bu ölçü depremin büyüklüğü ile ilgilidir. Deprem büyüklüğünün hesaplanmasında kullanılan en yaygın ölçü "magnitüd" dür. Magnitüd deprem büyüklüğünün ifadesi olup deprem sırasında açığa çıkan enerji miktarıyla orantılıdır. Bu kavram bir depremi tek bir sayı ile ifade etmeyi sağlar. Depremde meydana gelen belirli karakterdeki dalga tiplerinin, eriştikleri uzaklıklardaki, genliklerin periyodlara oranıdır. Örneğin: Yüzey dalgalarının eriştikleri her mesafede maksimum genliğin periyoda oranının verdiği sayı değerine o depremin magnitüdü denmektedir. Enerji ile magnitüd arasında şu ilişki yazılır:

$$\log E = 11.8 + 1.5M$$

Magnitüdeki her bir artış enerjide 32 katlık artışa tekamül eder. Genelde yapılara zarar veren depremlerin magnitüdü 5' den büyüktür. (11)

Magnitüd depreminin merkezindeki büyüklüğünü tanımlamaktadır. Ancak depremin yapılara olan etkisi merkezden uzaklaştıkça azalmaktadır. Bir yapıya etkiyen deprem büyüklüğünü magnitüd değerinde almak için deprem episantrının (merkezinin) yapı altında olması gerekir. Bu nedenle belirli bir noktada depremin büyüklüğü "şiddet" birimiyle ölçülmektedir. Deprem görünen şiddetini, depremin yapılara

yapmış olduğu hasarlara göre belirleyen İtalyan Mercalli (1902), bir şiddet ölçeği hazırlamıştır. Daha sonra Alman Sieberg tarafından bu ölçek biraz değiştirilerek 12 orecelik MERCALLI SIEBERG cetvelini hazırlamıştır. Bu cetveli Prof. Rihter biraz daha düzenleyerek günümüzde kullanılmakta olan RIHTER ölçeğini düzenlemiştir. Rihter ölçeğinden de anlaşılacağı gibi depremin şiddeti yerin ivmesiyle ilgilidir. Depremin şiddetinden yer yer kabuğunun ivmeside bulunabilmektedir. Rihter ölçeği, tabloda şiddeti, yerin ivmesi ve magnitudü ile birlikte verilmiştir.

Şiddet		Yerin İvmesi (mm/sn ²)	Magnitud
I	Sadece aletler tarafından kaydedilir.	10	2.0
II	Yalnız hassas kimseler tarafından duyulur.	25	3.5
III	Özellikle binaların üst katlarında dinlenen insanlar tarafından duyulur.	50	4.2
IV	Yürüyenler farkeder. Duran vasıtalar, kapı ve pencereler sallanır.	100	4.3
V	Ağaçlar ve asılı eşyalar sallanır, eğilir, herkes tarafından farkedilir.	250	4.8
VI	Bir çok kimse korkup dışarı çıkar, sıvalar çatlar, düşer.	500	4.9-5.4
VII	Herkes dışarı çıkar. Hemen her türlü binada cinsine göre az veya çok hasar görülür. Bacalar yıkılır.	1000	5.5-6.1

Vlll	Ahşap ve dolma duvarlar bina iskeletinden dışarı fırlar. arazide Çatlaklar içerisinden kum veya çamur çıkar. Kuyu suları seviyesinde değişme olur.	2500	6.2
lX	Bazı evler çöker. Arazi üzerinde çatlaklar meydana gelir. Borular kırılır.	5000	6.9
X	Birçok bina temelleriyle birlikte harap olur. Demir yolu rayları bükülür.	7500	7-7.3
Xl	Pek az bina ayakta kalır. Köprüler yıkılır. Büyük heyelan ve taşkınlar meydana gelir.	9800	7.4-8.1
Xll	Herşey harap olur. Cisim havaya fırlar yer sarsılır.		

Tablo 2.2 Depremin şiddet cetveli

2.5 DEPREM YÜKLERİNİN STATİK YÜK OLARAK ALINMASI

Bir bölgede olabilecek muhtemel deprem önceden olmuş deprem kayıtlarından ve diğer incelemelerden tesbit edilir. Bu halde yapıda kesit zorlamalarının en olumsuz değerlerinin tayini gerekir. Ancak bu çok uzun ve uğraştırıcı olmaktadır. Bundan dolayı yapıların bazı şartları sağlaması halinde kesit zorlamalarının hesabı için yaklaşık fakat uygulaması kolay metodların aranması yoluna gidilmiştir. Bu metodlar deprem etkileri altında meydana gelecek en olumsuz kesit zorlamalarını yeteri yaklaşıklıkta veren statik kat kuvvetlerinin tayini şeklindedir. Yani dinamik yük olan deprem yükleri statik yükler olarak alınmış olur. Bu kabul bütün yapılar için geçerli değildir. Bu kabulün hangi yapılar ve yükseklikler için geçerli olacağı "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik" ile belirlenmiştir.

Bir yapının maruz kaldığı deprem yükünün statik yük olarak alınabilmesi için yapının taşıyıcı sistemin düzenli, yüksekliğin 75m. den az ve esas mod periyodunun 2 saniyeden az olması gerekir. ancak statik denk deprem yükleri, yapının esas modunun T periyoduna bağlıdır. Yönetmelik yüksekliği 35m den küçük yapılar için T 'nin hesabı için gereken bağıntıları vermiştir. Büyük açıklıklı endüstri yapıları, sinema, spor tesisleri v.b. yapılar ve taşıyıcı sistemi düzenli olsa dahi temel üst kotundan ölçülen yüksekliği 35m. yi geçen binalar ile baca, kule ve yüksek hazneli yapılar için yönetmeliğin verdiği bağıntılar kullanılmaz. Bu tip yapıların periyodları zemin ve yapı özellikleri gözönünde tutularak dinamik yöntemle hesaplanmalıdır.

Peryodun 2 saniyeden büyük olması ve bina yüksekliğinin 75m. den büyük olması durumlarında bina titreşiminin esas mod'dan sonraki yükset mod'larında deprem yüklerine önemli bir şekilde etki olduğundan deprem yükleri statik yük kabul edilemez. Böyle durumlarda dinamik çözüm yapılmalıdır.

Gerek deprem yüklerini statik yük kabul ederek çözüm yaparken gerekse dinamik çözüm yaparken, olması muhtemel depremin seçiminde; hafif depremlere nazaran orta şiddetli depremlerin bunlara nazaran da şiddetli depremlerin daha seyrek oldukları, yapıların ise belirli bir ömrü olduğu, bu ömür boyunca şiddetli depremlerin ya bir defa veya hiç olmayacağı gözönüne alınmalıdır.

Yapıların boyutlandırılması hafif depremlerden hiç bir hasar gelmemesine, orta şiddetli depremlerde yapıda önemli hasar olmaması ve elastik limitin aşılmasına ve şiddetli depremlerde yapıda büyük hasarların olmasına, fakat yapının taşıyıcı kısmının göçmemesine ve can kaybı olmamasına, ekonomiyi de dikkate alarak yapılmalıdır. Ancak bazı yapılarda (nükleer enerji santrali, baraj vb.) en şiddetli depremde bile hasar olmasına müsaade edilemez.

2.6 DEPREM KUVVETLERİNİN HESAPLANMASI

Deprem yüklerinin dinamik yükler olduğu bilinmektedir. Ancak bazı kabuller yapılarak, belli sınırlar içinde kalan yapılarda deprem yükünü statik yük kabul edilerek çözüm yapılmaktadır. Hangi yapılarda bu kabulün yapılacağı "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik" te belirtilmiştir. Uygulamada bu yönetmelik esaslarına göre hesap yapılmaktadır. Buna göre yapıların depreme dayanıklı olarak boyutlandırılmasında kullanılacak statik eşdeğer yatay yüklerin toplamı

$$F = C \cdot W \quad (2.1)$$

denklemlerle hesaplanır. Bu denklemlerde,

C = Deprem katsayısı ve

$$C = C_0 \cdot K \cdot S \cdot I \quad (2.2)$$

denklemlerle hesaplanır. Bu denklemlerde

C_0 = Deprem bölge katsayısı

K = Yapı tipi katsayısı

S = Yapı dinamik katsayısı

I = Yapı önem katsayısı

dır.

C_0 deprem bölge katsayısı deprem bölgelerine göre belirlenen katsayıdır. Depremin şiddeti olduğu bölgeye göre artar. C_0 deprem bölge katsayısı "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik" te verilmiştir. (1)

Deprem Bölgesi	1	2	3	4	5
Deprem Şiddeti	IX	VIII	VII	VI	V
C_o	0.10	0.08	0.06	0.03	-

Tablo 2.3. C_o deprem bölge katsayısı

K yapı tipi katsayısı, yapının taşıyıcı sisteminin deprem güvenliği bakımından durumunu gösterir. Yapı çerçevesinin kolonlu, kolon ve perdeli, düktil veya düktil olmayan, duvarlarının taşıyıcı olup olmamasına göre değişmektedir. Bu katsayının yapı tipine göre hesap değerleri tablodaki gibidir.

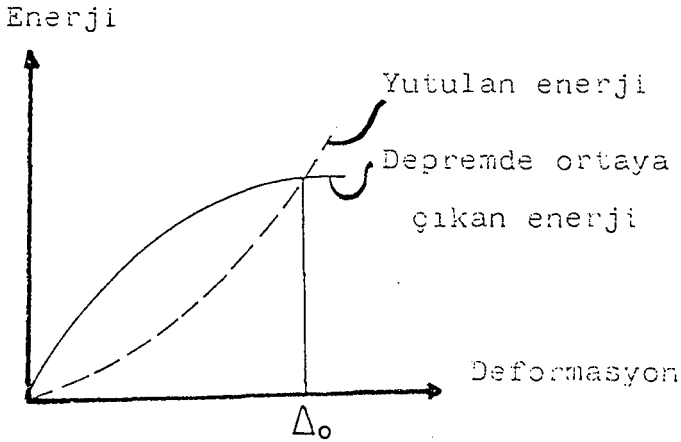
Yapı Tipi	K
Tüm perde duvarlı kutu sistemler	1.33
Çerçeveleri yatay yüklerin tamamını taşıyabilen çerçeve taşıyıcı sistemler (a,b ve c için dip nota bakınız) ¹	
1. Düktil çerçeveler	a) 0.60 b) 0.80 c) 1.00
2. Düktil olmayan çerçeveler	a) 1.20 b) 1.50 c) 1.50
3. Diyagonalı çelik kafes çerçeveler	a) 1.33 b) 1.50 c) 1.60
Düktil çerçeveleri ile yatay yüklerin en az %25'ini taşıyabilen perde duvarlı sistemler	a) 1.80 b) 1.00 c) 1.20

Yığma binalar	1.50
Bağımsız zemin üstü hazneleri (Maksimum yatay kuvvet katsayısı $C=0.30$)	3.00
Binalardan başka yapılar bacalar, kuleler (Maksimum yatay kuvvet katsayısı $C=0.30$)	2.00
Tanımı ayrıca yapılmamış tüm taşıyıcı sistemler	1.00

Tablo 2.4. Yapı tipi katsayısı

2.6.1 DÜKTİLİTE

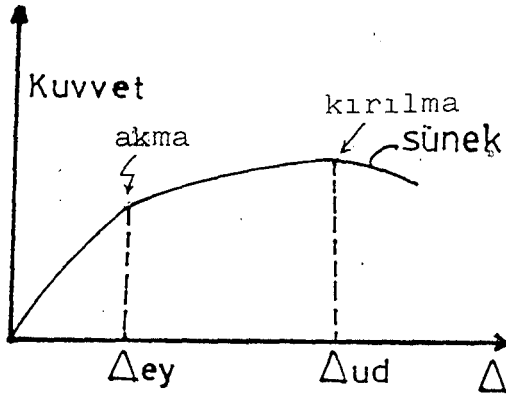
Bir yapı veya elemanın düktil (sünek) olması, onun deprem esnasında ortaya çıkan enerjinin büyük bir kısmını mukavemetinden birşey kaybetmeden yutmasıdır. (10)



Şekil 2.2. Depremde enerji deformasyon ilişkisi

1. a) Betonarme vada yatay ve düşey donatılı yığma duvarlı
- b) Donatısız yığma bölme duvarlı
- c) Hafif ve az bölme duvarlı vada prefabrikte beton bölme duvarlı

Bir deprem esnasında yapı veya elemanın taşıma gücünde azalma olmadan Δ_0 deformasyonu yapabiliyorsa bu deprem yapının göçmesine sebep olmayacaktır. Ancak Δ_0 deformasyonuna gelmeden kırılıyorsa bu deprem yapı veya elemanın göçmesine sebep olur. Buna göre bir yapının düktilite mertebesi için kırılma anındaki deformasyonun akma anındaki deformasyonuna oranı olarak tanımlanabilir. Grafik olarak gösterilirse: (10)



Şekil 2.3 Kuvvet deformasyon diyagramı

$$M_d = \frac{\Delta_{ud}}{\Delta_{ey}} \quad (2.3)$$

olur. Deformasyon olarak dönme veya eğrilik alınabilir. Dönme alınması durumunda (Dönme düktilite oranı)

$$M_{\phi} = \frac{\phi_u}{\phi_e} \quad (2.4)$$

şeklinde tanımlanabilir.

Burada;

ϕ_u : kırılma olmadan kesitin yapabildiği maks-

mum dönme

σ_e : kesitle malzemenin (donatının) elastik limitte eriştiği anda kesitteki dönmedir.

Δ_{ud} : kırılma anındaki deformasyon

Şekil (2-2) ve (2-3)'den de anlaşılacağı gibi bir yapı, yapı bölgesindeki şiddetli depremlerde,

$$\Delta_{ud} > \Delta_0$$

olacak şekilde boyutlandırılmalı.

S Yapı dinamik katsayısı yapı ve üzerinde bulunduğu zeminin dinamik özelliklerine bağlıdır. Bu katsayı için Afet Yönetmeliğinde verilen formül

$$S = \frac{1}{0.8 + T - T_0} < 1 \quad (2.5)$$

dir. Bu formülle T yapının, T_0 zeminin periyodlarıdır. Yığma, tek katlı ve iki katlı yapılarda $S=1$ alınır. Yapının hakim periyodu T deneysel çalışmalarla bulunmadıkça şu formüllerle

$$T = \frac{0.09 H}{\sqrt{D}} \quad \text{veya} \quad T = (0.07 - 0.1)N \quad (2.6)$$

hesaplanır ve olumsuz olanı alınır. H bina yüksekliği, D deprem yönünde bina genişliği ve N kat sayısıdır. Büyük açıklıklı (endüstri yapıları, sinema, spor tesisleri v.b) ve yüksekliği 35m yi geçen yapılarda bu formüller kullanılmaz. Böyle durumlarda yapı ve zemin özellikleri gözönüne alınarak dinamik yöntemle hesaplanmalıdır.

T_0 zemin hakim periyodu deneylerle, teorik yaklaşımlarla belirlenmedikçe ve taban kayası kalınlığı 50m den büyükse aşağıdaki tablo değerleri kullanılır.

Zemin Cinsi	Zemin Peryodu (T_0)
1	0.25
2	0.42
3	0.60
4	0.80

Tablo 2.6. Zemin peryodu

Zemin tabakasının 50m den farklı kalınlıkta olması durumunda bu tablo değerleri kullanılmaz. Bu durumda zemin peryodu

$$T_0 = \frac{4 \text{ Hz}}{V_s} \quad (2.6)$$

formülüyle hesaplanır. V_s kayma dalgası hızı ve Hz tabaka kalınlığı deneysel, ampirik veya teorik olarak hesaplanmalıdır. V_s kayma dalgası hızı farklı zemin tabakalarının bulunması halinde her tabaka için T_0 hesaplanmalıdır. Kayma dalgası hızı zeminde deneyler yapılarak (Standart Penetrasyon, Sıkılık, Serbest basınç direnci) belirlenir. Kayma dalgası hızının 700m/sn den büyük olduğu zeminlerde T_0 hesaplanmasına gerek yoktur.

Amerikan yönetmeliğinde zeminlerin etkisi $S/T^{2/3}$ formülüyle ifade edilmektedir. Romanya yönetmeliğinde ise $S=3/T$ ile hesaplanır.

I yapı önem katsayısı yapıların önem derecelerine ve verdiği hizmet büyüklüğüne göre değişmektedir. Yapılara göre değerleri Tablo (2-7)'de verilmiştir.

Yapılar	I
a- Bir deprem süresince yada hemen sonra kullanılması zorunlu yapılar (hastahane, PTT gibi)	1.50
b- Önemli ve değerli malları saklayan yapılar	1.50
c- Halkın çok yığıldığı yapılar (okullar, sinemalar, spor tesisleri, tiyatrolar, ibadet mahalleri v.b)	1.50
d- Halkın az yığıldığı yapılar	1.00

Tablo 2.7 Yapı önem katsayısı

C deprem katsayısı yukarıda verilen parametreler gözönüne alınarak hesaplanır. C deprem katsayısı $C_0/2$ den daha küçük olamaz.

W toplam bina ağırlığıdır. Bu ağırlık belli bir oranda azaltılmış hareketli yükler ile zati yüklerin toplamı olarak alınır. Binanın toplam ağırlığı, N kat sayısı olmak üzere,

$$W = \sum_{i=1}^N W_i \quad , \quad W_i = G_i + nP_i \quad (2.7)$$

formülüyle hesaplanır. Burada

G_i =i inci kattaki sabit yükler toplamı

P_i =i inci kattaki hareketli yükler toplamı

n = hareketli yük azalma katsayısı

n depolar, antrepolar v.b. yapılarda 0.80; okullar, öğrenci yurtları, spor tesisleri, sinema, konser salonları, tiyatrolar, garaj, lokanta, mağaza v.b. yapılarda 0.60 ve özel konutlar, oteller, hastahaneler, iş yerleri v.b. yapılarda 0.30 alınır.

B Ö L Ü M 3

LİNEER YAPI SİSTEMLERİNİN ANALİZİ

3.1 GİRİŞ

Yapı sistemlerinin analizinde iki yöntem vardır. Bunlar,

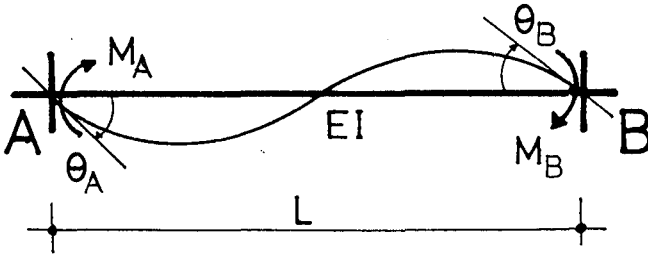
1- Kuvvet Metodu

2- Deplasman Metodu (açı metodu)

Hiperstatik sistemlerin kuvvet metoduyla çözümünde bilinmeyen olarak kuvvetler alınır. Sistemde geometrik uygunluk şartlarını sağlayacak şekilde süreklilik denklemleri oluşturulur. Bu denklemlerin ortak çözümünden bilinmeyen olarak alınan kuvvetler bulunur.

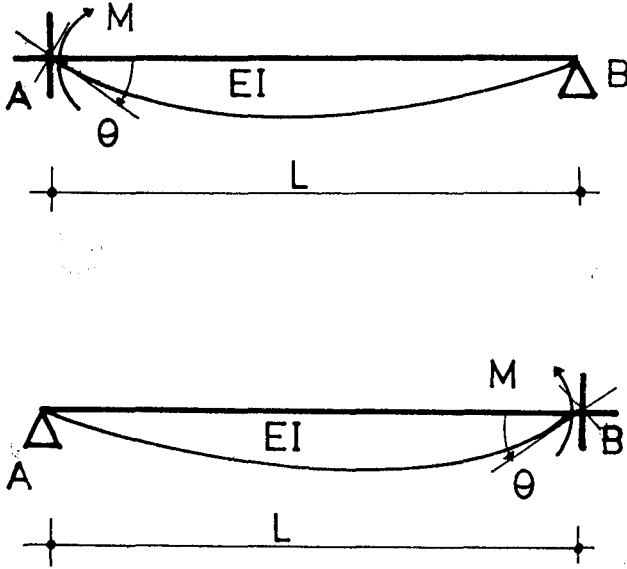
Hiperstatik sistemlerin açı metoduyla çözümünde bilinmeyen olarak düğüm noktalarının dönme açıları ile kat seviyelerindeki yatay deplasmanlar seçilir. Daha sonra her bir düğüm noktası için moment denge denklemi ve herbir kat için yatay denge denklemi yazılır. Elde edilen denklem sisteminin çözümünden dönme açıları ve yanal deplasmanlar bulunur. Bulunan bu dönüş açıları ve deplasman değerleri kullanılarak çubuk uç momentleri ve mesnet reaksiyonları elde edilir.

3.2.1. PRİZMATİK KİRİŞLERDE MOMENT-DEPLASMAN BAĞINTISI



Şekil 3.1. İki ucu rijit düğüm noktasına oturan kiriş

$$\begin{bmatrix} M_A \\ M_B \end{bmatrix} = \frac{EI}{L} \begin{bmatrix} 4 & 2 \\ 2 & 4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \theta_A \\ \theta_B \end{bmatrix} \quad (3.1)$$



Şekil 3.2. Bir ucu rijit diğer ucu mafsallı düğüm noktasına oturan kirişler

$$a- \begin{bmatrix} M_A \\ M_B \end{bmatrix} = \frac{EI}{L} \begin{bmatrix} 3 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \theta_A \\ \theta_B \end{bmatrix} \quad (3.2)$$

$$b- \begin{bmatrix} M_A \\ M_B \end{bmatrix} = \frac{EI}{L} \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \theta_A \\ \theta_B \end{bmatrix} \quad (3.3)$$

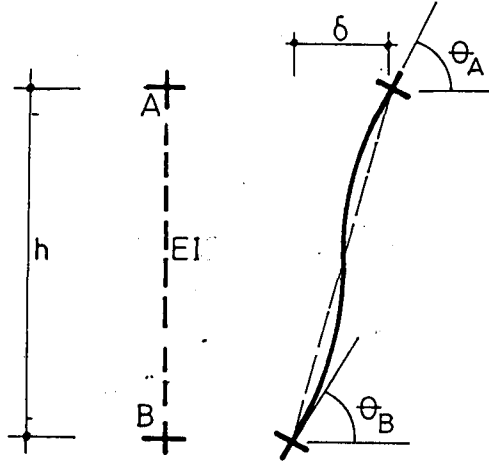
a- Sağ uç mafsallı ise

b- Sol uç mafsallı ise

moment denklemdir.

3.2.2 PRİZMATİK KOLONLARDA MOMENT-DEPLASMAN BAĞINTILARI

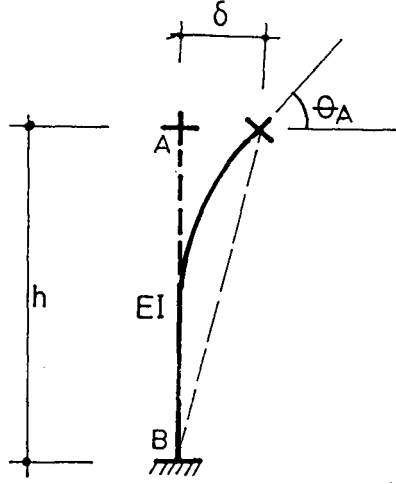
Durum 1. Ara kat kolonlarında



Şekil 3.3.

$$\begin{bmatrix} M_A \\ \\ M_B \end{bmatrix} = \frac{EI}{h} \begin{bmatrix} 4 & 2 & -6 \\ 2 & 4 & -6 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \theta_A \\ \theta_B \\ \delta \end{bmatrix} \quad (3.4)$$

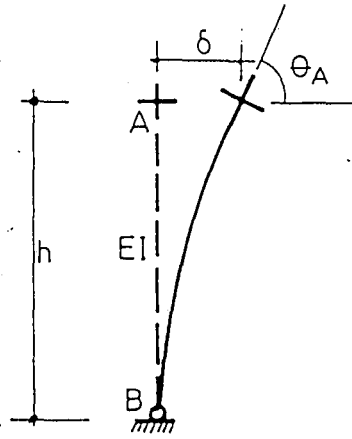
Durum 2. Zemin kat kolonlarında



Şekil 3.4.

$$\begin{bmatrix} M_A \\ M_B \end{bmatrix} = \frac{EI}{h} \begin{bmatrix} 4 & 0 & -6 \\ 2 & 0 & -6 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \theta_A \\ \theta_B \\ \delta \end{bmatrix} \quad (3.5)$$

Durum 3. Zemin kat kolonlarında

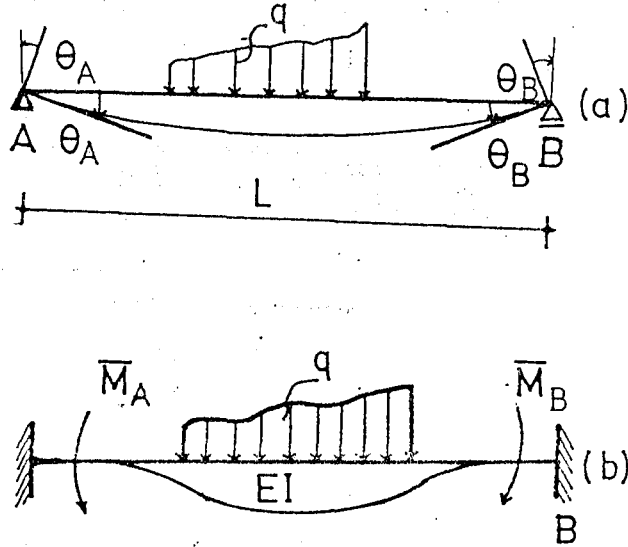


Şekil 3.5.

$$\begin{bmatrix} M_A \\ M_B \end{bmatrix} = \frac{EI}{h} \begin{bmatrix} 3 & 0 & -3 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \theta_A \\ \theta_B \\ \delta \end{bmatrix} \quad (3.6)$$

3.2.3 ANKASTRELİK MOMENTLERİ

1. İki ucu rijit kirişlerde



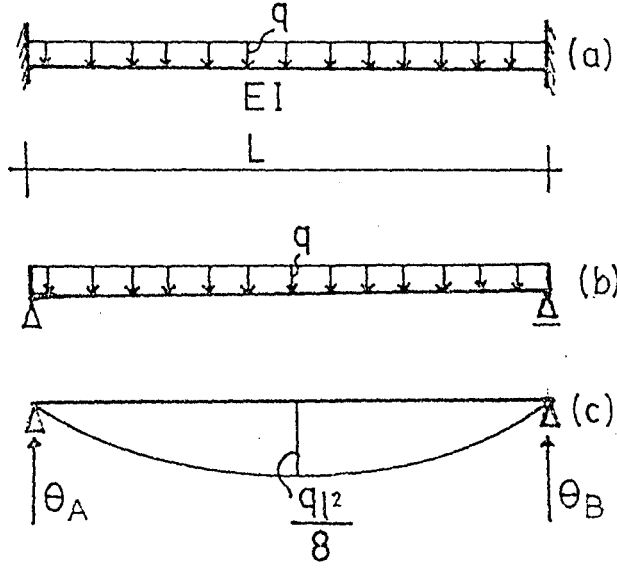
Şekil 3.6. İki ucu ankastre kirişlerde ankastrelik momentleri

$$\bar{M}_A = -\frac{4EI}{L} \theta_A + \frac{2EI}{L} \theta_B \quad (3.7)$$

$$\bar{M}_B = -\frac{2EI}{L} \theta_A + \frac{4EI}{L} \theta_B \quad (3.8)$$

Tanınm gereği şekil 3.6 daki basit kirişte dönmeyi yok eden momentler ankastrelik momentleridir. Bu durumda saat yönünde oluşan ankastrelik momentleri pozitif (+) tersi yönünde oluşan momentler negatif olarak kabul edilmiştir.

θ_A, θ_B : Mohr yöntemine göre hesaplanan mesnet tepkileridir. L boyunca q yükü ile yüklü bir kirişte θ_A ve θ_B aşağıdaki gibi hesaplanır:



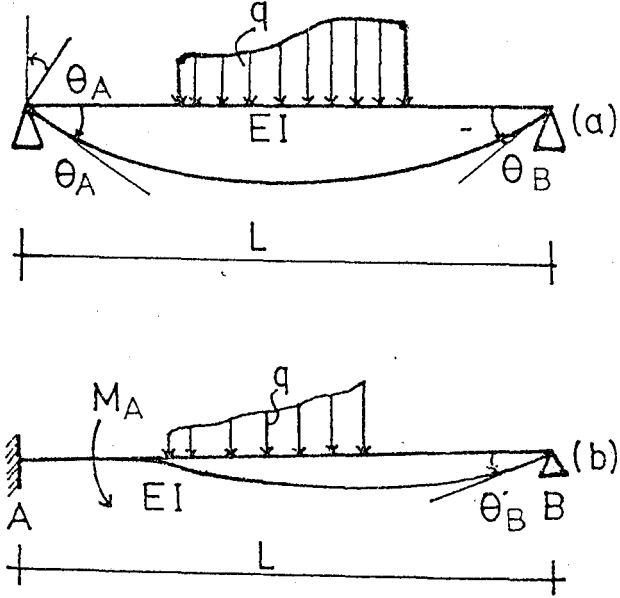
Şekil 3.7. Mohr yöntemine göre mesnet tepkileri

$$\theta_A = \theta_B = \frac{qL^2}{8EI} \cdot \frac{1}{2} \times \frac{2}{3} = \frac{qL^3}{24EI} \quad (3.9)$$

Denklem 1 ve 2 de yerine yazılırsa

$$-\bar{M}_A = \bar{M}_B = \frac{4EI}{L} \left(-\frac{qL^3}{24EI} \right) + \frac{2EI}{L} \left(\frac{qL^3}{24EI} \right) = \frac{qL^2}{12} \quad (3.10)$$

2. Bir ucu rijit diğerk ucu mafsallı kirişlerde



Şekil 3.8. Bir ucu rijit diğerk ucu mafsallı kirişlerde ankastrelilik momentleri

$$\bar{M}_A = \bar{M}_A + \frac{1}{2} \bar{M}_B \quad (3.11)$$

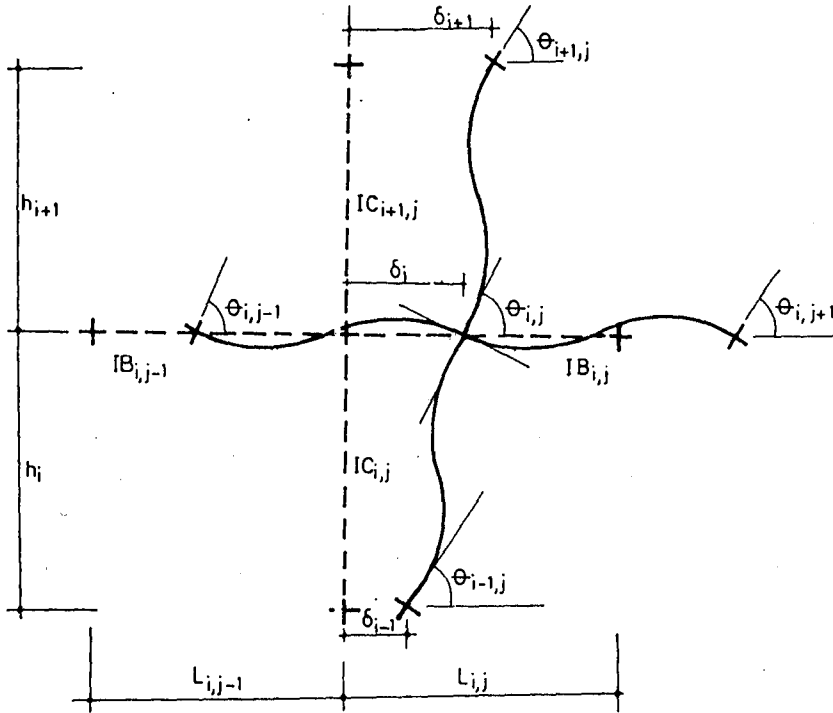
(3.7) denkleminde \bar{M}_A ve \bar{M}_B nin değerleri yukarıdaki denklemde yerine konursa

$$\bar{M}_A = \frac{qL^2}{12} + \frac{qL^2}{12} \times \frac{1}{2} = \frac{qL^2}{8} \quad (3.12)$$

olarak hesaplanır.

3.2.4 DÜĞÜM NOKTALARINDA DENGE DENKLEMLERİ

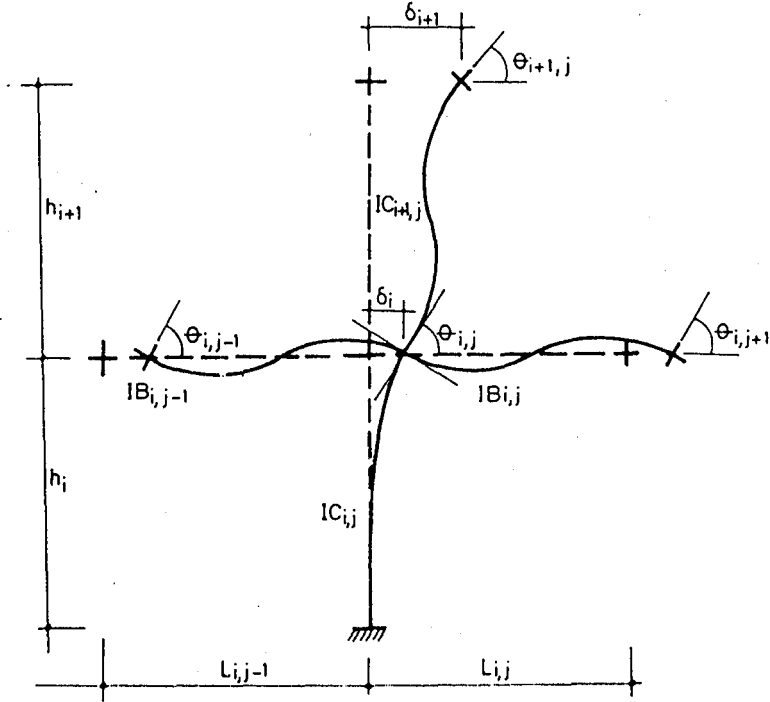
Durum 1. Ara kat düğüm noktaları için



Şekil 3.9. Şekil değiştirme hali

$$\begin{aligned}
 & 4 \frac{IB_{i,j}}{L_{i,j}} + \frac{IB_{i+j-1}}{L_{i,j-1}} + \frac{IC_{i,j}}{h_i} + \frac{IC_{i+1,j}}{h_{i+1}} \theta_{i,j} \\
 & + 2 \frac{IB_{i,j}}{L_{i,j}} \theta_{i,j+1} + \frac{IB_{i,j-1}}{L_{i,j-1}} \theta_{i,j-1} \\
 & + 2 \frac{IC_{i,j}}{h_i} \theta_{i-1,j} + \frac{IC_{i+1,j}}{h_{i+1}} \theta_{i+1,j} \\
 & + 6 \frac{IC_{i+1,j}}{h_{i+1}} \delta_{i+1} + \frac{IC_{i,j}}{h_i} \delta_{i-1} = \frac{\overline{MBL}_{i,j} - \overline{MBR}_{i,j-1}}{E} \quad (3.13)
 \end{aligned}$$

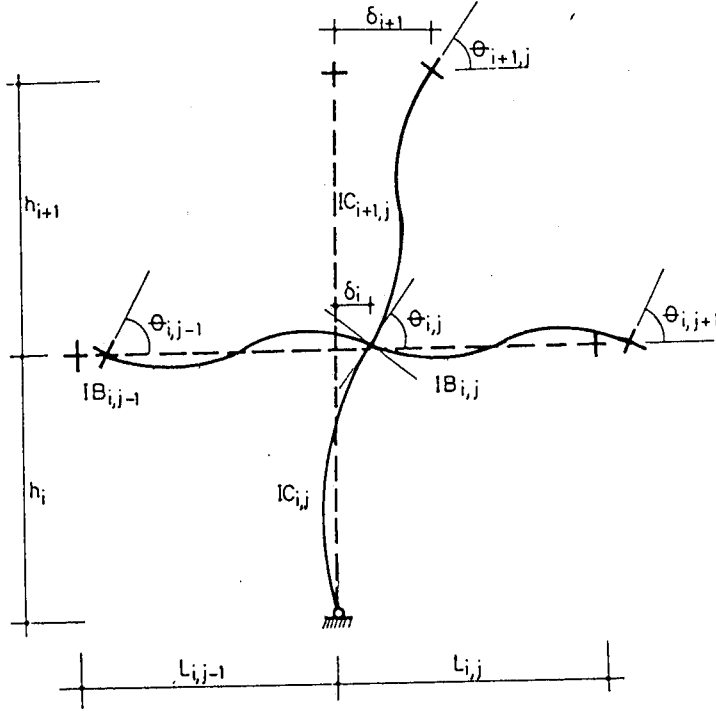
Durum 2. Birinci kat düğüm noktaları için



Şekil 3.10. Şekil değiştirme hali

$$\begin{aligned}
 & 4 \frac{IB_{i,j}}{L_{i,j}} + \frac{IB_{i,j-1}}{L_{i,j-1}} + \frac{IC_{i,j}}{h_i} + \frac{IC_{i+1,j}}{h_{i+1}} \theta_{i,j} \\
 & + 2 \frac{IB_{i,j}}{L_{i,j}} \theta_{i,j+1} + \frac{IB_{i,j-1}}{L_{i,j-1}} \theta_{i,j-1} + \frac{IC_{i+1,j}}{h_{i+1}} \theta_{i+1,j} \\
 & + 6 \frac{IC_{i+1,j}}{h_{i+1}} \delta_{i+1} + \frac{IC_{i,j}}{h_i} \delta_i = \frac{\overline{MBL}_{i,j} - \overline{MBR}_{i,j-1}}{E} \quad (3.14)
 \end{aligned}$$

Durum 3. Birinci kat düğüm noktaları için

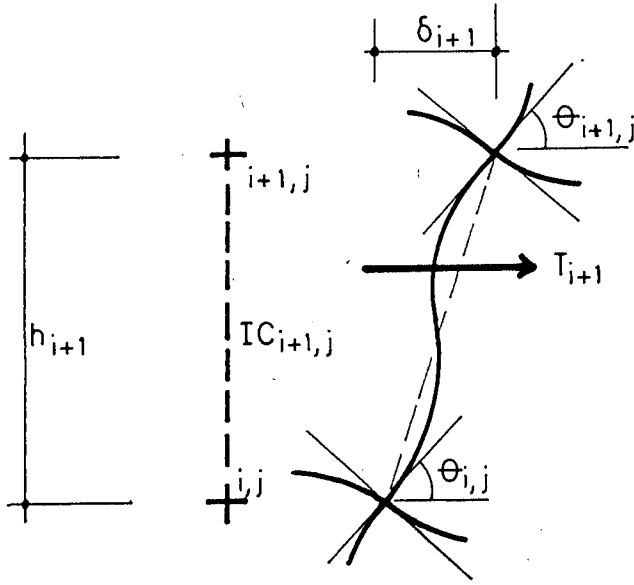


Şekil 3.11. Şekil değiştirme hali

$$\begin{aligned}
 & 4 \frac{IB_{i,j}}{L_{i,j}} + \frac{IB_{i,j-1}}{L_{i,j-1}} + \frac{IC_{i+1,j}}{h_{i+1}} \theta_{i,j} + \frac{3IC_{i,j}}{h_i} \theta_{i,j} \\
 & + 2 \frac{IB_{i,j}}{L_{i,j}} \theta_{i,j+1} + \frac{IB_{i,j-1}}{L_{i,j-1}} \theta_{i,j-1} + \frac{IC_{i+1,j}}{h_{i+1}} \theta_{i+1,j} \\
 & + 2 \frac{IC_{i+1,j}}{h_{i+1}} + \delta_{i+1} \frac{3IC_{i,j}}{h_i} \delta_i = \frac{\overline{MBL}_{i,j} - \overline{MBR}_{i,j-1}}{E} \quad (3.15)
 \end{aligned}$$

3.2.5 KAT SEVİYESİNDE KESİCİ KUVVETLER

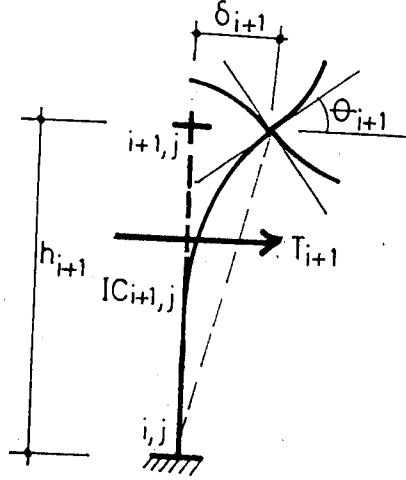
Durum 1. Ara katlarda



Şekil 3.12.

$$\begin{aligned}
 \sum_{j=m}^n T_{i+1} &= \sum_{j=m}^n \frac{6EIC_{i+1,j}}{h_{i+1}} \theta_{i,j} + \sum_{j=m}^n \frac{6ETC_{i+1,j}}{h_{i+1}} \theta_{i+1,j} \\
 + \sum_{j=m}^n \frac{12EIC_{i+1,j}}{h_{i+1}^2} \delta_{i+1} &= Q_{i+1}
 \end{aligned}
 \tag{ 3.16 }$$

Durum 2. Zemin katta

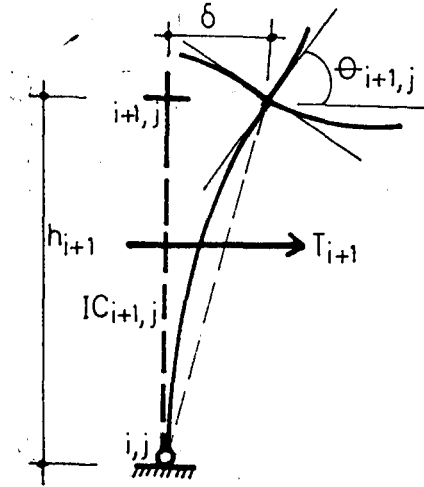


Şekil 3.13.

$$\sum_{j=m}^n T_{i+1} = \sum_{j=m}^n \frac{6EIC_{i+1, j}}{h_i} \theta_{i+1, j} + \sum_{j=m}^n \frac{12EIC_{i+1, j}}{h_i^2} \delta_{i+1}$$

$$= Q_{i+1} \quad (3.17)$$

Durum 3. Zemin katta



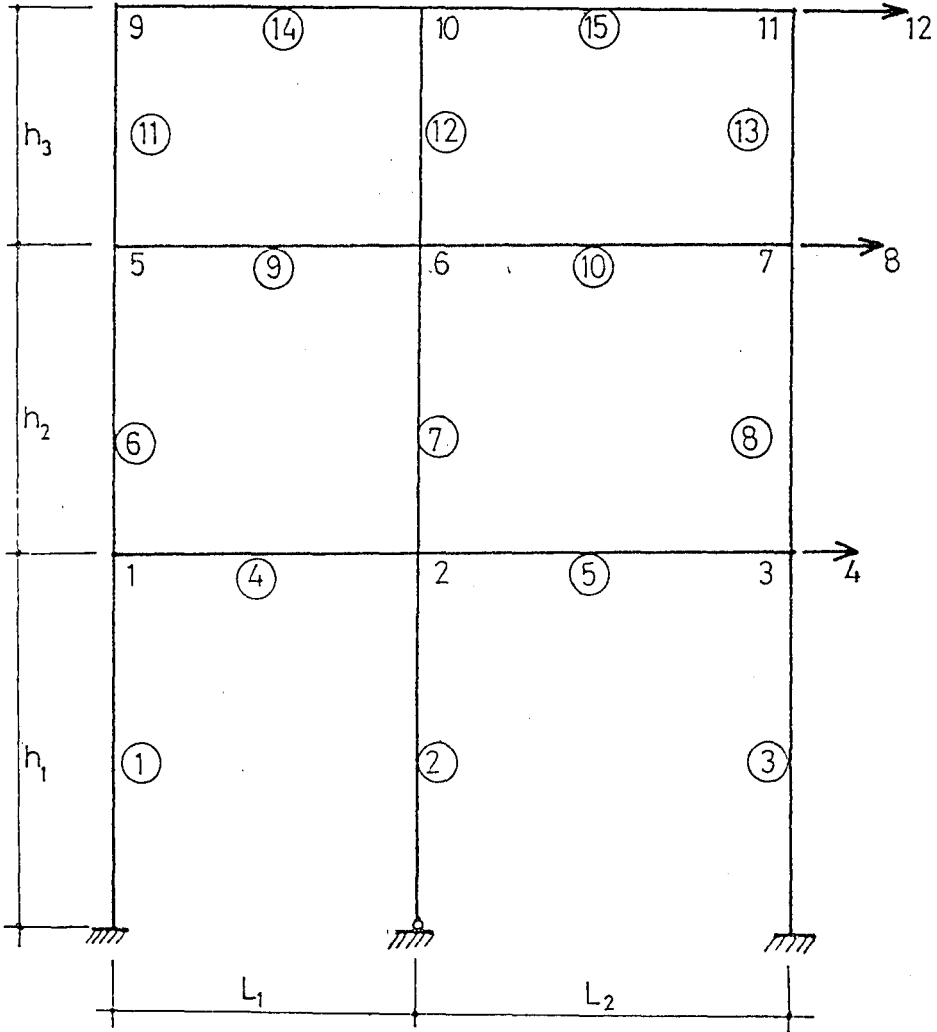
Şekil 3.14.

$$\sum_{j=m}^n T_{i+1} = \sum_{j=m}^n \frac{3EIC_{i+1,j}}{h_i} \theta_{i+1} + \sum_{j=m}^n \frac{3EIC_{i+1}}{h_i^2} \delta_{i+1}$$

$$= Q_{i+1} \quad (3.18)$$

3.3 ÖRNEK ÇERÇEVENİN DENKLEM TAKIMLARININ KURULMASI

Örnek olarak alınan çerçevenin düğüm noktaları ve elemanları şekildeki gibi numaralandırılmıştır (Şekil 3-15).



Şekil 3.15. Örnek çerçeve

Hiperstatik çerçevelerin açılı metoduyla çözümü için Şekil (3-15)'deki örnek çerçevenin düğüm ve yatay denge denklemleri Tablo (3-1)'deki gibi yazılarak oluşturulan katsayı matrisi Tablo (3-2)'deki gibidir.

$A = 4 (I_1 / h_1 + I_6 / h_1 + I_4 / L_1)$	
$B = 4 (I_4 / L_1 + I_7 / h + I_5 / L_2) + 3 (I_2 / h_1)$	
$C = 4 (I_5 / L_2 + I_8 / h_2 + I_2 / h_1)$	
$D = 12 ((I_1 + I_2 + I_3) / h_1)$	
$E = 4 (I_{11} / h_3 + I_6 / h_2 + I_9 / L_1)$	
$F = 4 (I_{12} / h_3 + I_7 / h_2 + I_9 / L_1 + I_{10} / L_2)$	
$G = 4 (I_{13} / h_2 + I_{10} / L_2 + I_8 / h_2)$	
$H = 12 ((I_6 + I_7 + I_8) / h_2)$	
$I = 4 (I_{11} / h_3 + I_4 / L_1)$	
$K = 4 (I_{14} / L_1 + I_{15} / L_2 + I_{12} / h_3)$	
$L = 4 (I_{15} / L_2 + I_{13} / h_3)$	
$M = 12 ((I_{11} + I_{12} + I_{13}) / h_3)$	
$N = 2 (I_4 / L_1)$	$C' = 2 (I_6 / h_2)$
$O = 2 (I_5 / L_2)$	$D' = 2 (I_7 / h_2)$
$\ddot{O} = 6 (I_3 / h_1)$	$E' = 2 (I_8 / h_2)$
$P = 2 (I_9 / L_1)$	$F' = 2 (I_{11} / h_3)$
$R = 2 (I_{10} / L_2)$	$U' = 2 (I_{12} / h_3)$
$S = 6 (I_8 / h_3)$	$i' = 2 (I_{13} / h_3)$
$\mathcal{S} = 2 (I_{14} / L_1)$	$K' = 6 (I_8 / h_2)$

$T = 2 (I_{15} / L_2)$	$L' = 6 (I_{13} / h_3)$
$U = 6 (I_{13} / h_3)$	$M' = 6 (I_7 / h_2)$
$\ddot{U} = 3 (I_2 / h_1)$	$N' = 6 (I_{12} / h_3)$
$V = 6 (I_7 / h_2)$	$O' = 6 (I_6 / h_2)$
$Y = 6 (I_{12} / h_3)$	$\ddot{O}' = 6 (I_{11} / h_3)$
$A' = 6 (I_6 / h_2)$	$B' = 6 (I_{11} / h_3)$

Tablo 3.1. Denklem katsayıları

Tablo (3-1)'deki denklem katsayıları örnek çerçevenin düğüm ve yatay denge denklemlerinde yazılan her bir dönme ve deplasman terimlerinin çarpanlarını göstermektedir.

1'nolu düğüm noktasında düğüm dengesi,

$$4(I_1/h_1 + I_6/h_2 + I_4/L_1)\theta_1 + 2(I_6/h_2)\theta_5 + 2(I_4/L_1)\theta_2 + 6(I_1/h_1)\delta_1 + 6(I_6/h_2)\delta_2 = 0$$

olarak yazılır. Bu denklem tablodaki şekilde yazılacak olursa şöyle yazılır;

$$Ax\theta_1 + C'x\theta_5 + Nx\theta_2 + Zx\delta_1 + O'x\delta_2 = 0$$

Diğer düğüm ve yatay denge denklemleri aynı şekilde yazılarak katsayı matrisi kurulmuştur. Denklemlerin uzun olmasından dolayı katsayı matrisi bu şekilde kurulmuştur. E elastise modülünü göstermektedir.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	θ, δ
E	A	N		Z	C'			O'					θ_1
	N	B	O	Ü		D		M'					θ_2
		O	C	Ö			E	K'					θ_3
	Z	Ü	Ö	D									δ_1
	C'				E''	P		A'	F'			O'	θ_5
		D'			P	F	R	V		H'		N'	θ_6
			E'			R	G	S			i'	L'	θ_7
	O'	M'	K'		A'	V	S	H					δ_2
					F'				i	S		B'	θ_9
						H'			Ş	K	T	Y	θ_{10}
							i'			T	L	U	θ_{11}
					O'	N'	L'		B'	Y	U	M	δ_3

Tablo 3.2 Örnek gercevenin katsayı matrisi

B Ö L Ü M 4

YÜKLEME DURUMLARI

4.1 YÜK ANALİZLERİ

Örnek olarak, 8 katlı ve her katında 4 daire bulunan bir konut düşey ve yatay yüklere göre çözülecektir. Çözümler üç değişik yükleme durumu için yapılacaktır. Örnet olarak alınan binanın kaşıp planı Şekil (4-7)'deki gibidir. Bu örnek çözümün amacı üç değişik yükleme durumları olan ve birbirlerine göre ağır, normal ve hafif yüklemede; yapının ağırlığında, düşey ve yatay yükler etkisinde kesit tesirlerinde meydana gelen değişikliklerin etkisini incelemektir. Bu cözümelerde değişim oranlarını tam olarak görmek için kolon ve kiriş kesitleri sabit alındı. Kolon kesitleri 30/70 cm ve kiriş kesitleri 25/70 cm dir. Yatay yüklere göre çözüm her deprem bölgesi için ve üç ayrı yükleme durumuna göre ayrı ayrı yapılacaktır.

Çözümler açı metoduna göre çözüm yapan bilgisayar programlarıyla yapılacaktır. Yükleme durumlarında kabul edilen yükler günümüzde kullanılmakta olan TS 498 deki esaslara göre belirlenerek alınmıştır.

4.1.1 1. TİP YÜKLER

1.tip yüklemede kabul edilen yükler şöyledir.

Döşeme kaplamaları : Odalar karo; merdiven ve ıslak hacimler
karomozayik

Duvarlar : Delikli tuğla

Çatı cinsi : Ahşap oturtma çatı ve marsilya kiremiti

Döşeme yükleri

Döşeme özağırlığı	2.500 x 0.12 = 0.300 t/m ²
Tesviye betonu	2.200 x 0.03 = 0.066 t/m ²
Şap	2.200 x 0.02 = 0.044 t/m ²
Karo	0.015 x 2 = 0.030 t/m ²
Sıva	2.000 x 0.02 = 0.040 t/m ²
Hareketli yük	= 0.200 t/m ²

	q = 0.680 t/m ²

Hareketli yükün 0.350 t/m² olduğu yerde q = 0.830 t/m²

Döşeme kalınlığınının 15 cm olduğu yerde q = 0.750 t/m²

Düşük döşemelerde yükler

Döşeme özağırlığı	2.500 x 0.12 = 0.300 t/m ²
Curuf betonu	1.450 x 0.30 = 0.435 t/m ²
Tesviye betonu	2.200 x 0.03 = 0.066 t/m ²
Karo mozayik	2.000 x 0.02 = 0.044 t/m ²
Sıva	2.000 x 0.02 = 0.040 t/m ²
Hareketli yük	= 0.200 t/m ²

	q = 1.090 t/m ²

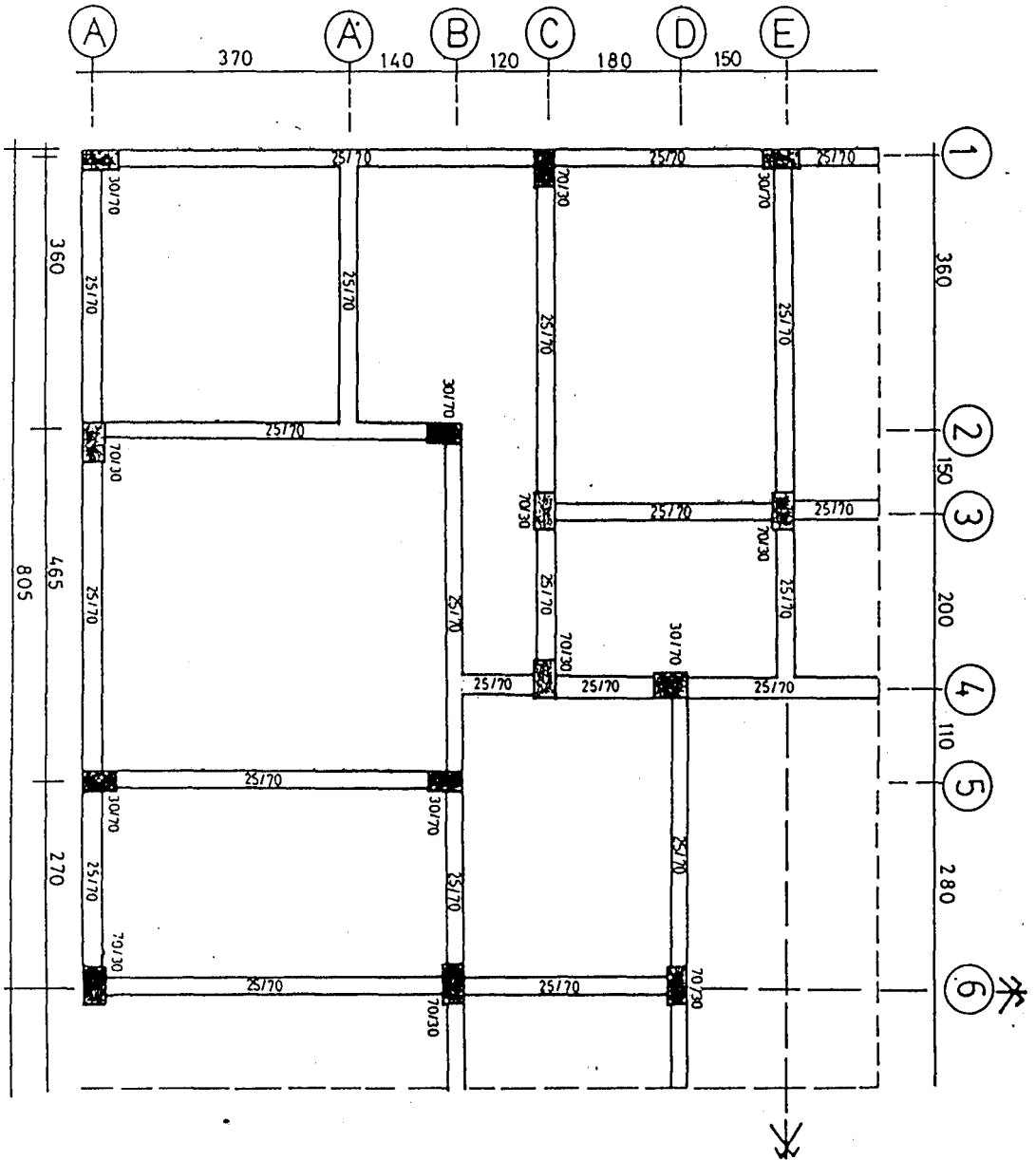
Çatı katı döşeme yükleri

Döşeme özağırlığı	2.500 x 0.10 = 0.250 t/m ²
Ahşap çatı	= 0.035 t/m ²
Çatı kaplaması	= 0.050 t/m ²
Tavan sıvası	2.200 x 0.02 = 0.044 t/m ²
Kar yükü	= 0.075 t/m ²

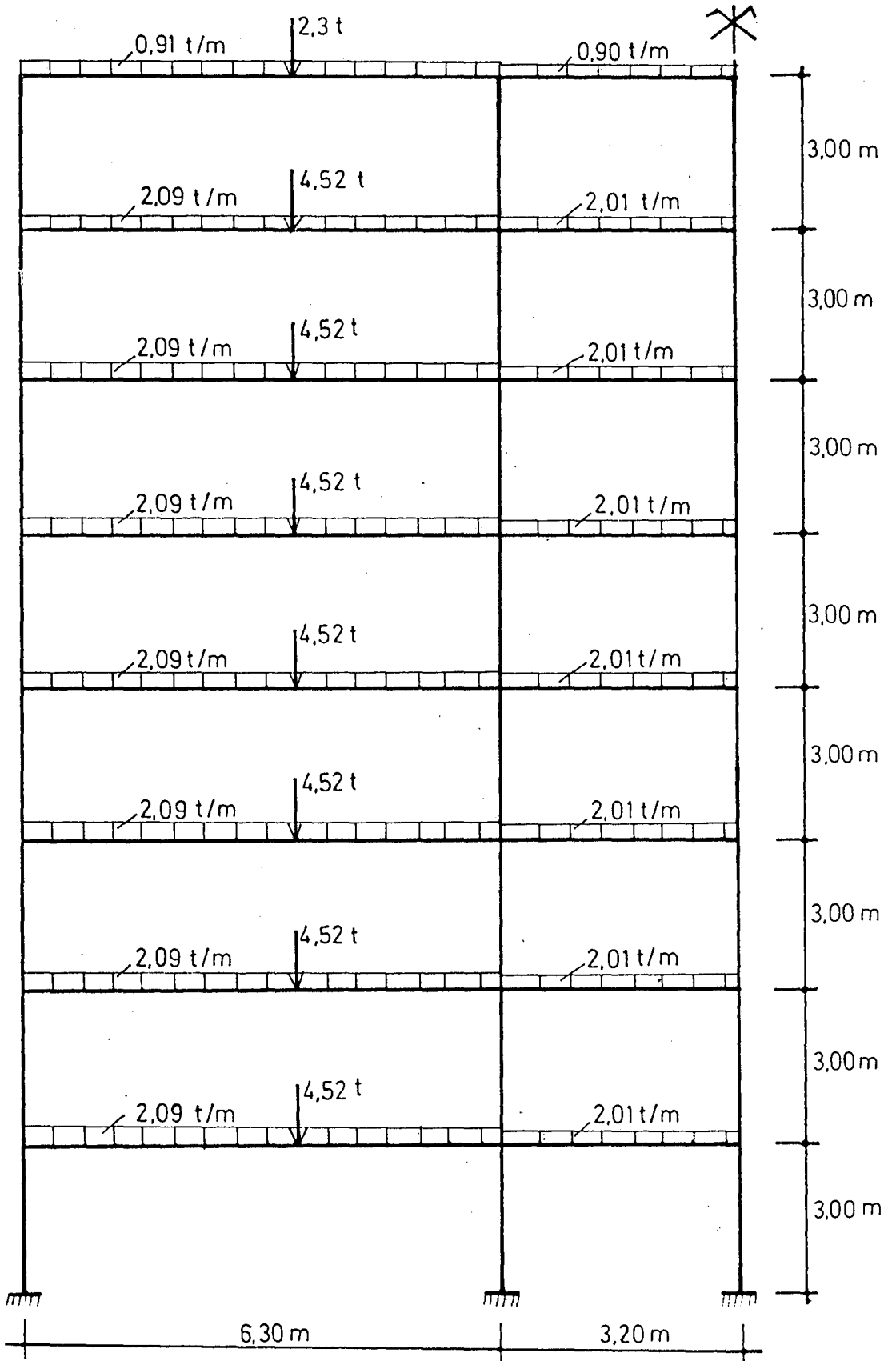
	q = 0.454 t/m ²

Dış duvarlarda iki kat boşluklu tuğla (1 m =0.42 t/m)
bölme duvarlarda ise bir kat boşluklu tuğla (1 m =0.25 t/m)
kullanılmıştır.

Çözülecek örnek binanın kalıp planı Şekil (4-1.a)'daki gibidir. Bina simetrik olduğu için sadece bir dairesi çizilmiştir. Ancak çözümler tamamı için yapılacaktır.



Şekil 4.1.a Kalıp planı



Şekil 4.1. 1. tip yükleme

! ORNEK 1 1-1 AKSI CERCEVESI

KAT SAYISI= 8 ACIKLIK SAYISI= 4

KAT YUKSEKLİKLERİ

1 . KAT = 3.00
 2 . KAT = 3.00
 3 . KAT = 3.00
 4 . KAT = 3.00
 5 . KAT = 3.00
 6 . KAT = 3.00
 7 . KAT = 3.00
 8 . KAT = 3.00

ACIKLIKAR

1 .ACIKLIK = 6.30
 2 .ACIKLIK = 3.20
 3 .ACIKLIK = 3.20
 4 .ACIKLIK = 6.30

KOLON RIJITLİKLERİ

	1.KOL.	2.KOL.	3.KOL.	4.KOL.	5.KOL.
1 . KAT	0.53	2.86	0.53	2.86	0.53
2 . KAT	0.53	2.86	0.53	2.86	0.53
3 . KAT	0.53	2.86	0.53	2.86	0.53
4 . KAT	0.53	2.86	0.53	2.86	0.53
5 . KAT	0.53	2.86	0.53	2.86	0.53
6 . KAT	0.53	2.86	0.53	2.86	0.53
7 . KAT	0.53	2.86	0.53	2.86	0.53
8 . KAT	0.53	2.86	0.53	2.86	0.53

KIRIS RIJITLİKLERİ

	1 .AC	2 .AC	3 .AC	4 .AC
1 . KAT	1.13	2.23	2.23	1.13
2 . KAT	1.13	2.23	2.23	1.13
3 . KAT	1.13	2.23	2.23	1.13
4 . KAT	1.13	2.23	2.23	1.13
5 . KAT	1.13	2.23	2.23	1.13
6 . KAT	1.13	2.23	2.23	1.13
7 . KAT	1.13	2.23	2.23	1.13
8 . KAT	1.13	2.23	2.23	1.13

KAT= 8	ACIKLIK 1	-2.31	3.35	5.58	4.68	3.47	3.84
	ACIKLIK 2	-2.25	2.13	0.03	0.75	2.40	0.28
	ACIKLIK 3	-0.03	0.75	2.25	2.13	0.80	0.28
	ACIKLIK 4	-5.58	4.68	2.31	3.35	2.84	3.84

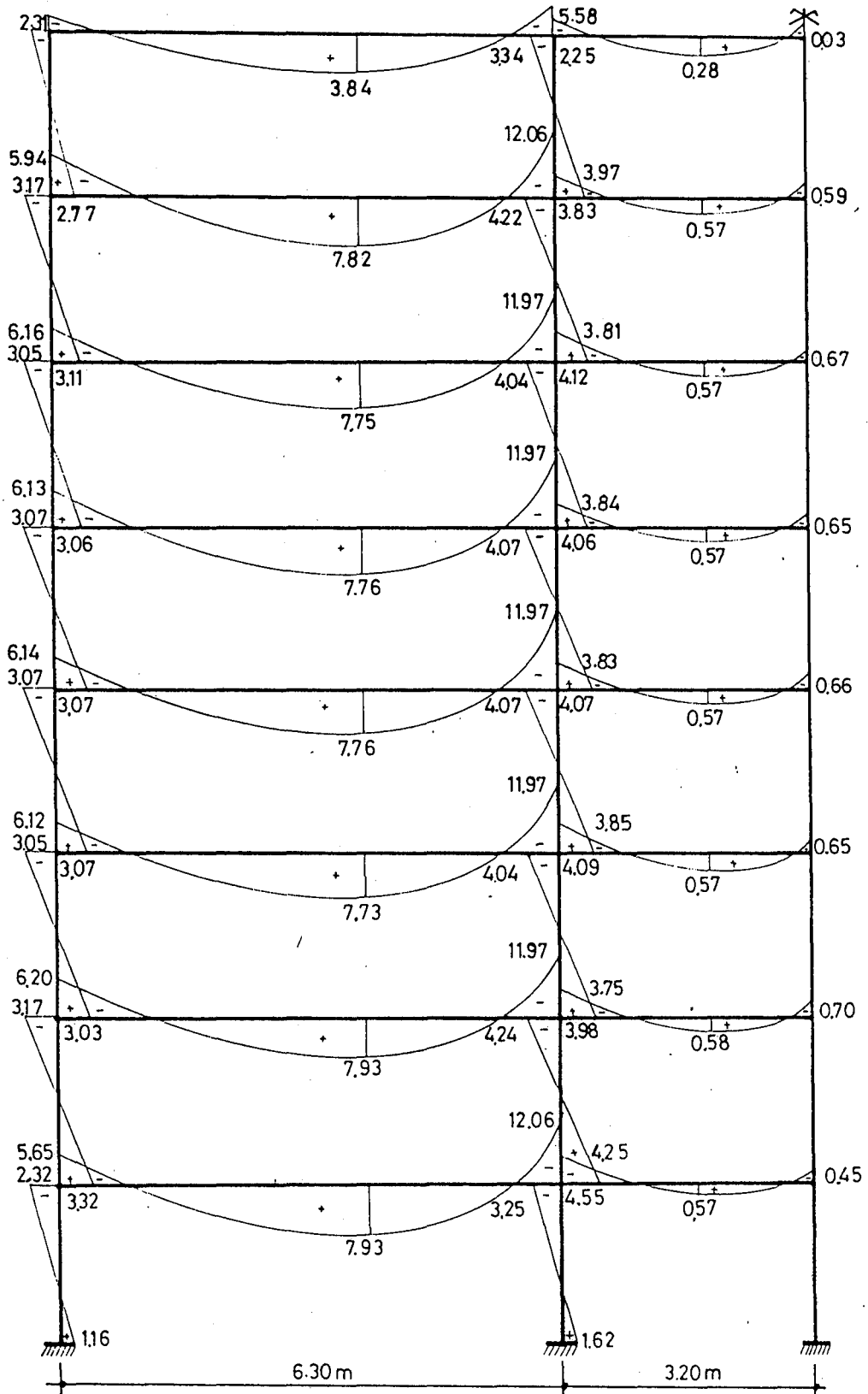
KOLON EKSENEL KUVVETLERI

	1 .KOL.	2 .KOL.	3 .KOL.	4 .KOL.	5 .KOL.
8 .Kat	3.35	6.82	1.49	6.82	3.35
7 .Kat	10.94	21.18	5.81	21.18	10.94
6 .Kat	18.58	35.43	10.29	35.43	18.58
5 .Kat	26.21	49.70	14.73	49.70	26.21
4 .Kat	33.84	63.97	19.18	63.97	33.84
3 .Kat	41.46	78.24	23.61	78.24	41.46
2 .Kat	49.10	92.46	28.13	92.46	49.10
1 .Kat	56.64	107.01	32.18	107.01	56.64

KOLON KESICI KUVVETLERI

	1 .KOL.	2 .KOL.	3 .KOL.	4 .KOL.	5 .KOL.
8 .KAT	-1.69	2.39	0.00	-2.39	1.69
7 .KAT	-2.09	2.78	0.00	-2.78	2.09
6 .KAT	-2.04	2.70	0.00	-2.70	2.04
5 .KAT	-2.05	2.71	0.00	-2.71	2.05
4 .KAT	-2.05	2.72	0.00	-2.72	2.05
3 .KAT	-2.03	2.67	0.00	-2.67	2.03
2 .KAT	-2.16	2.93	0.00	-2.93	2.16
1 .KAT	-1.16	1.62	0.00	-1.62	1.16

HESAP SONU=====



Şekil 4.2. 1. tip yüklemenin moment alanı

4.1.2 2. TİP YÜKLER

2. tip yüklemelerde kabul edilen yükler şöyledir,

Duvarlar : Delikli tuğla

Döşeme kaplamaları : Odalar ahşap kaplama; merdiven ve ısı-
lak hacımler karo

Çatı cinsi : Ahşap oturtma çatı ve marsilya tipi kiremit

Döşeme yükleri

Döşeme özağırlığı	$2.500 \times 0.10 = 0.250 \text{ t/m}^2$
Tesviye betonu	$2.200 \times 0.03 = 0.066 \text{ t/m}^2$
Ahşap kaplama	$0.008 \times 2 = 0.016 \text{ t/m}^2$
Sıva	$2.000 \times 0.02 = 0.040 \text{ t/m}^2$
Hareketli yük	$= 0.200 \text{ t/m}^2$

	$q = 0.572 \text{ t/m}^2$

Hareketli yükün 0.350 t/m^2 olduğu yerlerde $q = 0.722 \text{ t/m}^2$

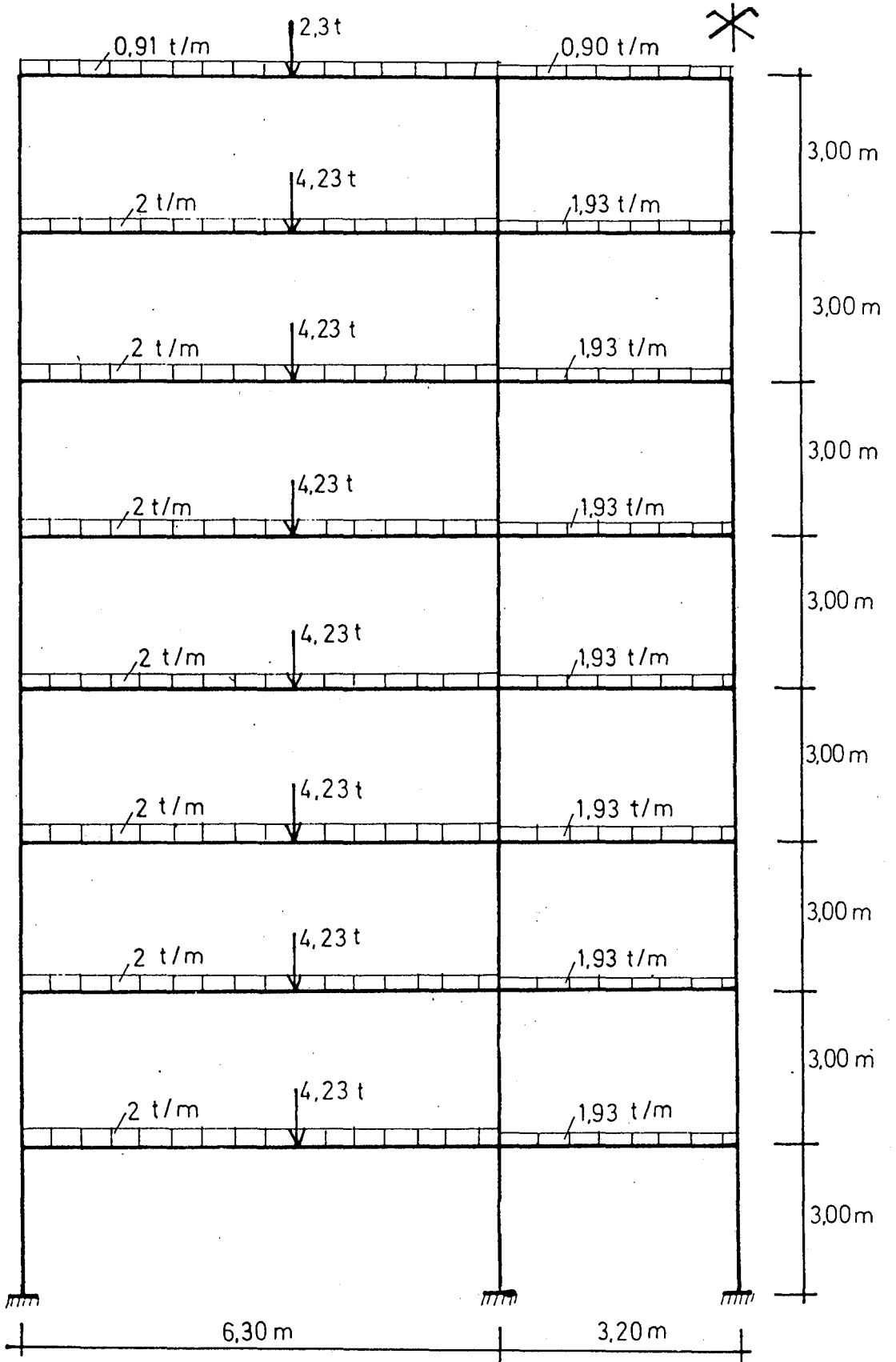
Döşeme kalınlığınının 12 cm olduğu yerlerde $q = 0.624 \text{ t/m}^2$

Düşük döşemelerde yükler

Döşeme özağırlığı	$2.500 \times 0.10 = 0.250 \text{ t/m}^2$
Curuf betonu	$1.450 \times 0.25 = 0.363 \text{ t/m}^2$
Tesviye betonu	$2.200 \times 0.03 = 0.066 \text{ t/m}^2$
Karo	$0.015 \times 2 = 0.030 \text{ t/m}^2$
Sıva	$2.000 \times 0.02 = 0.040 \text{ t/m}^2$
Hareketli yük	$= 0.200 \text{ t/m}^2$

	$q = 0.950 \text{ t/m}^2$

Çatı katı döşeme yükleri 1. tip yüklemenin aynısı alınmıştır. Dış duvar ve bölme duvar elemanları 1. tip yüklemesindeki gibi alınmıştır.



Şekil 4.3. 2. tip yükleme

 1-1 AKSI CERCEVESI 2.TIP YUKLEME

 KOLON UC MOMENTLERI

8 .KAT	Mü	2.27	-3.30	0.00	3.30	-2.27
	Ma	2.66	-3.68	0.00	3.68	-2.66
7 .KAT	Mü	3.00	-3.98	0.00	3.98	-3.00
	Ma	2.95	-3.90	0.00	3.90	-2.95
6 .KAT	Mü	2.90	-3.83	0.00	3.83	-2.90
	Ma	2.91	-3.85	0.00	3.85	-2.91
5 .KAT	Mü	2.92	-3.86	0.00	3.86	-2.92
	Ma	2.91	-3.86	0.00	3.86	-2.91
4 .KAT	Mü	2.92	-3.86	0.00	3.86	-2.92
	Ma	2.92	-3.87	0.00	3.87	-2.92
3 .KAT	Mü	2.90	-3.83	0.00	3.83	-2.90
	Ma	2.88	-3.77	0.00	3.77	-2.88
2 .KAT	Mü	3.01	-4.02	0.00	4.02	-3.01
	Ma	3.16	-4.32	0.00	4.32	-3.16
1 .KAT	Mü	2.21	-3.08	0.00	3.08	-2.21
	Ma	1.10	-1.54	0.00	1.54	-1.10

 ACIKLIK DEGERLERI

		Msol	Qsol	Msag	Qsag	X	maxM
KAT= 1	ACIKLIK 1	-5.37	7.18	11.45	9.65	3.47	7.51
	ACIKLIK 2	-4.05	4.22	0.44	1.96	2.24	0.55
	ACIKLIK 3	-0.44	1.96	4.05	4.22	0.96	0.55
	ACIKLIK 4	-11.45	9.65	5.37	7.18	2.84	7.51
KAT= 2	ACIKLIK 1	-5.89	7.28	11.37	9.55	3.47	7.32
	ACIKLIK 2	-3.58	3.99	0.68	2.18	2.08	0.55
	ACIKLIK 3	-0.68	2.18	3.58	3.99	1.12	0.55
	ACIKLIK 4	-11.37	9.55	5.89	7.28	2.84	7.32
KAT= 3	ACIKLIK 1	-5.82	7.27	11.37	9.56	3.47	7.35
	ACIKLIK 2	-3.67	4.04	0.64	2.14	2.08	0.55
	ACIKLIK 3	-0.64	2.14	3.67	4.04	1.12	0.55
	ACIKLIK 4	-11.37	9.56	5.82	7.27	2.84	7.35
KAT= 4	ACIKLIK 1	-5.83	7.27	11.37	9.56	3.47	7.35
	ACIKLIK 2	-3.65	4.03	0.64	2.15	2.08	0.55
	ACIKLIK 3	-0.64	2.15	3.65	4.03	1.12	0.55
	ACIKLIK 4	-11.37	9.56	5.83	7.27	2.84	7.35
KAT= 5	ACIKLIK 1	-5.83	7.27	11.37	9.56	3.47	7.35
	ACIKLIK 2	-3.66	4.03	0.64	2.15	2.08	0.55
	ACIKLIK 3	-0.64	2.15	3.66	4.03	1.12	0.55
	ACIKLIK 4	-11.37	9.56	5.83	7.27	2.84	7.35
KAT= 6	ACIKLIK 1	-5.85	7.27	11.36	9.56	3.47	7.34
	ACIKLIK 2	-3.63	4.02	0.65	2.16	2.08	0.55
	ACIKLIK 3	-0.65	2.16	3.63	4.02	1.12	0.55
	ACIKLIK 4	-11.36	9.56	5.85	7.27	2.84	7.34

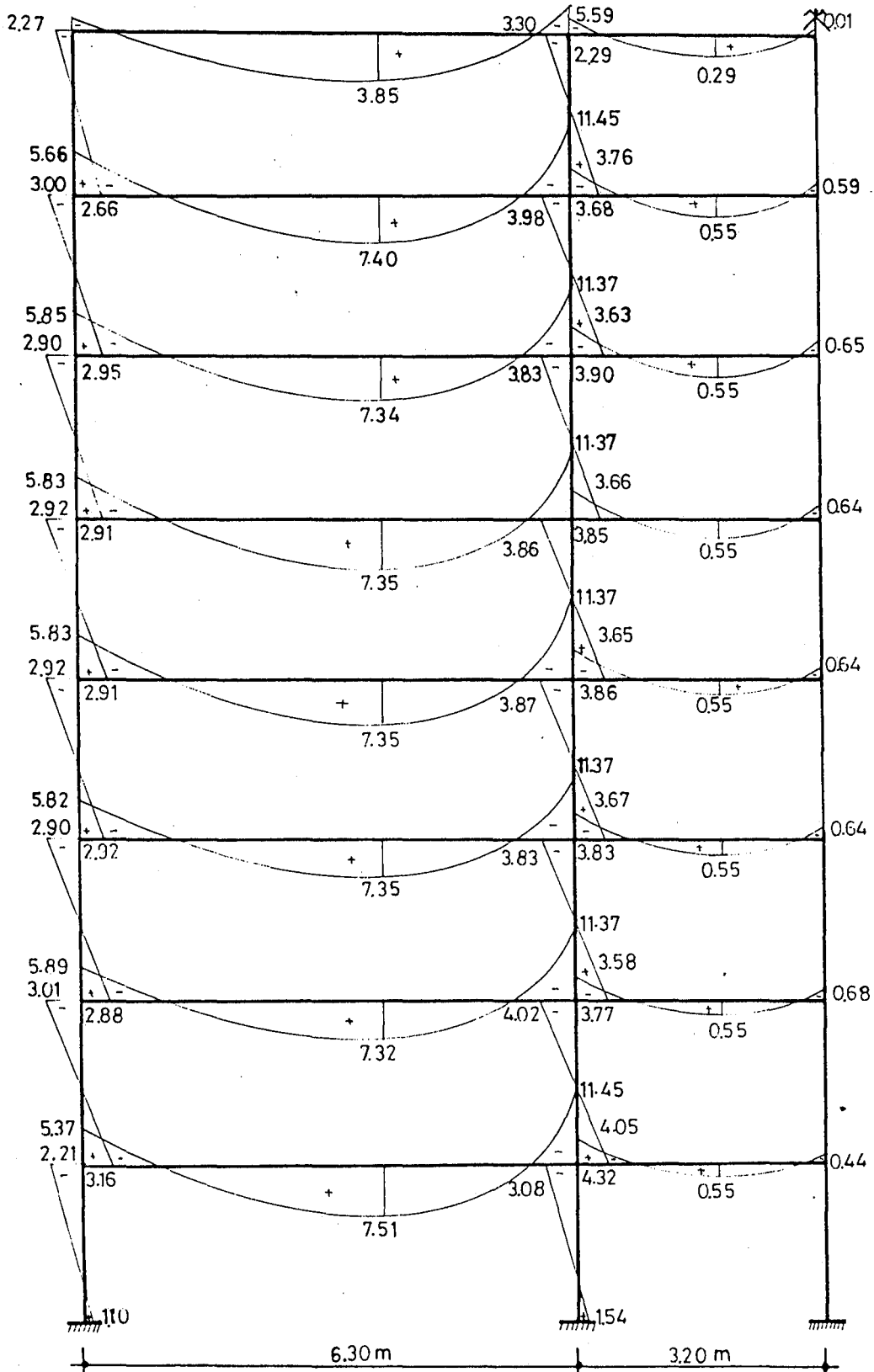
KAT= 7	ACIKLIK 1	-5.66	7.23	11.41	9.60	3.47	7.40
	ACIKLIK 2	-3.76	4.08	0.59	2.10	2.08	0.55
	ACIKLIK 3	-0.59	2.10	3.76	4.08	1.12	0.55
	ACIKLIK 4	-11.41	9.60	5.66	7.23	2.84	7.40
KAT= 8	ACIKLIK 1	-2.27	3.34	5.59	4.69	3.47	3.85
	ACIKLIK 2	-2.29	2.15	0.01	0.73	2.40	0.29
	ACIKLIK 3	-0.01	0.73	2.29	2.15	0.80	0.29
	ACIKLIK 4	-5.59	4.69	2.27	3.34	2.84	3.85

KOLON EKSENEL KUVVETLERI

	1 .KOL.	2 .KOL.	3 .KOL.	4 .KOL.	5 .KOL.
8 .Kat	3.34	6.84	1.45	6.84	3.34
7 .Kat	10.58	20.52	5.65	20.52	10.58
6 .Kat	17.85	34.09	9.96	34.09	17.85
5 .Kat	25.12	47.69	14.25	47.69	25.12
4 .Kat	32.38	61.28	18.55	61.28	32.38
3 .Kat	39.65	74.88	22.83	74.88	39.65
2 .Kat	46.93	88.42	27.20	88.42	46.93
1 .Kat	54.11	102.29	31.12	102.29	54.11

KOLON KESICI KUVVETLERI

	1 .KOL.	2 .KOL.	3 .KOL.	4 .KOL.	5 .KOL.
8 .KAT	-1.64	2.33	0.00	-2.33	1.64
7 .KAT	-1.98	2.62	0.00	-2.62	1.98
6 .KAT	-1.94	2.56	0.00	-2.56	1.94
5 .KAT	-1.94	2.57	0.00	-2.57	1.94
4 .KAT	-1.95	2.58	0.00	-2.58	1.95
3 .KAT	-1.93	2.53	0.00	-2.53	1.93
2 .KAT	-2.06	2.78	0.00	-2.78	2.06
1 .KAT	-1.10	1.54	0.00	-1.54	1.10



Şekil 4.4. 2. tip yüklemenin moment alanı

4.1.3 3. TİP YÜKLER

3. tip yüklemeye kabul edilen yükler ise,

Duvarlar : Dış duvarlar gaz beton (YTONG), iç duvarlar gaz beton (ETİPER BLOK) elemanları ile yapıldı

Döşeme kaplamaları : Odalarda ahşap kaplama; merdiven ve ıslak hacımlerde karo

Çatı cinsi : Ahşap oturtma çatı ve asbestli çimento (dalgalı)

Döşeme yükleri

Döşeme özağırlığı	$2.500 \times 0.10 = 0.250 \text{ t/m}^2$
Kireç harcı	$1.800 \times 0.02 = 0.024 \text{ t/m}^2$
Ahşap kaplama	$0.008 \times 3 = 0.024 \text{ t/m}^2$
Sıva	$0.600 \times 0.02 = 0.012 \text{ t/m}^2$
Hareketli yük	$= 0.200 \text{ t/m}^2$
	<hr/>
	$q = 0.520 \text{ t/m}^2$

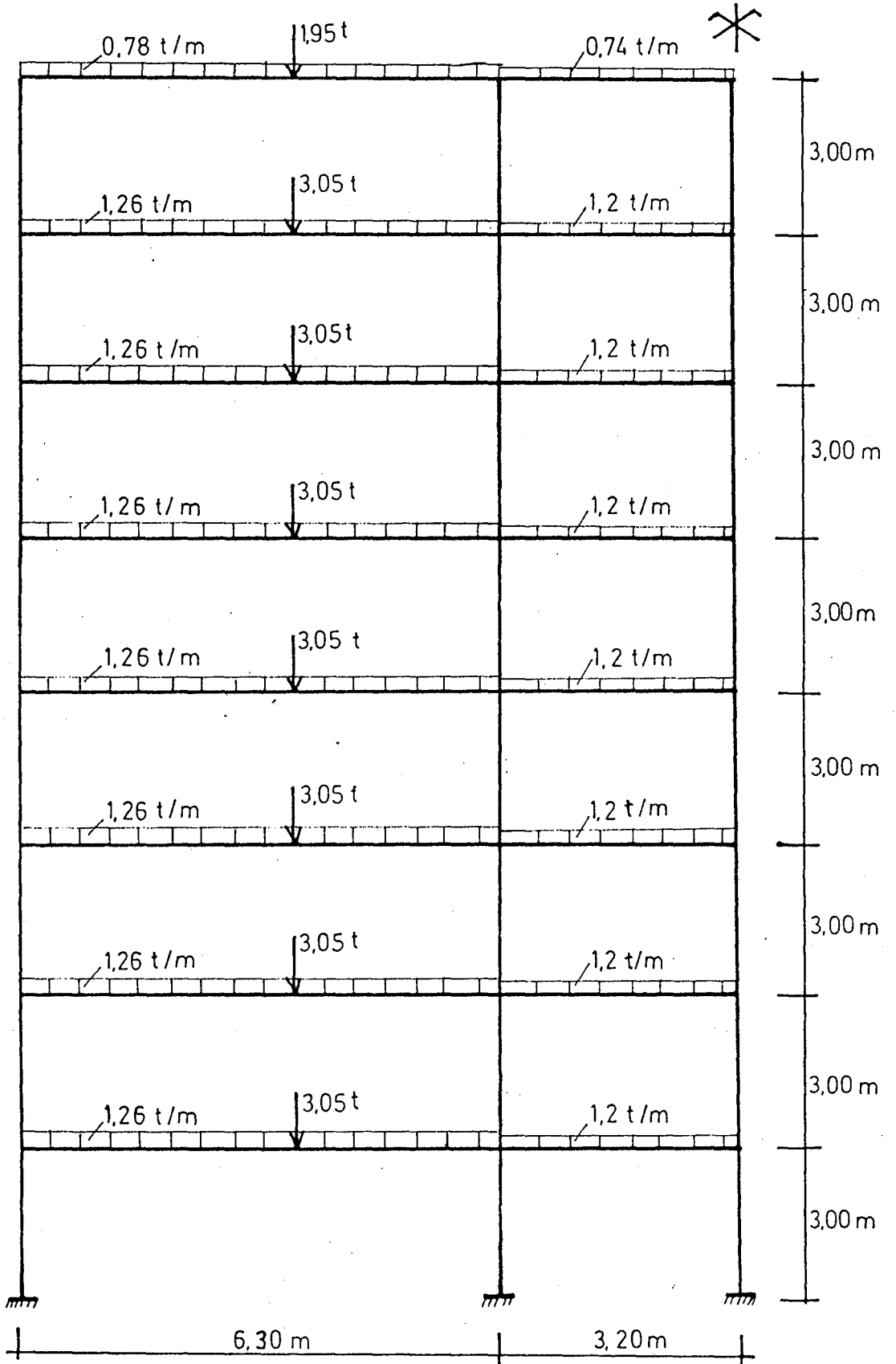
Hareketli yükün 0.350 t/m^2 olduğu yerlerde $q = 0.670 \text{ t/m}^2$

Düşük döşemelerde yükler

Döşeme özağırlığı	$2.500 \times 0.10 = 0.250 \text{ t/m}^2$
Curuf betonu	$1.450 \times 0.20 = 0.290 \text{ t/m}^2$
Çimento harcı	$2.000 \times 0.02 = 0.040 \text{ t/m}^2$
Karo	$0.015 \times 2 = 0.030 \text{ t/m}^2$
Sıva	$0.600 \times 0.02 = 0.012 \text{ t/m}^2$
Hareketli yük	$= 0.200 \text{ t/m}^2$
	<hr/>
	$q = 0.830 \text{ t/m}^2$

Çatı katı döşeme yükleri

Döşeme özağırlığı	$2.500 \times 0.08 = 0.200 \text{ t/m}^2$
Ahşap çatı	$= 0.035 \text{ t/m}^2$
Asbestli çimento	$= 0.020 \text{ t/m}^2$
Sıva	$0.600 \times 0.02 = 0.012 \text{ t/m}^2$
Kar	$= 0.075 \text{ t/m}^2$
	<hr/>
	$q = 0.340 \text{ t/m}^2$



Şekil 4.5. 3. tip yükleme

 1-1 AKSI CERCEVESI 3.TIP YUKLEME

 KOLON UC MOMENTLERI

8 .KAT	Mü	1.79	-2.69	0.00	2.69	-1.79
	Ma	1.87	-2.62	0.00	2.62	-1.87
7 .KAT	Mü	1.93	-2.56	0.00	2.56	-1.93
	Ma	1.92	-2.57	0.00	2.57	-1.92
6 .KAT	Mü	1.92	-2.58	0.00	2.58	-1.92
	Ma	1.92	-2.58	0.00	2.58	-1.92
5 .KAT	Mü	1.92	-2.58	0.00	2.58	-1.92
	Ma	1.92	-2.57	0.00	2.57	-1.92
4 .KAT	Mü	1.92	-2.58	0.00	2.58	-1.92
	Ma	1.92	-2.59	0.00	2.59	-1.92
3 .KAT	Mü	1.91	-2.56	0.00	2.56	-1.91
	Ma	1.90	-2.52	0.00	2.52	-1.90
2 .KAT	Mü	1.98	-2.68	0.00	2.68	-1.98
	Ma	2.08	-2.88	0.00	2.88	-2.08
1 .KAT	Mü	1.45	-2.06	0.00	2.06	-1.45
	Ma	0.73	-1.03	0.00	1.03	-0.73

 ACIKLIK DEGERLERI

		Msol	Qsol	Msag	Qsag	X	maxM
KAT= 1	ACIKLIK 1	-3.53	4.66	7.57	6.33	3.47	5.05
	ACIKLIK 2	-2.63	2.67	0.22	1.17	2.24	0.35
	ACIKLIK 3	-0.22	1.17	2.63	2.67	0.96	0.35
	ACIKLIK 4	-7.57	6.33	3.53	4.66	2.84	5.05
KAT= 2	ACIKLIK 1	-3.88	4.72	7.52	6.27	3.47	4.92
	ACIKLIK 2	-2.32	2.53	0.38	1.31	2.08	0.34
	ACIKLIK 3	-0.38	1.31	2.32	2.53	1.12	0.34
	ACIKLIK 4	-7.52	6.27	3.88	4.72	2.84	4.92
KAT= 3	ACIKLIK 1	-3.83	4.72	7.52	6.27	3.47	4.94
	ACIKLIK 2	-2.37	2.55	0.35	1.29	2.08	0.34
	ACIKLIK 3	-0.35	1.29	2.37	2.55	1.12	0.34
	ACIKLIK 4	-7.52	6.27	3.83	4.72	2.84	4.94
KAT= 4	ACIKLIK 1	-3.84	4.72	7.52	6.27	3.47	4.94
	ACIKLIK 2	-2.36	2.55	0.35	1.29	2.08	0.34
	ACIKLIK 3	-0.35	1.29	2.36	2.55	1.12	0.34
	ACIKLIK 4	-7.52	6.27	3.84	4.72	2.84	4.94
KAT= 5	ACIKLIK 1	-3.83	4.72	7.52	6.27	3.47	4.94
	ACIKLIK 2	-2.37	2.55	0.35	1.29	2.08	0.34
	ACIKLIK 3	-0.35	1.29	2.37	2.55	1.12	0.34
	ACIKLIK 4	-7.52	6.27	3.83	4.72	2.84	4.94
KAT= 6	ACIKLIK 1	-3.84	4.72	7.51	6.27	3.47	4.94
	ACIKLIK 2	-2.37	2.55	0.35	1.29	2.08	0.34
	ACIKLIK 3	-0.35	1.29	2.37	2.55	1.12	0.34
	ACIKLIK 4	-7.51	6.27	3.84	4.72	2.84	4.94

KAT= 7	ACIKLIK 1	-3.80	4.71	7.54	6.28	3.47	4.95
	ACIKLIK 2	-2.35	2.54	0.36	1.30	2.08	0.34
	ACIKLIK 3	-0.36	1.30	2.35	2.54	1.12	0.34
	ACIKLIK 4	-7.54	6.28	3.80	4.71	2.84	4.95
KAT= 8	ACIKLIK 1	-1.79	2.83	4.76	4.02	3.47	3.32
	ACIKLIK 2	-2.07	1.86	-0.09	0.51	2.56	0.26
	ACIKLIK 3	0.09	0.51	2.07	1.86	0.64	0.26
	ACIKLIK 4	-4.76	4.02	1.79	2.83	2.84	3.32

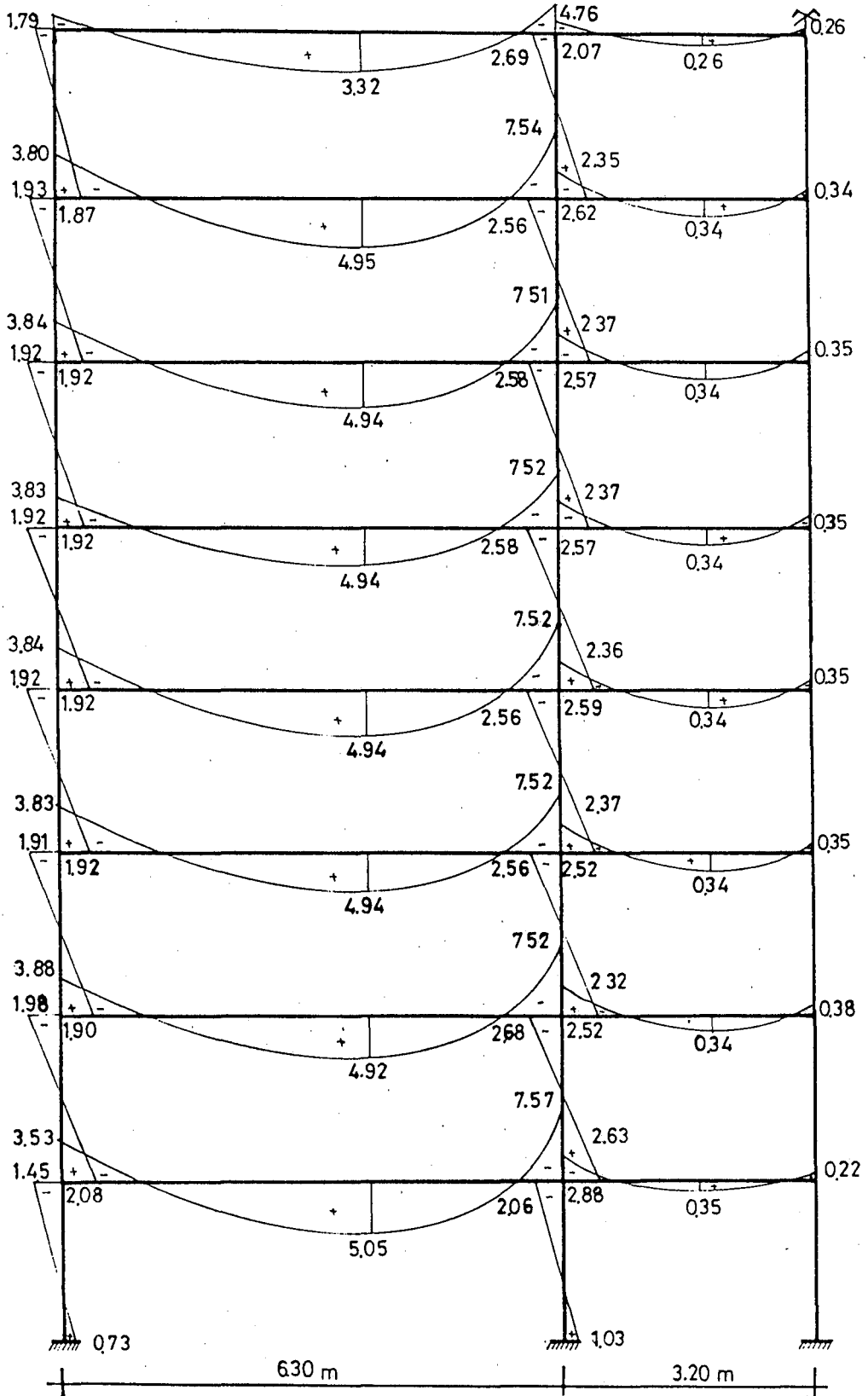
KOLON EKSENEL KUVVETLERI

	1 .KOL.	2 .KOL.	3 .KOL.	4 .KOL.	5 .KOL.
8 .Kat	2.83	5.87	1.02	5.87	2.83
7 .Kat	7.54	14.70	3.61	14.70	7.54
6 .Kat	12.25	23.52	6.20	23.52	12.25
5 .Kat	16.97	32.34	8.78	32.34	16.97
4 .Kat	21.68	41.16	11.36	41.16	21.68
3 .Kat	26.40	49.98	13.94	49.98	26.40
2 .Kat	31.12	58.78	16.57	58.78	31.12
1 .Kat	35.78	67.78	18.90	67.78	35.78

KOLON KESICI KUVVETLERI

	1 .KOL.	2 .KOL.	3 .KOL.	4 .KOL.	5 .KOL.
8 .KAT	-1.22	1.77	0.00	-1.77	1.22
7 .KAT	-1.29	1.71	0.00	-1.71	1.29
6 .KAT	-1.28	1.72	0.00	-1.72	1.28
5 .KAT	-1.28	1.72	0.00	-1.72	1.28
4 .KAT	-1.28	1.72	0.00	-1.72	1.28
3 .KAT	-1.27	1.69	0.00	-1.69	1.27
2 .KAT	-1.35	1.86	0.00	-1.86	1.35
1 .KAT	-0.73	1.03	0.00	-1.03	0.73

HESAP SONU=====



Şekil 4.6. 3. tip yüklemenin moment alanı

4.2 DEPREM KUVVETLERİNİN HESAPLANMASI

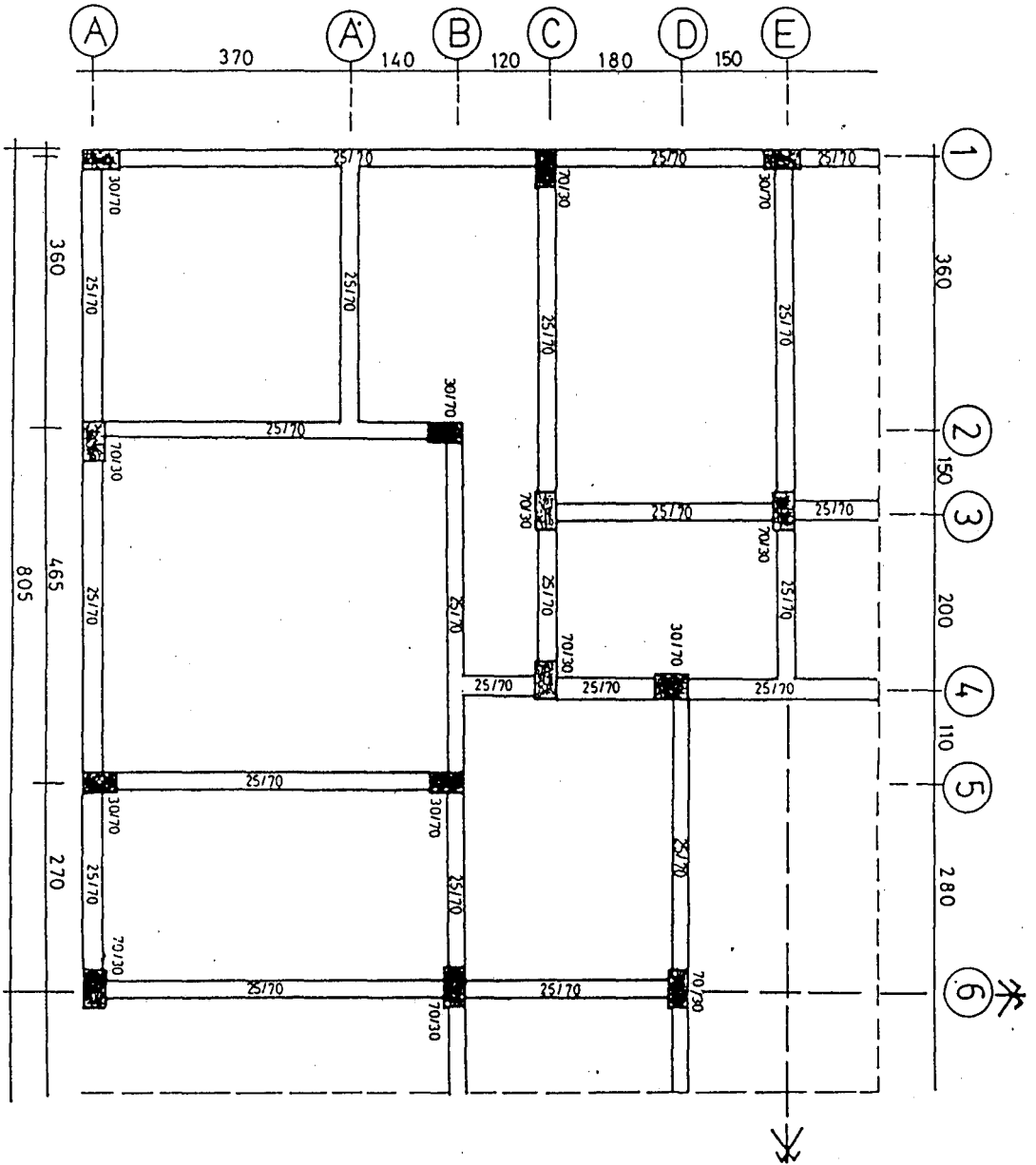
Yapının çerçeveleri yükleme durumlarına göre ayrı ayrı çözümlenip mesnet tepkileri toplanarak yapının toplam ağırlığı bulundu. Deprem bölgelerine göre katsayılar ve yapının yükleme durumlarına göre ağırlıkları tablolar halinde verilmiştir.

Yükleme Tipi	ΣW	ΣP	$\Sigma W-\Sigma P$	n	n.P	$W_i = \Sigma W - P + nP$
1	5807	624.40	5182.6	0.30	187.32	5370
2	5426	624.40	4801.6	0.30	187.32	4989
3	3964	624.40	3339.6	0.30	187.32	3527

Tablo 4.1. Bina toplam ağırlığı

Deprem Bölgeleri	1	2	3	4
C_a : Deprem Katsayısı	0.10	0.08	0.06	0.03
K : Yapı Tipi Katsayısı	0.80	0.80	0.80	0.80
S : Yapı Dinamik Katsa.	1	1	1	1
I : Yapı Önem Katsayısı	1	1	1	1
C : Deprem Katsayısı	0.080	0.064	0.048	0.024

Tablo 4.2. Deprem katsayıları



Şekil 4.7. Kalıp planı

Aks	Aks Sayısı	Mesnet Tepkisi (ton)	Toplam Ağırlık (ton)	Çatı Kat (ton)	Normal Kat (ton)
1-1	2	359.49	718.98	43.62	96.48
2-2	4	159.54	638.16	39.80	85.48
3-3	2	121.80	243.60	14.22	32.76
4-4	2	201.38	402.76	15.08	55.36
5-5	4	109.93	439.72	25.32	59.20
6-6	2	180.7	361.40	20.02	48.78
A-A	2	313.84	627.68	42.10	83.5
B-B	2	315.71	631.42	42.00	84.24
C-C	4	129.62	518.48	33.36	69.28
D-D	2	234.22	468.44	26.16	63.20
E-E	2	113.58	227.16	14.38	30.40
Kolon	368	1.44	530.00	66.24	66.24
Toplam			5807.00	382.00	774.6

Tablo 4.3. 1. tip yüklemde bina ağırlığı

Deprem Bölgesi				1	2	3	4
W Toplam Bina Ağır.				5370	5370	5370	5370
F= C.W				429.60	343.68	257.76	128.88
H Bina Yüksekliği				24	24	24	24
D Bina Genişliği				22	22	22	22
$F_t=0.004 F \left(\frac{H}{D}\right)^2$				2.08	1.66	1.25	0.65
F _e = F-F _t				427.52	342.02	256.51	128.23
Kat	h	W	Wh	F _i =F _e (Wh/ Σ Wh)			
8	3	386	1158	56.81	45.42	34.09	17.04
7	3	712	2136	92.68	74.10	55.61	27.80
6	3	712	2136	79.44	63.52	47.66	23.83
5	3	712	2136	66.20	52.93	39.72	19.86
4	3	712	2136	52.96	42.34	31.77	15.89
3	3	712	2136	39.72	31.76	23.83	11.92
2	3	712	2136	26.48	21.17	15.89	7.94
1	3	712	2136	13.24	10.59	7.94	3.97

Tablo 4.4. 1. tip yüklemenin deprem kuvvetleri

DEPREM HESABI (ACI METODU)

ORNEK : I. Tip YUKLEME 1. DEPREM BOLGESI
G(1-1/2-2/2-2/3-3/4-4/5-5/5-5/6-6)1 AKSLARI Y YONUNDE

KAT SAYISI= 8 ACIKLIK SAYISI= 45

KOLON RIJITLIKLERI:

	1.KOL	2.KOL	3.KOL	4.KOL	5.KOL	6.KOL	7.KOL	8.KOL	9.KOL	10.KOL
	11.KOL	12.KOL	13.KOL	14.KOL	15.KOL	16.KOL	17.KOL	18.KOL	19.KOL	20.KOL
	21.KOL	22.KOL	23.KOL	24.KOL	25.KOL	26.KOL	27.KOL	28.KOL	29.KOL	30.KOL
	31.KOL	32.KOL	33.KOL	34.KOL	35.KOL	36.KOL	37.KOL	38.KOL	39.KOL	40.KOL
	41.KOL	42.KOL	43.KOL	44.KOL	45.KOL	46.KOL				
1 .KAT	2.86	0.53	2.86	0.53	2.86	0.53	2.86	2.86	0.53	0.53
	0.53	0.53	0.53	2.86	2.86	0.53	2.86	2.86	2.86	2.86
	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53
	0.53	2.86	2.86	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	2.86	2.86
	0.53	2.86	0.53	2.86	0.53	2.86				
2 .KAT	2.86	0.53	2.86	0.53	2.86	0.53	2.86	2.86	0.53	0.53
	0.53	0.53	0.53	2.86	2.86	0.53	2.86	2.86	2.86	2.86
	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53
	0.53	2.86	2.86	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	2.86	2.86
	0.53	2.86	0.53	2.86	0.53	2.86				
3 .KAT	2.86	0.53	2.86	0.53	2.86	0.53	2.86	2.86	0.53	0.53
	0.53	0.53	0.53	2.86	2.86	0.53	2.86	2.86	2.86	2.86
	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53
	0.53	2.86	2.86	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	2.86	2.86
	0.53	2.86	0.53	2.86	0.53	2.86				
4 .KAT	2.86	0.53	2.86	0.53	2.86	0.53	2.86	2.86	0.53	0.53
	0.53	0.53	0.53	2.86	2.86	0.53	2.86	2.86	2.86	2.86
	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53
	0.53	2.86	2.86	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	2.86	2.86
	0.53	2.86	0.53	2.86	0.53	2.86				
5 .KAT	2.86	0.53	2.86	0.53	2.86	0.53	2.86	2.86	0.53	0.53
	0.53	0.53	0.53	2.86	2.86	0.53	2.86	2.86	2.86	2.86
	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53
	0.53	2.86	2.86	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	2.86	2.86
	0.53	2.86	0.53	2.86	0.53	2.86				
6 .KAT	2.86	0.53	2.86	0.53	2.86	0.53	2.86	2.86	0.53	0.53
	0.53	0.53	0.53	2.86	2.86	0.53	2.86	2.86	2.86	2.86
	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53
	0.53	2.86	2.86	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	2.86	2.86
	0.53	2.86	0.53	2.86	0.53	2.86				
7 .KAT	2.86	0.53	2.86	0.53	2.86	0.53	2.86	2.86	0.53	0.53
	0.53	0.53	0.53	2.86	2.86	0.53	2.86	2.86	2.86	2.86
	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53
	0.53	2.86	2.86	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	2.86	2.86
	0.53	2.86	0.53	2.86	0.53	2.86				
8 .KAT	2.86	0.53	2.86	0.53	2.86	0.53	2.86	2.86	0.53	0.53
	0.53	0.53	0.53	2.86	2.86	0.53	2.86	2.86	2.86	2.86
	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53
	0.53	2.86	2.86	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	2.86	2.86
	0.53	2.86	0.53	2.86	0.53	2.86				

KIRIS RIJITLIKLERI:

	1.AC	2.AC	3.AC	4.AC	5.AC	6.AC	7.AC	8.AC	9.AC	10.AC
	11.AC	12.AC	13.AC	14.AC	15.AC	16.AC	17.AC	18.AC	19.AC	20.AC
	21.AC	22.AC	23.AC	24.AC	25.AC	26.AC	27.AC	28.AC	29.AC	30.AC
	31.AC	32.AC	33.AC	34.AC	35.AC	36.AC	37.AC	38.AC	39.AC	40.AC
	41.AC	42.AC	43.AC	44.AC	45.AC					
1 .KAT	1.13	2.23	2.23	1.13	0.00	1.43	0.00	1.43	0.00	2.23
	2.23	0.00	3.97	2.55	3.97	0.00	1.43	0.00	1.43	0.00
	1.42	2.38	0.00	2.38	1.42	0.00	1.43	0.00	1.43	0.00
	3.97	2.55	3.97	0.00	2.23	2.23	0.00	1.43	0.00	1.43
	0.00	1.13	2.23	2.23	1.13					
2 .KAT	1.13	2.23	2.23	1.13	0.00	1.43	0.00	1.43	0.00	2.23
	2.23	0.00	3.97	2.55	3.97	0.00	1.43	0.00	1.43	0.00
	1.42	2.38	0.00	2.38	1.42	0.00	1.43	0.00	1.43	0.00
	3.97	2.55	3.97	0.00	2.23	2.23	0.00	1.43	0.00	1.43
	0.00	1.13	2.23	2.23	1.13					
3 .KAT	1.13	2.23	2.23	1.13	0.00	1.43	0.00	1.43	0.00	2.23
	2.23	0.00	3.97	2.55	3.97	0.00	1.43	0.00	1.43	0.00
	1.42	2.38	0.00	2.38	1.42	0.00	1.43	0.00	1.43	0.00
	3.97	2.55	3.97	0.00	2.23	2.23	0.00	1.43	0.00	1.43
	0.00	1.13	2.23	2.23	1.13					
4 .KAT	1.13	2.23	2.23	1.13	0.00	1.43	0.00	1.43	0.00	2.23
	2.23	0.00	3.97	2.55	3.97	0.00	1.43	0.00	1.43	0.00
	1.42	2.38	0.00	2.38	1.42	0.00	1.43	0.00	1.43	0.00
	3.97	2.55	3.97	0.00	2.23	2.23	0.00	1.43	0.00	1.43
	0.00	1.13	2.23	2.23	1.13					
5 .KAT	1.13	2.23	2.23	1.13	0.00	1.43	0.00	1.43	0.00	2.23
	2.23	0.00	3.97	2.55	3.97	0.00	1.43	0.00	1.43	0.00
	1.42	2.38	0.00	2.38	1.42	0.00	1.43	0.00	1.43	0.00
	3.97	2.55	3.97	0.00	2.23	2.23	0.00	1.43	0.00	1.43
	0.00	1.13	2.23	2.23	1.13					
6 .KAT	1.13	2.23	2.23	1.13	0.00	1.43	0.00	1.43	0.00	2.23
	2.23	0.00	3.97	2.55	3.97	0.00	1.43	0.00	1.43	0.00
	1.42	2.38	0.00	2.38	1.42	0.00	1.43	0.00	1.43	0.00
	3.97	2.55	3.97	0.00	2.23	2.23	0.00	1.43	0.00	1.43
	0.00	1.13	2.23	2.23	1.13					
7 .KAT	1.13	2.23	2.23	1.13	0.00	1.43	0.00	1.43	0.00	2.23
	2.23	0.00	3.97	2.55	3.97	0.00	1.43	0.00	1.43	0.00
	1.42	2.38	0.00	2.38	1.42	0.00	1.43	0.00	1.43	0.00
	3.97	2.55	3.97	0.00	2.23	2.23	0.00	1.43	0.00	1.43
	0.00	1.13	2.23	2.23	1.13					
8 .KAT	1.13	2.23	2.23	1.13	0.00	1.43	0.00	1.43	0.00	2.23
	2.23	0.00	3.97	2.55	3.97	0.00	1.43	0.00	1.43	0.00
	1.42	2.38	0.00	2.38	1.42	0.00	1.43	0.00	1.43	0.00
	3.97	2.55	3.97	0.00	2.23	2.23	0.00	1.43	0.00	1.43
	0.00	1.13	2.23	2.23	1.13					

YATAY KUUVETLER:

KAT	P(t)
1	13.24
2	26.48
3	39.72
4	52.96
5	66.2
6	79.44
7	92.68
8	56.81

KAT YUKSEKLİKLERİ:

KAT	hGmI
1	3
2	3
3	3
4	3
5	3
6	3
7	3
8	3

(1-1 CERCEVESİ:

KOLON UC MOMENTLERİ:

8 .KAT	-1.87	-2.13	-4.85	-2.13	-1.87
	1.16	-2.02	-2.38	-2.02	1.16
7 .KAT	-5.65	-4.53	-11.04	-4.53	-5.65
	-1.19	-4.48	-7.86	-4.48	-1.19
6 .KAT	-6.95	-6.96	-15.90	-6.96	-6.95
	-3.18	-6.90	-13.12	-6.90	-3.18
5 .KAT	-8.08	-8.97	-19.84	-8.97	-8.08
	-4.97	-8.92	-17.56	-8.92	-4.97
4 .KAT	-8.86	-10.58	-22.94	-10.58	-8.86
	-6.43	-10.55	-21.18	-10.55	-6.43
3 .KAT	-9.40	-11.75	-25.12	-11.75	-9.40
	-7.95	-11.72	-23.97	-11.72	-7.95
2 .KAT	-9.09	-12.39	-26.14	-12.39	-9.09
	-8.89	-12.58	-26.67	-12.58	-8.89
1 .KAT	-7.91	-8.90	-20.24	-8.90	-7.91
	-28.72	-9.04	-34.88	-9.04	-28.72

KIRIS UC MOMENTLERİ:

8 .KAT	1.87	0.93	1.20	2.42	2.42	1.20	0.93	1.87
7 .KAT	4.49	2.57	3.98	6.71	6.71	3.98	2.57	4.49

6 .KAT	8.14	4.55	6.89	11.88	11.88	6.89	4.55	8.14
5 .KAT	11.26	6.30	9.57	16.48	16.48	9.57	6.30	11.26
4 .KAT	13.83	7.75	11.76	20.25	20.25	11.76	7.75	13.83
3 .KAT	15.83	8.86	13.44	23.15	23.15	13.44	8.86	15.83
2 .KAT	17.04	9.55	14.56	25.05	25.05	14.56	9.55	17.04
1 .KAT	16.80	8.85	12.62	23.46	23.46	12.62	8.85	16.80

 ORNEK : I. TİP YUKLEME 2. DEPREM BOLGESI

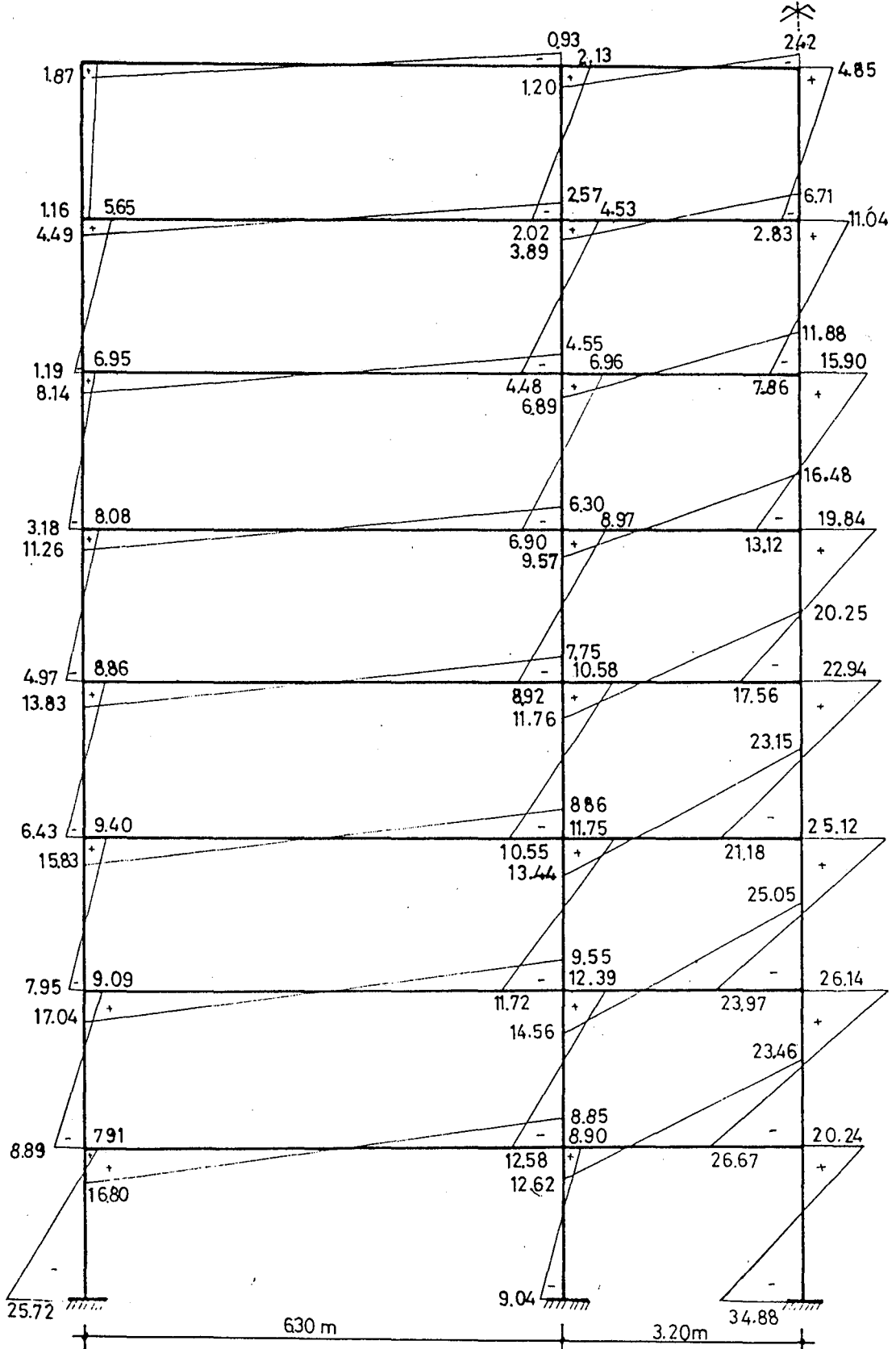
(1-1 CERCEVESI:
 =====

KOLDN UC MOMENTLERI:

8 .KAT	-1.49	-1.70	-3.87	-1.70	-1.49
	0.93	-1.62	-1.90	-1.62	0.93
7 .KAT	-4.52	-3.62	-8.83	-3.62	-4.52
	-0.95	-3.58	-6.29	-3.58	-0.95
6 .KAT	-5.56	-5.56	-12.72	-5.56	-5.56
	-2.54	-5.52	-10.49	-5.52	-2.54
5 .KAT	-6.46	-7.17	-15.86	-7.17	-6.46
	-3.97	-7.13	-14.04	-7.13	-3.97
4 .KAT	-7.08	-8.46	-18.34	-8.46	-7.08
	-5.14	-8.43	-16.93	-8.43	-5.14
3 .KAT	-7.51	-9.40	-20.08	-9.40	-7.51
	-6.36	-9.37	-19.16	-9.37	-6.36
2 .KAT	-7.27	-9.91	-20.90	-9.91	-7.27
	-7.11	-10.05	-21.32	-10.05	-7.11
1 .KAT	-6.32	-7.11	-16.18	-7.11	-6.32
	-22.96	-7.22	-27.89	-7.22	-22.96

KIRIS UC MOMENTLERI:

8 .KAT	1.49	0.74	0.96	1.94	1.94	0.96	0.74	1.49
7 .KAT	3.59	2.05	3.19	5.36	5.36	3.19	2.05	3.59
6 .KAT	6.51	3.64	5.51	9.50	9.50	5.51	3.64	6.51
5 .KAT	9.00	5.04	7.65	13.18	13.18	7.65	5.04	9.00
4 .KAT	11.06	6.19	9.40	16.19	16.19	9.40	6.19	11.06
3 .KAT	12.66	7.09	10.74	18.51	18.51	10.74	7.09	12.66
2 .KAT	13.62	7.64	11.65	20.03	20.03	11.65	7.64	13.62
1 .KAT	13.43	7.08	10.09	18.75	18.75	10.09	7.08	13.43



Şekil 4.8. 1. tip yüklemenin deprem moment alanı

 ORNEK : I. TİP YUKLEME 3. DEPREM BOLGESİ

(1-1 CERCEVESİ:

KOLON UC MOMENTLERİ:

8 .KAT	-1.12	-1.28	-2.91	-1.28	-1.12
	0.70	-1.21	-1.43	-1.21	0.70
7 .KAT	-3.39	-2.72	-6.63	-2.72	-3.39
	-0.71	-2.69	-4.72	-2.69	-0.71
6 .KAT	-4.17	-4.18	-9.54	-4.18	-4.17
	-1.91	-4.14	-7.87	-4.14	-1.91
5 .KAT	-4.85	-5.38	-11.90	-5.38	-4.85
	-2.98	-5.35	-10.53	-5.35	-2.98
4 .KAT	-5.31	-6.35	-13.76	-6.35	-5.31
	-3.86	-6.33	-12.71	-6.33	-3.86
3 .KAT	-5.64	-7.05	-15.07	-7.05	-5.64
	-4.77	-7.03	-14.38	-7.03	-4.77
2 .KAT	-5.45	-7.44	-15.68	-7.44	-5.45
	-5.34	-7.55	-16.00	-7.55	-5.34
1 .KAT	-4.74	-5.34	-12.14	-5.34	-4.74
	-17.23	-5.42	-20.93	-5.42	-17.23

KIRIS UC MOMENTLERİ:

8 .KAT	1.12	0.56	0.72	1.45	1.45	0.72	0.56	1.12
7 .KAT	2.69	1.54	2.39	4.03	4.03	2.39	1.54	2.69
6 .KAT	4.88	2.73	4.13	7.13	7.13	4.13	2.73	4.88
5 .KAT	6.76	3.78	5.74	9.89	9.89	5.74	3.78	6.76
4 .KAT	8.30	4.65	7.06	12.15	12.15	7.06	4.65	8.30
3 .KAT	9.50	5.32	8.06	13.89	13.89	8.06	5.32	9.50
2 .KAT	10.22	5.73	8.74	15.03	15.03	8.74	5.73	10.22
1 .KAT	10.08	5.31	7.57	14.07	14.07	7.57	5.31	10.08

 ORNEK : I. TİP YÜKLEME 4. DEPREM BÖLGESİ

(1-1 CERÇEVESİ:

KOLON UC MOMENTLERİ:

8 .KAT	-0.56	-0.64	-1.45	-0.64	-0.56
	0.35	-0.61	-0.71	-0.61	0.35
7 .KAT	-1.70	-1.36	-3.31	-1.36	-1.70
	-0.36	-1.34	-2.36	-1.34	-0.36
6 .KAT	-2.09	-2.09	-4.77	-2.09	-2.09
	-0.95	-2.07	-3.94	-2.07	-0.95
5 .KAT	-2.42	-2.69	-5.95	-2.69	-2.42
	-1.49	-2.68	-5.27	-2.68	-1.49
4 .KAT	-2.66	-3.18	-6.88	-3.18	-2.66
	-1.93	-3.16	-6.35	-3.16	-1.93
3 .KAT	-2.82	-3.53	-7.53	-3.53	-2.82
	-2.39	-3.52	-7.19	-3.52	-2.39
2 .KAT	-2.73	-3.72	-7.84	-3.72	-2.73
	-2.67	-3.77	-8.00	-3.77	-2.67
1 .KAT	-2.37	-2.67	-6.07	-2.67	-2.37
	-8.61	-2.71	-10.46	-2.71	-8.61

KIRIS UC MOMENTLERİ:

8 .KAT	0.56	0.28	0.36	0.73	0.73	0.36	0.28	0.56
7 .KAT	1.35	0.77	1.20	2.01	2.01	1.20	0.77	1.35
6 .KAT	2.44	1.36	2.07	3.56	3.56	2.07	1.36	2.44
5 .KAT	3.38	1.89	2.87	4.94	4.94	2.87	1.89	3.38
4 .KAT	4.15	2.32	3.53	6.07	6.07	3.53	2.32	4.15
3 .KAT	4.75	2.66	4.03	6.94	6.94	4.03	2.66	4.75
2 .KAT	5.11	2.87	4.37	7.52	7.52	4.37	2.87	5.11
1 .KAT	5.04	2.66	3.79	7.04	7.04	3.79	2.66	5.04

Aks	Aks Sayısı	Mesnet Tepkisi (ton)	Toplam Ağırlık (ton)	Çatı Kat (ton)	Normal Kat (ton)
1-1	2	343.92	687.84	43.64	92.02
2-2	4	130.91	523.64	39.84	69.12
3-3	2	110.58	221.16	14.20	29.60
4-4	2	189.64	379.28	15.04	52.04
5-5	4	104.66	418.64	25.40	56.16
6-6	2	168.15	336.30	20.02	45.18
A-A	2	297.30	594.60	42.10	78.94
B-B	2	292.67	585.34	42.00	77.62
C-C	4	120.96	483.84	33.32	64.40
D-D	2	295.93	451.86	26.18	60.82
E-E	2	106.80	213.60	14.38	28.46
Kolçn	368	1.44	530	66.24	66.24
Toplam			5426.00	382.08	740.62

Tablo 4.5. 2. tip yüklemde bina ağırlığı

Deprem Bölgesi				1	2	3	4
W Bina Toplam Ağır.				4989	4989	4989	4989
F= C.W				399.15	319.32	239.49	119.74
H Bina Yüksekliği				24	24	24	24
D Bina Genişliği				22	22	22	22
$F_t=0.004 F \left(\frac{H}{D}\right)^2$				1.94	1.55	1.16	0.58
Kat	h	W	Wh	$F_i= F-F_t (Wh/ \Sigma Wh)$			
8	3	382	1146	56.21	42.21	33.91	16.95
7	3	658	1974	85.18	68.14	51.11	25.55
6	3	658	1974	73.01	58.41	43.81	21.90
5	3	658	1974	60.84	48.67	36.50	18.25
4	3	658	1974	48.67	38.94	29.20	14.60
3	3	658	1974	36.50	29.20	21.90	10.95
2	3	658	1974	24.34	19.47	14.60	7.30
1	3	658	1974	12.17	9.73	7.30	3.65

Tablo 4.6. 2. tip yüklemenin deprem kuvvetleri

 ORNEK : II. TİP YUKLEME 1. DEPREM BÖLGESİ

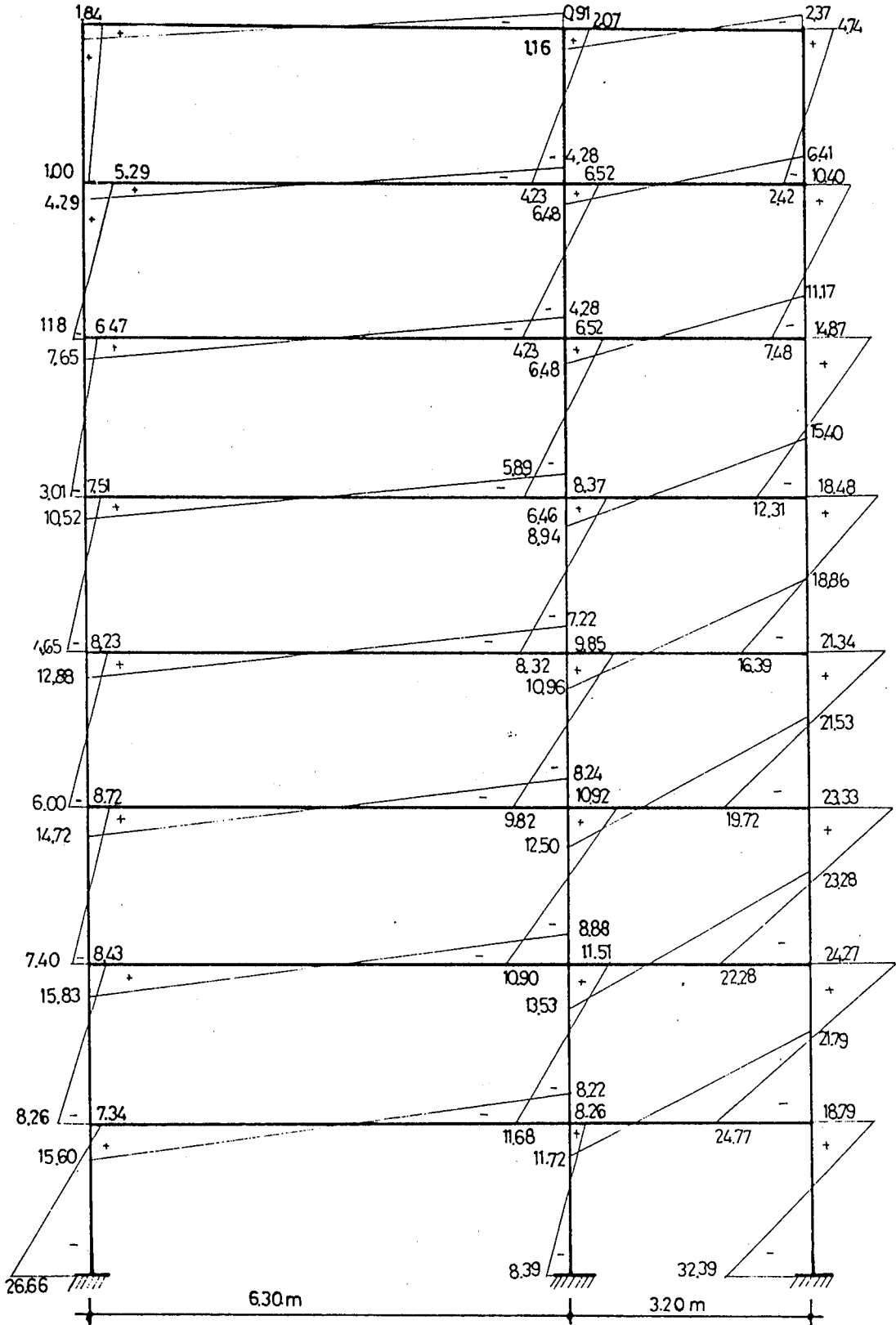
(1-1 CERCEVESİ:

KOLON UC MOMENTLERİ:

8 .KAT	-1.84	-2.07	-4.74	-2.07	-1.84
	1.00	-1.97	-2.42	-1.97	1.00
7 .KAT	-5.29	-4.28	-10.40	-4.28	-5.29
	-1.18	-4.23	-7.48	-4.23	-1.18
6 .KAT	-6.47	-6.52	-14.87	-6.52	-6.47
	-3.01	-6.46	-12.31	-6.46	-3.01
5 .KAT	-7.51	-8.37	-18.48	-8.37	-7.51
	-4.65	-8.32	-16.39	-8.32	-4.65
4 .KAT	-8.23	-9.85	-21.34	-9.85	-8.23
	-6.00	-9.82	-19.72	-9.82	-6.00
3 .KAT	-8.72	-10.92	-23.33	-10.92	-8.72
	-7.40	-10.90	-22.28	-10.90	-7.40
2 .KAT	-8.43	-11.51	-24.27	-11.51	-8.43
	-8.26	-11.68	-24.77	-11.68	-8.26
1 .KAT	-7.34	-8.26	-18.79	-8.26	-7.34
	-26.66	-8.39	-32.39	-8.39	-26.66

KIRIS UC MOMENTLERİ:

8 .KAT	1.84	0.91	1.16	2.37	2.37	1.16	0.91	1.84
7 .KAT	4.29	2.45	3.80	6.41	6.41	3.80	2.45	4.29
6 .KAT	7.65	4.28	6.48	11.17	11.17	6.48	4.28	7.65
5 .KAT	10.52	5.89	8.94	15.40	15.40	8.94	5.89	10.52
4 .KAT	12.88	7.22	10.96	18.86	18.86	10.96	7.22	12.88
3 .KAT	14.72	8.24	12.50	21.53	21.53	12.50	8.24	14.72
2 .KAT	15.83	8.88	13.53	23.28	23.28	13.53	8.88	15.83
1 .KAT	15.60	8.22	11.72	21.78	21.78	11.72	8.22	15.60



Şekil 4.8. 2. tip yüklemenin deprem moment alanı

 ORNEK : II. TİP YÜKLEME 2. DEPREM BÖLGESİ

1-1 CERÇEVESİ:
 =====

KOLON UC MOMENTLERİ:

8 .KAT	-1.39	-1.58	-3.59	-1.58	-1.39
	0.85	-1.50	-1.77	-1.50	0.85
7 .KAT	-4.17	-3.34	-8.15	-3.34	-4.17
	-0.88	-3.30	-5.81	-3.30	-0.88
6 .KAT	-5.12	-5.13	-11.72	-5.13	-5.12
	-2.35	-5.09	-9.68	-5.09	-2.35
5 .KAT	-5.95	-6.61	-14.61	-6.61	-5.95
	-3.66	-6.57	-12.94	-6.57	-3.66
4 .KAT	-6.52	-7.80	-16.89	-7.80	-6.52
	-4.74	-7.77	-15.60	-7.77	-4.74
3 .KAT	-6.92	-8.65	-18.49	-8.65	-6.92
	-5.85	-8.63	-17.65	-8.63	-5.85
2 .KAT	-6.69	-9.13	-19.24	-9.13	-6.69
	-6.55	-9.26	-19.64	-9.26	-6.55
1 .KAT	-5.82	-6.55	-14.90	-6.55	-5.82
	-21.14	-6.65	-25.68	-6.65	-21.14

KIRIS UC MOMENTLERİ:

8 .KAT	1.39	0.69	0.89	1.80	1.80	0.89	0.69	1.39
7 .KAT	3.32	1.90	2.94	4.96	4.96	2.94	1.90	3.32
6 .KAT	6.00	3.36	5.08	8.76	8.76	5.08	3.36	6.00
5 .KAT	8.30	4.65	7.05	12.14	12.14	7.05	4.65	8.30
4 .KAT	10.19	5.71	8.66	14.91	14.91	8.66	5.71	10.19
3 .KAT	11.66	6.53	9.90	17.05	17.05	9.90	6.53	11.66
2 .KAT	12.55	7.03	10.72	18.45	18.45	10.72	7.03	12.55
1 .KAT	12.37	6.52	9.29	17.27	17.27	9.29	6.52	12.37

 ORNEK : II. TİP YUKLEMÉ 3. DEPREM BOLGESİ

1-1 CERCEVESİ:

KOLON UC MOMENTLERİ:

8 .KAT	-1.11	-1.25	-2.86	-1.25	-1.11
	0.60	-1.19	-1.46	-1.19	0.60
7 .KAT	-3.18	-2.57	-6.25	-2.57	-3.18
	-0.71	-2.55	-4.50	-2.55	-0.71
6 .KAT	-3.89	-3.92	-8.93	-3.92	-3.89
	-1.81	-3.88	-7.40	-3.88	-1.81
5 .KAT	-4.51	-5.03	-11.10	-5.03	-4.51
	-2.80	-5.00	-9.84	-5.00	-2.80
4 .KAT	-4.94	-5.92	-12.81	-5.92	-4.94
	-3.60	-5.90	-11.84	-5.90	-3.60
3 .KAT	-5.24	-6.56	-14.01	-6.56	-5.24
	-4.44	-6.54	-13.38	-6.54	-4.44
2 .KAT	-5.06	-6.91	-14.57	-6.91	-5.06
	-4.96	-7.01	-14.87	-7.01	-4.96
1 .KAT	-4.41	-4.96	-11.28	-4.96	-4.41
	-16.01	-5.04	-19.45	-5.04	-16.01

KIRIS UC MOMENTLERİ:

8 .KAT	1.11	0.55	0.70	1.43	1.43	0.70	0.55	1.11
7 .KAT	2.58	1.47	2.29	3.86	3.86	2.29	1.47	2.58
6 .KAT	4.60	2.57	3.89	6.72	6.72	3.89	2.57	4.60
5 .KAT	6.32	3.54	5.37	9.25	9.25	5.37	3.54	6.32
4 .KAT	7.74	4.33	6.58	11.33	11.33	6.58	4.33	7.74
3 .KAT	8.84	4.95	7.51	12.93	12.93	7.51	4.95	8.84
2 .KAT	9.50	5.33	8.13	13.98	13.98	8.13	5.33	9.50
1 .KAT	9.37	4.94	7.04	13.08	13.08	7.04	4.94	9.37

 ORNEK : II. TİP YÜKLEME 4. DEPREM BÖLGESİ

 1-1 CERÇEVESİ:

KOLON UC MOMENTLERİ:

8 .KAT	-0.55	-0.62	-1.43	-0.62	-0.55
	0.30	-0.59	-0.73	-0.59	0.30
7 .KAT	-1.59	-1.29	-3.13	-1.29	-1.59
	-0.36	-1.27	-2.25	-1.27	-0.36
6 .KAT	-1.94	-1.96	-4.47	-1.96	-1.94
	-0.90	-1.94	-3.70	-1.94	-0.90
5 .KAT	-2.25	-2.51	-5.55	-2.51	-2.25
	-1.40	-2.50	-4.92	-2.50	-1.40
4 .KAT	-2.47	-2.96	-6.41	-2.96	-2.47
	-1.80	-2.95	-5.92	-2.95	-1.80
3 .KAT	-2.62	-3.28	-7.01	-3.28	-2.62
	-2.22	-3.27	-6.69	-3.27	-2.22
2 .KAT	-2.53	-3.46	-7.29	-3.46	-2.53
	-2.48	-3.51	-7.44	-3.51	-2.48
1 .KAT	-2.20	-2.48	-5.64	-2.48	-2.20
	-8.00	-2.52	-9.72	-2.52	-8.00

KIRIS UC MOMENTLERİ:

8 .KAT	0.55	0.27	0.35	0.71	0.71	0.35	0.27	0.55
7 .KAT	1.29	0.74	1.14	1.93	1.93	1.14	0.74	1.29
6 .KAT	2.30	1.29	1.95	3.36	3.36	1.95	1.29	2.30
5 .KAT	3.16	1.77	2.69	4.62	4.62	2.69	1.77	3.16
4 .KAT	3.87	2.17	3.29	5.66	5.66	3.29	2.17	3.87
3 .KAT	4.42	2.47	3.75	6.46	6.46	3.75	2.47	4.42
2 .KAT	4.75	2.66	4.06	6.99	6.99	4.06	2.66	4.75
1 .KAT	4.68	2.47	3.52	6.54	6.54	3.52	2.47	4.68

Aks	Aks Sayısı	Mesnet Tepkisi (ton)	Toplam Ağırlık (ton)	Çatı Kat (ton)	Normal Kat (ton)
1-1	2	226.03	452.06	36.84	59.34
2-2	4	94.08	376.32	33.32	49.00
3-3	2	67.00	134.00	12.14	17.44
4-4	2	133.64	267.28	14.36	36.16
5-5	4	82.43	329.72	29.00	42.96
6-6	2	128.87	257.74	19.38	34.06
A-A	2	198.44	396.88	34.76	51.76
B-B	2	206.39	412.78	34.26	54.08
C-C	4	84.59	338.36	28.24	44.28
D-D	2	158.96	317.92	21.84	42.30
E-E	2	75.68	151.36	12.14	19.90
Kolun	368	1.44	530.00	66.24	66.24
Toplam			3964.00	343.00	517.28

Tablo 4.7. 3. tip yüklemde bina ağırlığı

Deprem Bölgesi				1	2	3	4
W Toplam Bina Ağırl.				3527	3527	3527	3527
F= C.W				282.24	225.79	169.34	84.67
H Bina Yüksekliği				24	24	24	24
D Bina Genişliği				22	22	22	22
$F_t=0.004 F \left(\frac{H}{D}\right)^2$				1.37	1.09	0.82	0.41
Kat	h	W	W _n	$F_i= F-F_t (W_n / \sum W_n)$			
8	3	343	1029	49.80	39.82	29.86	14.93
7	3	455	1365	57.80	46.08	34.66	17.33
6	3	455	1365	49.50	39.49	29.71	14.86
5	3	455	1365	41.27	32.91	24.76	12.38
4	3	455	1365	33.01	26.33	19.81	9.90
3	3	455	1365	24.76	19.75	14.86	7.45
2	3	455	1365	16.51	13.16	9.90	4.95
1	3	455	1365	8.25	6.58	4.95	2.48

Tablo 4.8. 3. tip Yüklemenin deprem kuvvetleri

 ORNEK : III. TİP YUKLEME 1. DEPREM BÖLGESİ

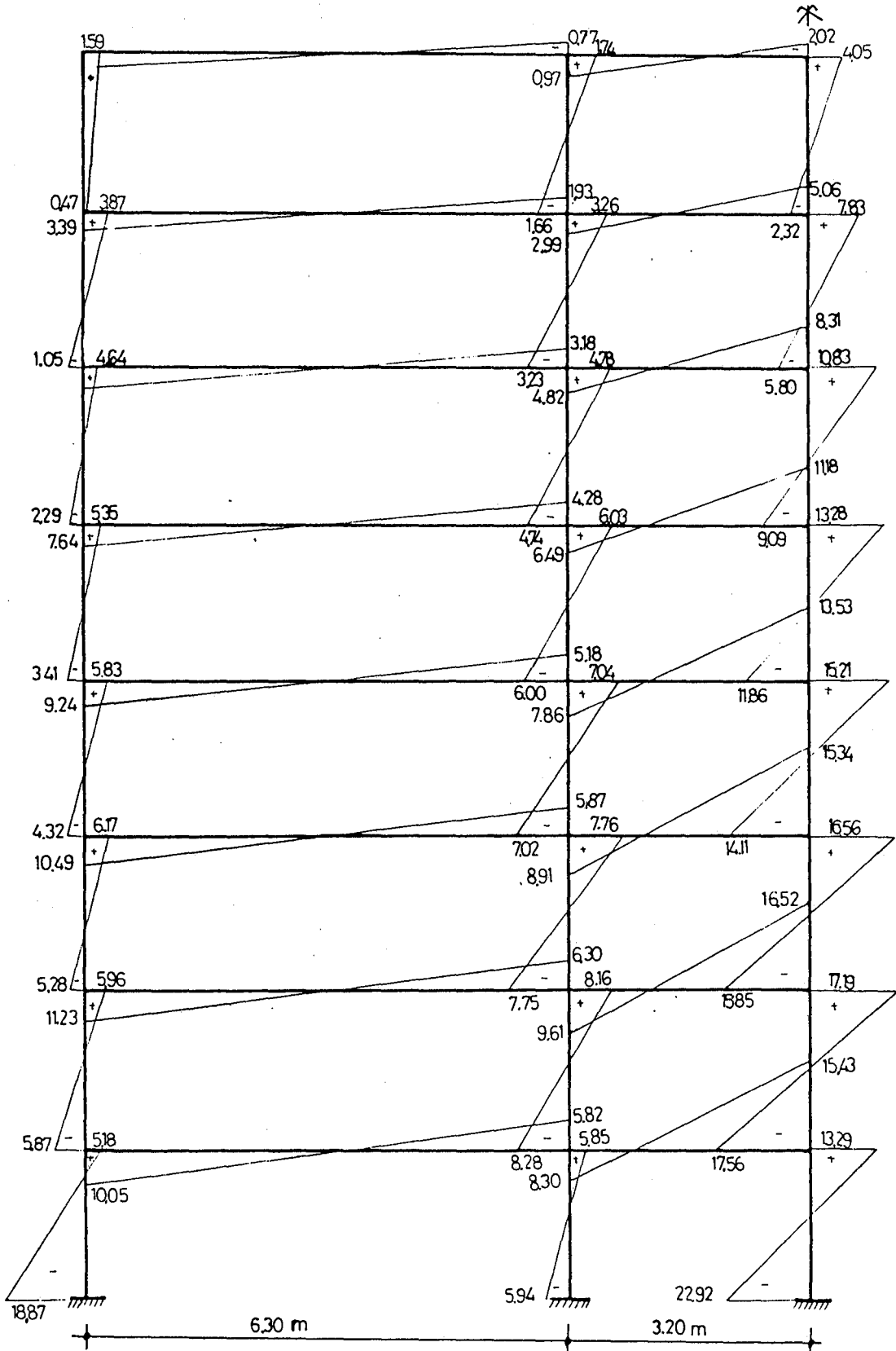
1-1 CERCEVESİ:

KOLON UC MOMENTLERİ:

8 .KAT	-1.59	-1.74	-4.05	-1.74	-1.59
	0.47	-1.66	-2.32	-1.66	0.47
7 .KAT	-3.87	-3.26	-7.80	-3.26	-3.87
	-1.05	-3.23	-5.80	-3.23	-1.05
6 .KAT	-4.64	-4.78	-10.83	-4.78	-4.64
	-2.29	-4.74	-9.09	-4.74	-2.29
5 .KAT	-5.35	-6.03	-13.28	-6.03	-5.35
	-3.41	-6.00	-11.86	-6.00	-3.41
4 .KAT	-5.83	-7.04	-15.21	-7.04	-5.83
	-4.32	-7.02	-14.11	-7.02	-4.32
3 .KAT	-6.17	-7.76	-16.56	-7.76	-6.17
	-5.28	-7.75	-15.85	-7.75	-5.28
2 .KAT	-5.96	-8.16	-17.19	-8.16	-5.96
	-5.87	-8.28	-17.56	-8.28	-5.87
1 .KAT	-5.18	-5.85	-13.29	-5.85	-5.18
	-18.87	-5.94	-22.92	-5.94	-18.87

KIRIS UC MOMENTLERİ:

8 .KAT	1.59	0.77	0.97	2.02	2.02	0.97	0.77	1.59
7 .KAT	3.39	1.93	2.99	5.06	5.06	2.99	1.93	3.39
6 .KAT	5.69	3.18	4.82	8.31	8.31	4.82	3.18	5.69
5 .KAT	7.64	4.28	6.49	11.18	11.18	6.49	4.28	7.64
4 .KAT	9.24	5.18	7.86	13.53	13.53	7.86	5.18	9.24
3 .KAT	10.49	5.87	8.91	15.34	15.34	8.91	5.87	10.49
2 .KAT	11.23	6.30	9.61	16.52	16.52	9.61	6.30	11.23
1 .KAT	11.05	5.82	8.30	15.43	15.43	8.30	5.82	11.05



Şekil 4.10 3 tip yüklemenin deprem moment alanı

 ORNEK : III. TİP YÜKLEME 2. DEPREM BÖLGESİ

1-1 CERÇEVESİ:

KOLON UC MOMENTLERİ:

8 .KAT	-1.27	-1.39	-3.24	-1.39	-1.27
	0.37	-1.33	-1.85	-1.33	0.37
7 .KAT	-3.08	-2.60	-6.23	-2.60	-3.08
	-0.84	-2.58	-4.63	-2.58	-0.84
6 .KAT	-3.71	-3.81	-8.64	-3.81	-3.71
	-1.83	-3.78	-7.26	-3.78	-1.83
5 .KAT	-4.27	-4.81	-10.59	-4.81	-4.27
	-2.72	-4.79	-9.46	-4.79	-2.72
4 .KAT	-4.65	-5.62	-12.14	-5.62	-4.65
	-3.45	-5.60	-11.26	-5.60	-3.45
3 .KAT	-4.92	-6.20	-13.22	-6.20	-4.92
	-4.21	-6.18	-12.65	-6.18	-4.21
2 .KAT	-4.75	-6.51	-13.71	-6.51	-4.75
	-4.68	-6.61	-14.01	-6.61	-4.68
1 .KAT	-4.14	-4.66	-10.61	-4.66	-4.14
	-15.05	-4.74	-18.29	-4.74	-15.05

KIRIS UC MOMENTLERİ:

8 .KAT	1.27	0.62	0.77	1.62	1.62	0.77	0.62	1.27
7 .KAT	2.71	1.54	2.39	4.04	4.04	2.39	1.54	2.71
6 .KAT	4.55	2.54	3.85	6.64	6.64	3.85	2.54	4.55
5 .KAT	6.10	3.41	5.18	8.93	8.93	5.18	3.41	6.10
4 .KAT	7.37	4.13	6.27	10.80	10.80	6.27	4.13	7.37
3 .KAT	8.37	4.69	7.11	12.24	12.24	7.11	4.69	8.37
2 .KAT	8.96	5.03	7.66	13.18	13.18	7.66	5.03	8.96
1 .KAT	8.82	4.65	6.62	12.31	12.31	6.62	4.65	8.82

 ORNEK : III. TİP YUKLEME 3. DEPREM BOLGESİ

1-1 CERCEVESİ:

KOLON UC MOMENTLERİ:

8 .KAT	-0.95	-1.04	-2.43	-1.04	-0.95
	0.28	-1.00	-1.39	-1.00	0.28
7 .KAT	-2.32	-1.95	-4.68	-1.95	-2.32
	-0.63	-1.93	-3.48	-1.93	-0.63
6 .KAT	-2.79	-2.87	-6.49	-2.87	-2.79
	-1.37	-2.84	-5.45	-2.84	-1.37
5 .KAT	-3.21	-3.62	-7.96	-3.62	-3.21
	-2.04	-3.60	-7.11	-3.60	-2.04
4 .KAT	-3.50	-4.22	-9.12	-4.22	-3.50
	-2.59	-4.21	-8.47	-4.21	-2.59
3 .KAT	-3.70	-4.66	-9.94	-4.66	-3.70
	-3.17	-4.65	-9.51	-4.65	-3.17
2 .KAT	-3.57	-4.89	-10.31	-4.89	-3.57
	-3.52	-4.97	-10.54	-4.97	-3.52
1 .KAT	-3.11	-3.51	-7.98	-3.51	-3.11
	-11.32	-3.56	-13.75	-3.56	-11.32

KIRIS UC MOMENTLERİ:

8 .KAT	0.95	0.46	0.58	1.21	1.21	0.58	0.46	0.95
7 .KAT	2.04	1.16	1.79	3.03	3.03	1.79	1.16	2.04
6 .KAT	3.42	1.91	2.89	4.99	4.99	2.89	1.91	3.42
5 .KAT	4.58	2.57	3.90	6.71	6.71	3.90	2.57	4.58
4 .KAT	5.54	3.11	4.72	8.12	8.12	4.72	3.11	5.54
3 .KAT	6.29	3.52	5.34	9.20	9.20	5.34	3.52	6.29
2 .KAT	6.74	3.78	5.76	9.91	9.91	5.76	3.78	6.74
1 .KAT	6.63	3.49	4.98	9.26	9.26	4.98	3.49	6.63

 ORNEK : III. TiP YUKLEME 4. DEPREM BOLGESI

 1-1 CERCEVESI:

KOLON UC MOMENTLERI:

8 .KAT	-0.48	-0.52	-1.21	-0.52	-0.48
	0.14	-0.50	-0.69	-0.50	0.14
7 .KAT	-1.16	-0.98	-2.34	-0.98	-1.16
	-0.31	-0.97	-1.74	-0.97	-0.31
6 .KAT	-1.39	-1.43	-3.25	-1.43	-1.39
	-0.69	-1.42	-2.73	-1.42	-0.69
5 .KAT	-1.60	-1.81	-3.98	-1.81	-1.60
	-1.02	-1.80	-3.56	-1.80	-1.02
4 .KAT	-1.75	-2.11	-4.56	-2.11	-1.75
	-1.30	-2.10	-4.23	-2.10	-1.30
3 .KAT	-1.85	-2.33	-4.97	-2.33	-1.85
	-1.58	-2.32	-4.76	-2.32	-1.58
2 .KAT	-1.79	-2.45	-5.16	-2.45	-1.79
	-1.76	-2.48	-5.27	-2.48	-1.76
1 .KAT	-1.56	-1.75	-3.99	-1.75	-1.56
	-5.66	-1.78	-6.88	-1.78	-5.66

KIRIS UC MOMENTLERI:

8 .KAT	0.48	0.23	0.29	0.61	0.61	0.29	0.23	0.48
7 .KAT	1.02	0.58	0.90	1.52	1.52	0.90	0.58	1.02
6 .KAT	1.71	0.95	1.45	2.49	2.49	1.45	0.95	1.71
5 .KAT	2.29	1.28	1.95	3.35	3.35	1.95	1.28	2.29
4 .KAT	2.77	1.55	2.36	4.06	4.06	2.36	1.55	2.77
3 .KAT	3.15	1.76	2.67	4.60	4.60	2.67	1.76	3.15
2 .KAT	3.37	1.89	2.88	4.96	4.96	2.88	1.89	3.37
1 .KAT	3.32	1.75	2.49	4.63	4.63	2.49	1.75	3.32

B Ö L Ü M 5

SONUÇLAR

5.1 SONUÇLAR

Bir yapıda düşey ve yatay yüklerden dolayı oluşan kesit tesirleri yapının ağırlığı ile orantılıdır. Yapı ne kadar hafif malzemeler kullanılarak yapılırsa düşey ve yatay yüklerden dolayı oluşan kesit tesirleri o oranda azalır.

Tablo (5-1)'in incelenmesinden de anlaşılacağı gibi bir yapıda hafif malzemeler kullanılarak kesit tesirleri % 34 oranında azaltılabilmektedir. Bu durumda kesit tesirleri daha küçük (1. tip yüklemeye göre) olduğu için taşıyıcı elemanların boyutları (3. tip yüklemeye) daha küçük yapılabilir. Hesaplanan donatı miktarı daha az olacaktır. Bu durumda hafif yapı elemanları kullanılarak yapılacak yapıların ekonomik olması sağlanabilir.

Yükleme Tipi	Bina Ağırlığı		Deprem Kuvveti		Kolon Momenti		Kiriş Momenti	
	(ton)	%	(ton)	%	(tm)	%	(tm)	%
1	5370	-	429.6	-	11.75	-	9.55	-
2	4989	7	399.2	7	10.92	7	8.88	7
3	3527	34	282.2	34	7.76	34	6.30	34

Tablo 5.1. Toplam bina ağırlığı deprem kuvvetleri

1-1 CERCEVESI

1.DURUM 4.KAT Betonarme hesabi

ACIKLIK DEGERLERI:

ACIKLIK No. (B / D)	M	L (m)	X	Fe	KONULAN	Fe	KONULAN	ETRIYE	GERILMELER	
	max (tm)		Q=0 (m)	alt (cm2)	DONATI alt(duz+pilye)		ust (cm2)		DONATI ust(duz)	beton (kg/cm2)
1. (25/ 70)	7.76	6.30	2.83	10.18	2:18+2:18 (10.18 cm2)	2.54	2:14 (3.08 cm2)	:10/15(10.47 cm2/m)	47.57	9.53
2. (25/ 70)	0.57	3.20	2.08	2.61	2:12+1:12 (3.39 cm2)	0.00	2:12 (2.26 cm2)	:10/20(7.85 cm2/m)	8.41	2.89
3. (25/ 70)	0.57	3.20	2.08	2.61	2:12+1:12 (3.39 cm2)	0.00	2:12 (2.26 cm2)	:10/20(7.85 cm2/m)	8.41	2.89
4. (25/ 70)	7.76	6.30	2.84	10.18	2:18+2:18 (10.18 cm2)	2.54	2:14 (3.08 cm2)	:10/15(10.47 cm2/m)	47.57	9.50

MESNET DEGERLERI:

MESNET No	M	Q	Q	M	Fe	iLAVE	Fe	iLAVE	BETON	
	dusey (tm)	sol (t)	sag (t)	depren (tm)	alt (cm2)	DONATI alt		ust (cm2)		DONATI ust
1.	-6.14	0.00	8.01	13.83	0.42	1:20+3:20*	(11.72 cm2)	8.33	-----+3:20* (19.85 cm2)	41.11
2.	-11.97	-13.94	4.23	11.76	3.66	1:20+5:20	(20.33 cm2)	14.93	1:20+2:20* (20.99 cm2)	60.00
3.	-0.66	-2.20	2.20	20.25	3.81	1:20+5:20	(20.23 cm2)	4.94	-----+5:20* (20.23 cm2)	9.73
4.	-11.97	-4.23	13.89	11.76	3.66	1:20+5:20	(20.33 cm2)	14.93	1:20+2:20* (20.99 cm2)	60.00
5.	-6.14	-8.03	0.00	13.83	0.42	1:20+3:20*	(11.72 cm2)	8.33	-----+3:20* (19.85 cm2)	41.11

1-1 CERCEVESI

2.DURUM 4. KAT Betonarme hesabi

ACIKLIK DEGERLERI:

ACIKLIK No. (B / D)	M		X Q=0 (m)	Fe alt (cm2)	KONULAN DONATI alt (duz+pilye)	Fe ust (cm2)	KONULAN DONATI ust (duz)	ETRIYE	GERILMELER	
	max (tm)	L (m)							beton (kg/cm2)	kayma
1. (25/ 70)	7.35	6.30	2.83	9.61	2:18+2:18 (10.18 cm2)	2.40	2:14 (3.08 cm2)	:10/16(9.82 cm2/m)	45.95	9.05
2. (25/ 70)	0.55	3.20	2.08	2.61	2:12+1:12 (3.39 cm2)	0.00	2:12 (2.26 cm2)	:10/20(7.85 cm2/m)	8.11	2.76
3. (25/ 70)	0.55	3.20	2.08	2.61	2:12+1:12 (3.39 cm2)	0.00	2:12 (2.26 cm2)	:10/20(7.85 cm2/m)	8.11	2.76
4. (25/ 70)	7.35	6.30	2.84	9.61	2:18+2:18 (10.18 cm2)	2.40	2:14 (3.08 cm2)	:10/16(9.82 cm2/m)	45.95	9.01

MESNET DEGERLERI:

MESNET No	M	Q	Q	M	Fe	İLAVE	Fe	İLAVE	BETON gerilmesi (kg/cm2)
	dusey (tm)	sol (t)	sag (t)	deprem (tm)	alt (cm2)	DONATI alt	ust (cm2)	DONATI ust	
1.	-5.83	0.00	7.60	12.88	0.70	1:20+2:20 (9.58 cm2)	8.05	----+3:20* (19.85 cm2)	40.09
2.	-11.37	-13.23	4.04	10.96	2.27	1:20+4:20 (15.65 cm2)	14.22	1:20+2:20* (20.99 cm2)	60.00
3.	-0.64	-2.13	2.13	18.86	3.81	1:20+4:20 (17.09 cm2)	4.94	----+4:20* (17.09 cm2)	9.44
4.	-11.37	-4.04	13.18	10.96	2.27	1:20+4:20 (15.65 cm2)	14.22	1:20+2:20* (20.99 cm2)	60.00
5.	-5.83	-7.62	0.00	12.88	0.70	1:20+2:20 (9.58 cm2)	8.05	----+3:20* (19.85 cm2)	40.09

1-1 CERCEVESI

3.DURUM 4.KAT Betonarme hesabi

ACIKLIK DEGERLERI:

ACIKLIK No. (B / D)	M	L	X	Fe	KONULAN	Fe	KONULAN	GERILMELER		
	max (tm)	(m)	Q=0 (m)	alt (cm2)	DONATI alt(duz+pilye)	ust (cm2)	DONATI ust(duz)	ETRIYE	beton (kg/cm2)	kayma
1. (25/ 70)	4.94	6.30	2.83	6.22	3:14+2:14 (7.70 cm2)	0.00	2:12 (2.26 cm2)	:10/20(7.85 cm2/m)	36.12	6.02
2. (25/ 70)	0.34	3.20	2.08	2.61	2:12+1:12 (3.39 cm2)	0.00	2:12 (2.26 cm2)	:10/20(7.85 cm2/m)	5.01	1.78
3. (25/ 70)	0.34	3.20	2.08	2.61	2:12+1:12 (3.39 cm2)	0.00	2:12 (2.26 cm2)	:10/20(7.85 cm2/m)	5.01	1.78
4. (25/ 70)	4.94	6.30	2.84	6.22	3:14+2:14 (7.70 cm2)	0.00	2:12 (2.26 cm2)	:10/20(7.85 cm2/m)	36.12	6.00

MESNET DEGERLERI:

MESNET No	M	Q	Q	M	Fe	İLAVE	Fe	İLAVE	BETON
	dusey (tm)	sol (t)	sag (t)	deprem (tm)	alt (cm2)	DONATI alt	ust (cm2)	DONATI ust	gerilmesi (kg/cm2)
1.	-3.84	0.00	5.06	9.24	1.83	1:16+2:16 (6.28 cm2)	6.92	1:20+2:20* (14.77 cm2)	30.29
2.	-7.52	-8.81	2.60	7.86	0.00	----+2:14 (3.08 cm2)	9.61	1:20+2:20* (15.90 cm2)	47.02
3.	-0.35	-1.23	1.23	13.53	3.81	2:20+3:20* (14.70 cm2)	4.94	1:20+2:20* (13.95 cm2)	5.16
4.	-7.52	-2.60	8.77	7.86	0.00	----+2:14 (3.08 cm2)	9.61	1:20+2:20* (15.90 cm2)	47.02
5.	-3.84	-5.08	0.00	9.24	1.83	1:16+2:16 (6.28 cm2)	6.92	1:20+2:20* (14.77 cm2)	30.29

Yükleme Tipi	Açıklık			Mesnet		
	No	σ_b kg/cm ²	%	No	σ_b kg/cm ²	%
1	1	47.57	-	1	41.11	-
	2	8.41	-	2	60.00	-
	3	8.41	-	3	9.75	-
2	1	45.95	4	1	40.09	3
	2	8.11	4	2	60.00	-
	3	8.11	4	3	9.44	3
3	1	36.12	24	1	30.29	26
	2	5.01	40	2	47.02	22
	3	5.01	40	3	5.16	47

Tablo 5.2. 4. kat kirişlerinin beton gerilmeleri

Taşıyıcı sistemler yapı yüklerini belirli gerilmeler altında taşıması gerekir. Aksi takdirde donatıyı artırmak veya kesiti büyütmek gerekebilir. Bu örnek çözümde hafif yapı elemanları kullanılarak yapılan yapılarda kesitlerin daha emniyetli olduğu Tablo (5-2)'nin de incelenmesiyle açıkça görülmektedir. 1. tip yüklemde kesit 47.57 kg/cm² lik bir gerilmeye maruzken; 3. tip yüklemde 36.12 kg/cm² lik bir gerilmeye maruzdur. Bu durumda 3. tip yüklemde aynı kesit %24 daha emniyetlidir.

Yükleme Tipi	Açıklık Donatısı		Mesnet Donatısı Alt		Mesnet Donatısı Üst	
	(cm ²)	%	(cm ²)	%	(cm ²)	%
1	27.14	-	84	-	102	-
2	27.14	-	68	19	99	3
3	22.18	18	33	60	75	26

Tablo 5.3. 4. kat kirişlerinin donatı değerleri

Yapılan örnek çözümde düşey ve yatay yüklerden dolayı kirişlere konacak donatı miktarı ve kesitteki gerilmeler tablodaki gibidir. 3. tip yüklerle yapılan yapılarda 1. ve 2. tip yüklere göre daha az donatı kullanılmakta ve kesitler daha emniyetli olmaktadır. 1. tip yüklemelerde mesnet alt donatısı olarak, 4. katın tamamında 84 cm² donatı kullanılırken 3. tip yüklemelerde 33 cm² donatı kullanılmaktadır. Bu durumda 3. tip yüklemelerde % 60 daha az donatı kullanılmaktadır. Bu azalma nisbeti bütün kesitlerde ve binada düşünülecek olursa 3. tip yüklemenin ne kadar ekonomik olacağı daha iyi anlaşılır. Hafif yapı malzemeleri kullanılarak yapılan yapılarda daha az donatı kullanılmaktadır.

Yapıların ağırlığının temel sistemi üzerindeki etkisi büyüktür. Bu önlem çözümde yapıların ağırlığındaki değişimin temel üzerindeki etkisini belirli bir şekilde görebilmek için $\sigma_{z,em} = 15 \text{ ton/m}^2$ alınarak her yükleme tipi için temel alanları Tablo (5-4)'deki gibi bulunmuştur. Görüldüğü gibi yapılar ne kadar hafif elemanlar kullanılarak yapılarırlarsa gerekli olan temel alanları o oranda azalır. Bu durum temel sistemin seçiminde büyük kolaylık sağlar. Öyleki yapının toplam ağırlığı büyük olursa radye temel bile yetersiz kalabilir. Ancak bu durumda deprem bölgesinde etkisi vardır.

3. tip yüklemde temel alanı 1. ve 2. tip yüklemeye göre temel alanı daha küçük boyutta olduğundan temele konması gereken donatı ve beton miktarı daha az olacağından 3. tip yüklemde temel daha ekonomik olur. Bu durumda yapıyı hafif malzemeler kullanılarak yapmakla yapının ekonomik olmasıyla birlikte zeminin emniyetle yapıyı taşımasından daha fazla yararlanılmış olur.

Yükleme Tipi	Toplam Bina Ağırlığı (t)	Gerekli Temel Alanı (m ²)	Bina Oturum Alanı (m ²)	Temel Alanın Bina Alanına Oranı (%)
1	5807	387	437	88
2	5426	362	437	83
3	3964	264	437	60

Tablo 5.4. Bina ağırlığına göre temel alanları

5.2 ÖNERİLER

Tetnolojinin gelişmesiyle yapı elemanlarının istenilen özellik ve boyutta üretimi sağlanmaktadır. Yapıların istenilen emniyet, estetik ve ekonomik özellikde olması, uygun seçilecek yapı elemanlarıyla mümkündür. Teknolojinin bu gelişmelerinden yararlanarak daha hafif dolayısıyla daha ekonomik yapılar yapmak mümkündür. Yapıların inşasında taşıma ve işçi ücretlerindeki önemli olmasından dolayı, hafif malzemelerin taşıma ve işçilik bakımından daha ekonomiktir. Hafif malzemenin işlenmesi daha kolay ve kısa zamanda yapılabilir.

Zeminin taşıma kapasitesinden daha fazla yararlanmak için yapıda hafif malzemeler kullanmak daha uygun olur. Zemin taşıma gücü belli bir bölgeye yapılacak bir yapı ağırlığının fazla almasından dolayı uygun olmadığı zaman hafif yapı elemanları kullanılarak bu yapının bu zemine yapılması sağlanabilir. Yapılarda mümkün olduğu kadar hafif yapı malzemeleri kullanılmalıdır. Hafif malzeme beklenen fonksiyonu da yerine getirecek özellikte olmalıdır.

KAYNAKLAR DİZİNİ

1. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, T.C. İmar ve İskan Bakanlığı Deprem Araştırma Enstitüsü Başkanlığı, Ankara;1975.
2. Akgün, Ö.R., ve Barkana, A., 1983, Basıç Programlama ve Nümerik Hesap, Bilim Teknik Yayınevi, Eskişehir.
3. Aydın, M.R., 1983, Perdeli Yapıların Yatay Yüklere Göre Yaklaşık Çözümü ve Kesin Çözümü İçin Bir Bilgisayar Programı, Deprem Araştırma Bülteni, No. 41, 5-35 s.
4. Aydın, M.R., 1984, Çerçeve, Perde ve Boşluklu Perdelerden Meydana Gelen Sistemlerin Yatay Yükler Altında İncelenmesi, Anadolu Üniversitesi Yayınları, No. 47.
5. Aydın, M.R., 1985, Yapı Statigi, Anadolu Üniversitesi Yayınları, No.114.
6. Aydın, M.R., Çiftci, B., ve Çiftci, N., 1986, Düşey Yükler Altındaki Çerçevelerin Statik Çözümü için Bilgisayar Programı, Anadolu Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 3, Sayı 1, 75-90 s.
7. Aydınoğlu, N., Erguvanlı, A., ve Özaydın, K., 1979, Zemin Yapı Periyod Etkileşimi ve Deprem Yönetmelikleri, Deprem Araştırma Bülteni, No. 24, 15-27 s.
8. Bayülke, N., 1975, Betonarme Kirişlerde Düktilite Şartları, Deprem Araştırma Bülteni, No. 15, 51-76 s.
9. Gediz Deprem Sempozyumu, 1970, İnşaat Mühendisleri Odası Yayınları, No. 21, Ankara.
10. Özden, K., Kumbasar, N., ve Sarıakçalı, S., 1988, Betonarme Yüksek Yapılar, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi, İstanbul.
11. Sucuoğlu, H., 1987, Yapı Sistemlerinin Deprem Dayanımını, 3. Yapı Mekaniği Semineri, Anadolu Üniversitesi ve Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Eskişehir, 37-77 s.
12. TS 500, 1984, Betonarme Yapıların Hesap ve Yapım İlkeleri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
13. TS 498, 1988, Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yükler, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.