

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

79159

ÇOK KATLI BETONARME YAPILARIN
BİLGİSAYARLA HESAPLARININ UYGULAMA
YÖNTEMLERİ

İnşaat Müh. Kirami GÜREL

F.B.E.İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Mekanik Programında
Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı: Doç.Dr.Asım GÜRALP

Doç.Dr. Asım Güralp
Prof.Dr. Kaya Özgün Kayzgen
Prof.Dr. Faruk Yüksel AK

İSTANBUL,1998

İÇİNDEKİLER

ŞEKİL LİSTESİ.....	i
ÇİZELGE LİSTESİ	ii
ÖNSÖZ.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Yüksek Yapının Tanımı.....	1
1.2 Türkiye’de ve Dünyada Yüksek Yapılar.....	2
1.3 Yüksek Yapılarda Mimari Tasarım.....	2
2. YÜKSEK YAPI TAŞIYICI SİSTEMLERİ.....	4
2.1 Yatay Sistemler	4
2.1.1 Betonarme döşeme sistemleri.....	4
2.1.1.1 Tek yönlü betonarme döşeme sistemleri.....	4
2.1.1.2 İki yönlü betonarme döşeme sistemleri.....	5
2.1.2 Sonradan gerilmeli döşeme sistemleri.....	6
2.2 Düşey Sistemler.....	6
2.2.1 Kolonlar.....	6
2.2.2 Perde duvarlar.....	7
3. YÜKSEK YAPI FORMLARI.....	8
3.1 Rijit Çerçevesiz Yapılar.....	8
3.2 Diyagonal Çaprazlamalı Yapılar	8
3.3 Dolu Çerçevesiz Yapılar	9
3.4 Başlıklı ve Başlıksız Kirişsiz Döşemeler.....	9
3.5 Kesme Duvarlı Yapılar.....	10
3.6 Kesme Duvarlı Çerçevesiz Yapılar.....	10
3.7 Tübüler Yapılar.....	11
3.7.1 Çerçevesiz tüp.....	11
3.7.2 Demet tüp.....	11
3.7.3 Diyagonal çaprazlamalı tüp.....	12
3.8 Çekirdekli yapılar.....	12

4.	YÜKSEK YAPILARDA YÜK ETKİSİ.....	19
4.1	Düşey Yükler.....	19
4.1.1	Sabit yükler	19
4.1.2	Hareketli yükler	19
4.2	Yatay Yükler	20
4.2.1	Rüzgar yükü.....	21
4.2.2	Deprem yükü.....	22
4.3	Servis Yükleri.....	22
5.	TEMELLER.....	25
5.1	Yüzeysel Radyeler.....	25
5.2	Kazık Temeller.....	25
5.3	Yönetmelikte Belirtilen Sınırlamalar.....	26
5.3.1	Temellere ilişkin kural ve koşullar.....	26
6.	YAPISAL ANALİZ PROGRAMLARI.....	28
6.1	SAP90 Yapısal Analiz Programı	28
6.1.1	Terminoloji.....	28
6.1.1.1	Düğüm noktası ve elemanlar.....	28
6.1.1.2	Asal ve lokal koordinat sistemleri.....	29
6.1.1.3	Serbestlik dereceleri.....	30
6.1.1.4	Yükleme koşulları ve yük kombinasyonları.....	31
6.1.2	Modelleme Seçenekleri.....	31
6.1.2.1	Düğüm noktası koordinatlarının oluşturulması.....	31
6.1.2.2	Düğüm noktası mesnet koşulları	32
6.1.2.3	Düğüm noktası bağımlılığı	32
6.1.2.4	Eleman tipleri.....	32
6.1.2.5	Rijid döşeme diyafram modellemesi.....	38
6.1.2.6	Basınç eğrisi yükleme.....	38
6.1.3	Statik ve Dinamik Analizler.....	39
6.1.3.1	Statik analiz.....	39
6.1.3.2	Dinamik analiz.....	40
6.1.3.3	P- Delta analizi.....	40
6.1.4	SAP90 Veri Giriş Detayları.....	41
6.2	PROBİNA Yapısal Analiz Programı.....	75
6.2.1	Donanım ve Yazılım Gereksinimi.....	75
6.2.2	Proje Parametreleri	75
6.2.2.1	Parametreler.....	75
6.2.2.1.1	Şartnameler	76
6.2.2.1.2	Analiz tipi.....	76
6.2.2.1.3	Kat serbestlik derecesi.....	77
6.2.2.1.4	Rijid bölgeler.....	77
6.2.2.1.5	Yük kombinasyonu	77

6.2.2.1.6	Zemin emniyet gerilmeleri.....	78
6.2.2.2	Deprem.....	78
6.2.2.2.1	Deprem hesabı parametreleri.....	78
6.2.2.3	Taşıyıcı Sistem Tipinin Belirlenmesi.....	79
6.2.2.4	Yük Dış Merkezlikleri.....	82
6.2.2.5	Duvar Tipi.....	83
6.2.2.6	Spektrum Parametreleri.....	83
6.2.2.7	Yapı Düzensizlikleri.....	85
6.2.2.8	Malzeme Sınıfı.....	90
6.2.3	Grafik Editör.....	91
6.2.3.1	Kolon elemanı	91
6.2.3.2	Perde elemanı.....	93
6.2.3.3	Kiriş elemanı.....	95
6.2.3.4	Plak döşeme elemanı.....	98
6.2.3.5	Nervür döşeme elemanı.....	100
6.2.3.6	Döşeme/Nervür aksları	101
6.2.3.7	Güncel projenin yeniden yüklenmesi.....	102
6.2.3.8	Pafta çerçevesinin ve ölçeklerin tanımlanması.....	102
6.2.4	Bina Analizi.....	104
6.2.4.1	Genel	104
6.2.4.2	Analiz verileri derleme	104
6.2.4.3	Çerçeve kontrol ve deformasyon çizimleri.....	104
6.2.4.4	Kat yüklerinin elle düzenlenmesi.....	105
6.2.4.5	Standart yük kombinasyonları editörü.....	106
6.2.4.6	Bina analizi sonuçlarının incelenmesi.....	106
6.2.5	Kolon ve Perde Donatı Hesapları	108
6.2.5.1	Genel	108
6.2.5.2	Otomatik Kolon Donatı Hesabı.....	108
6.2.5.3	İnteraktif Kolon Donatı Hesabı	109
6.2.5.4	Parametreler.....	111
6.2.6	Kiriş Donatı Hesapları.....	114
6.2.6.1	Genel	114
6.2.6.2	Kiriş donatı özeti oluşturulması ..	114
6.2.6.3	Otomatik kiriş donatı hesabı	115
6.2.6.4	İnteraktif kiriş donatı hesabı.....	115
6.2.6.5	Kirişlerin paftaya yerleştirilmesi.....	122
6.2.6.6	Parametreler.....	122
6.2.6.7	Konstrüktif esaslar.....	125
6.2.6.8	Ayarlar.....	125
6.2.7	Temel Hesapları.....	129
6.2.7.1	Genel	129
6.2.7.2	Tekil sömel hesabı.....	130
6.2.7.3	Sürekli temel hesabı.....	132
6.2.8	Merdivenler.....	137

6.3	SAFE Yapısal Analiz Programı.....	138
6.3.1	Düzen ve Modelleme.....	138
6.3.1.1	Safe ızgara sistemi... ..	138
6.3.1.2	Kiriş elemanı.....	139
6.3.1.3	Döşeme elemanı.....	140
6.3.1.4	Destek elemanları.....	142
6.3.1.5	Düğüm noktası serbestlikleri.....	142
6.3.1.6	Yükleme.....	143
6.3.2	Girilecek Bilgilerin Hazırlanması.....	144
6.3.2.1	Izgara sisteminin tanımlanması.....	144
6.3.2.2	Orijin ve I-J-K aksları.....	145
6.3.2.3	Temellerin analizinde gözönüne alınması gerekenler.....	145
6.3.3	Girilecek Bilgilerin Detaylı Tanımı.....	146
7.	SONUÇ ve TARTIŞMA.....	155
KAYNAKLAR.....		157
ÖZGEÇMİŞ.....		158



ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 3.1	Betonarme sistemleri kat sayısına göre karşılaştırılması.....	13
Şekil 3.2	Çekirdek ve çerçeve yapı sistemleri.....	14
Şekil 3.3	Tübüler yapı sistemleri.....	15
Şekil 3.4	Çerçevesiz yapı sistemleri.....	16
Şekil 3.5	Yüksek yapılarda kullanılan sistemler	17
Şekil 3.6	Yüksek yapılarda kullanılan sistemler	18
Şekil 6.1	Düğüm noktalarının yerleşimi	29
Şekil 6.2	Sonlu eleman ağ örgüsü ve örgü geçişleri.....	35
Şekil 6.3	Asolid eleman örgü geçişleri.....	36
Şekil 6.4	Rijit diyafram seçeneği.....	37
Şekil 6.5	Doğrusal koordinat oluşturma.....	44
Şekil 6.6	Dörtgensel koordinat oluşturma	45
Şekil 6.7	Cepheden koordinat oluşturma.....	46
Şekil 6.8	Lagrange koordinat oluşturma.....	47
Şekil 6.9	Silindirik koordinat oluşturma.....	48
Şekil 6.10	Mesnet-Sınır şartları örnekleri.....	49
Şekil 6.11	Döşeme süreksizlikleri.....	86
Şekil 6.12	Planda çıkıntılar bulunması durumu.....	87
Şekil 6.13	Eksenlerin paralel olmaması durumu.....	88
Şekil 6.14	Düşey geometrik süreksizlik durumu.....	89
Şekil 6.15	Düşey eleman süreksizliği durumu.....	90
Şekil 6.16	Kolon elemanı kesit parametreleri.....	92
Şekil 6.17	Perde elemanı kesit parametreleri.....	94
Şekil 6.18	Kiriş elemanı geometri parametreleri.....	96
Şekil 6.19	Bina analizi sonucunda hesaplanan kuvvetlerin pozitif yönleri.....	107
Şekil 6.20	Pilye kontrol parametreleri.....	127
Şekil 6.21	Sürekli temel parametreleri.....	134
Şekil 6.22	Diğer yön bağlantısı tanımı.....	135
Şekil 6.23	Safe ızgara sistemi.....	138
Şekil 6.24	Kiriş elemanları.....	139
Şekil 6.25	Döşeme elemanı.....	141
Şekil 6.26	Yükleme yönleri.....	143

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 6.1	Değişik eleman tipleri için rijitlik terimleri.....	30
Çizelge 6.2	Etkin yer ivmesi katsayıları	79
Çizelge 6.3	Bina önem katsayısı.....	80
Çizelge 6.4	Taşıyıcı sistem davranış katsayısı.....	81
Çizelge 6.5	Hareketli yük azaltma katsayısı.....	82
Çizelge 6.6	Yerel zemin sınıfları.....	84
Çizelge 6.7	Montaj donatı adetleri.....	118
Çizelge 6.8	Montaj donatı adedi.....	123



ÖNSÖZ

Bilgisayarla çok katlı betonarme yapıların mukavemet hesaplarının uygulama yöntemleri konusunda hazırladığım bu tez çalışmasında değerli fikirlerinden ve bilgilerinden yararlandığım Doç. Dr. Asım GÜRALP'e teşekkürlerimi sunarım.

Kirami GÜREL



ÖZET

Son yıllarda oldukça yaygın hale gelen inşaat mühendisliğinde bilgisayar uygulamaları ve bunların bina sistemlerinin çözümlerine yansımaları sonucunda, bu konularda çeşitli bilgisayar programları yazılmış ve gerek araştırma, gerekse uygulama alanlarına girmiştir. Bu doğrultuda sayısız iki ve üç boyutlu çerçeve programı geliştirilmiş ve bina çözümleri bu sistemler kullanılarak yapılmıştır.

Bu çalışmada yapısal analiz için kullanılan SAP90, PROBİNA ve SAFE yapısal analiz programlarının uygulama yöntemleri ele alınmıştır. Bu programların uygulanması için kullanılacak verilerin düzenlenmesinde dikkate alınması gereken noktalar üzerinde durulmuştur.

Probina yapısal analiz programı ile bina sistemlerinin üç boyutlu analizi, kolon, perde giriş ve döşeme gibi yapı elemanlarının dizaynı ve donatı hesapları ile temel hesaplarının yapılması mümkündür. Probina çizim modülü yardımıyla çok katlı yapı sistemlerinin projelendirilmesi de mümkündür.

SAP90 yapısal analiz programında analiz için sonlu elemanlar yöntemi kullanılmaktadır. Bu programın çerçeve, kabuk, solid ve asolid elemanların farklı yük kombinasyonlarında hem statik hem de dinamik analizine imkan sağlayan seçenekleri bulunmaktadır. Bir model içinde elemanların karışık ve birlikte kullanılmasını sınırlayacak bir kısıtlama yoktur. Modeli orjinal hal ve şekil değiştirmiş hal olarak görüntüleme ve çizim seçenekleri vardır.

SAFE yapısal analiz programı, döşeme sistemlerinin üç boyutlu analizini yapabilmekte ve bunun için sonlu elemanlar yöntemini esas almaktadır. Temel ve donatı hesaplarının yapılması da mümkündür. Ayrıca bu program kullanılarak, iki ya da üç boyutlu modelin şekil değiştirmiş halinin, kirişlere ve döşemelere ait moment ve kesme diyagramlarının görüntülenmesi sağlanmaktadır.

ABSTRACT

Many two and three dimensional computer programs for the linear analysis of complex structures developed in recent years. These programs can be used for the analysis of flat slab and basemats.

Execution methods of SAP90, Probina and Safe structural analysis programs are studied in this research.

Probina structural analysis program can be used for the three dimensional analysis of elements such as beam, column, slaps. Calculation of reinforced concrete and basements are possible. Probina has subprogram which can be used for plotting.

SAP90 structural analysis program is Finite Element Method based. The finite element library consist of Frame, Shell, Asolid and Solid elements. The program has static analysis and dynamic analysis options. Load combinations may include results from the static and dynamic analysis. Undeformed and deformed shape plotting capabilities exists.

Safe structural analysis program is capable of analyzing flat slab of arbitrary geometry and varying thickness having drop panels, openings and edge and/or embedded beams. The program can deal with different load and support configurations as well as discontinuities in the slab. Safe designs and creates layout maps of reinforcement in defined strips based on the integrated moments.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Yüksek yapılar, yoğun nüfus hareketleri, artan arsa fiyatları ve iş merkezlerindeki yoğun talepler nedeniyle büyük şehirlerde bir zorunluluk haline gelmiştir.

Son 30 yılda yeni taşıyıcı sistemlerin geliştirilmesi, yapı malzemelerindeki düzelmeler ve yeni yapım yöntemleri yüksek yapıların konstrüksiyon ve yapısını temelden değiştirmiştir. 60'lı yılların başında yüksek yapılar çelik yapının bir uğraş alanı iken bugün çelik, betonarme ve karma yapılar aynı sıklıkla uygulanmaktadır. Gelişen bilgisayar olanakları ve uygun hesap programları yardımıyla proje yapanlar, yapının statik hesabını önemine uygun duyarlılıkla çözebilme imkanına sahiptirler.

Bilgisayar programıyla analizin etkili bir şekilde uygulanması, önemli ölçüde deneyim gerektirir. Analizin en zor aşaması yapının davranışını en uygun şekilde belirten bir model oluşturmaktır. Hiçbir bilgisayar programı, tecrübeli bir mühendisin sağduyusunun yerini alamaz. Beklenmedik sonuçların düzeltilebilmesi için, programın temel kabullerini iyi anlamak gerekir. Yapıyı doğru idealize etmenin ve sonuçların sorumluluğunun tamamen kullanıcıya ait olduğu unutulmamalıdır.

Yüksek Yapının Tanımı

Binanın 'Yüksekliği'nin planlamayı, dizaynı, yapımını ve kullanımını etkilediği yapılar yüksek yapı olarak ele alınmalıdır. Ayrıca diğer yapılarda olmayan fakat yükseklikten dolayı değişik şartların olduğu yapılar yüksek yapı olarak tanımlanabilir.

Yüksek yapılar , yapı mühendisliği açısından bakıldığında, en üst kat döşemesinin, yapının oturduğu zemin yüzeyinden yüksekliği 22 m. ve daha fazla olan yapılardır.

1.2. Türkiye’de ve Dünyada Yüksek Yapılar

Betonarmenin yüksek yapılarda kullanılması çok eski olmamasına rağmen, bu alanda önemli ilerlemeler kaydedilmiş, ABD’de One Magnificent Mile, Türkiye’de Mersin Metropol binası gibi projeler gerçekleştirilmiştir.

One Magnificent Mile projesi, yüksek yapılarla ilgili betonarme taşıyıcı sistemlerin geliştirilmesi ve dünya üzerinde çok amaçlı şehircilik projelerinin tam bir sentezidir. 57, 49 ve 22 katlı üç çerçeveden oluşan çok kullanım amaçlı kompleks yapıda kullanım fonksiyonlarının her birinin iç ve dış aralıkları ile ilgili gerekleri yerine getirilmiştir.

Kolon aralıklarının dış tüpte olduğu gibi farklı tutulması gerekmiştir. Apartmanlarda bu aralık 2.5 ft.’den 9 ft.’e kadar değişmektedir. Ofis katlarında bu aralık 10 ft. ve diğer katlarda 20 ft. olarak alınmıştır.

Mersin Metropol binası taşıyıcı sistemi, plan boyutları 29.1 x 43.3 m. olan bir dış tüp ile ortasındaki çekirdek grubundan oluşmaktadır. Temel üst kotu ile yapının en yüksek noktası arasındaki yükseklik 184.90 m.’dir. Dış tüpün kalınlığı 70 cm., 50 cm., 35 cm. olarak bina yüksekliğinin yaklaşık 1/3’ü hizalarında üç kez değiştirilmiştir. Yapı yüksekliğince sabit tutulan çekirdek grubu elemanlarının 50 cm. ve 20 cm. olarak seçilmiştir.

1.3. Yüksek Yapılarda Mimari Tasarım

Yüksek yapılarda rüzgar etkisi gözardı edilemeyecek ölçüde büyüktür. Statik rüzgar etkileri bina yüksekliğinin karesi kadar artar. Rüzgar hızı, yükseklikle birlikte artar ve rüzgar basıncı rüzgar hızının karesi kadardır.

Rüzgar yüklerine göre yüksek yapıların tasarımında dikkate alınması gereken faktörler şunlardır:

- a. Yapısal sistemin stabilite ve dayanıklılık şartları
- b. Rüzgar yüklerindeki değişim sonucu yapısal eleman ve bağlantılardaki yorulmalar
- c. Aşırı yanal deplasmanın sebep olduğu çatlamlar, mekanik sistem ve çerçevelerdeki oynamalar ve mümkün olabilecek kalıcı deformasyonlar
- d. Sallanma miktarı ve mesafesinin yaşayanlarda yaratacağı konforsuzluk
- e. Diğer komşu binalar üzerindeki rüzgar hızının büyüklüğünü arttıran rüzgarın darbe etkisi
- f. Yayalar üzerindeki etkisi
- g. Akustik turbulansın rahatsız edici etkisi



BÖLÜM 2. YÜKSEK YAPI TAŞIYICI SİSTEMLERİ

2.1. Yatay Sistemler

2.1.1. Betonarme döşeme sistemleri

Bir bütün olarak incelendiğinde, uygun betonarme döşeme sistemi seçiminin en önemli kriterlerden biri olduğu görülmektedir. Betonarme döşeme sistemi seçimini etkileyen faktörlerden birisi mimari tasarımdır. Binanın kullanım amacına uygun olarak tasarlanan döşeme açıklıkları, betonarme döşeme sisteminin seçilmesinde büyük bir rol oynamaktadır. Ayrıca dişey elemanların ve temellerin tasarımında betonarme döşeme sisteminin büyük bir etkisi vardır. Bununla birlikte döşeme kalınlığının doğrudan kat yüksekliğine ve binanın toplam yüksekliğine etkiside gözardı edilemeyecek ölçüde büyüktür.

Betonarme döşeme sistemleri iki kategori içinde gruplandırılmışlardır :

Tek Yönlü; tek yöndeki döşeme açıklıklarının kiriş veya duvarlarla desteklendiği döşemeler

İki Yönlü; birbirine dik yönlerde döşeme açıklıkları bulunan döşemeler

Plak içinde negatif moment dayanımı oluşturularak, sürekliliğin bütün elemanlarda sağlanması her iki sistem içinde avantaj olarak görülebilir.

2.1.1.1. Tek yönlü betonarme döşeme sistemleri

2.1.1.1.1. Kiriş yada duvara oturan tek yönlü döşemeler

Kalınlığı 0.2 m. kadar olabilen, duvar yada kiriş boyunca 7.4 m sürekli bir açıklığa sahip döşemelerdir. Betonarme için oldukça ağır ve kullanışsızıdır. Eğer sürekli açıklıklar halinde inşa edilirlse öngerilmeli döşeme gibi çalışırlar.

2.1.1.1.2. Nervürlü döşemeler

Tek yöndeki döşeme açıklıklarına sık olarak yerlertirilmiş nervürler ve nervürlerden gelen yükleri kolonlara aktaran kirişli bir sistemdir. Kısa açıklıklı bir plağın kalınlığı 7.6-15 cm. arasında olabilir ve diğer yöndeki açıklık ise 14 m.'ye kadar inşa edilebilir. Bu sistemin en önemli faydalarından biri büyük açıklıkları geçilebilmesine olanak sağlaması ve rijid çerçeve sistemelerde iki yönlü yanal yük dayanımına uygun olmasıdır.

2.1.1.2. İki yönlü betonarme döşeme sistemleri

2.1.1.2.1. Kirişsiz döşemeler

Bu sabit kalınlıktaki, iki yönlü betonarme plakların doğrudan kolonlar tarafından desteklenmesiyle oluşan bir sistemdir. Kiriş yada nervür kullanmadan yüklerin doğrudan düşey sistemler yani kolon yada duvar gibi elemanlar tarafından taşınmasında başvurulan bir sistemdir.

Sıradan betonarme plak kullanılarak 8 m.'ye kadar olan açıklıklar geçilebilirken, sonradan gerilmeli plaklar kullanıldığında bu açıklık mesafesi 11 m.'ye kadar artar. Plağın sabit kalınlığa sahip olması, kolon ve duvarların yerleştirilmesinde büyük serbestlik sağlar.

Bunların dışında minimum kat yüksekliğine izin verir.

2.1.1.2.2. Başlıklı kirişsiz döşemeler

Başlıklı kirişsiz döşemeler, kolonların en üst noktalarına yerleştirilen dişlerle kirişsiz döşemelerden farklı hale gelir. Bu dişler kesme kapasitesini artırırken aynı zamanda dişlerin altına yerleştirilen panellerde hem kesme hemde negatif moment kapasitesini artırır. Büyük yükleme ve açıklıkların fazla olduğu yapılarda başlıklı kirişsiz döşemeler, kirişsiz döşemelerden daha uygundur. Bu şartlardaki yapılarda başlıklı kirişsiz döşemeler daha az beton ve donatı gerektirir. Kare veya kareye yakın uygulamalar için daha uygundur.

Genellikle yüksek yapılarda bu tür plaklar için kalınlık 0.127 m ile 0.254 m. arasında olurken, açıklıklar her iki yönde 4.56 m. ile 7.6 m. arasında sınırlandırılır.

2.1.1.2.3. Kaset döşemeler

Döşemenin kare ızgaralar ve kolon çevrelerindeki paneller tarafından taşındığı bir sistemdir. Kolon çevresindeki kritik bölgede eğilme ve kesme gerilmelerine dayanımı arttırmak için kasetler yerleştirilmez ve burada dolu paneller oluşturulur. Kareler 0.76 m.'lik kenara sahip olup, 0.50 m. derinliktedirler. Bu döşeme sistemi dikdörtgen planlı döşemelere nazaran kare planlı döşemeler için daha uygundur.

Genel davranış ve moment dağılımı açısından kaset döşemeler, başlıklı kirişsiz döşemelere benzerler. Kaset döşemelerde açıklıklar 9.1 m. ile 12.2 m. arasında inşa edilebilir.

2.1.2. Sonradan gerilmeli döşeme sistemleri

Sonradan gerilmeli betonarme döşemeler kirişli veya kirişsiz olabilirler. Betonarme döşeme sistemleriyle karşılaştırıldığında, sonradan gerilmeli döşeme sistemleri daha düşük döşeme kalınlığı ve sehimlerle daha geniş açıklıklara izin vermektedir. Öngerilmeli prekast yapılarla karşılaştırıldığında, sonradan gerilmeli sistemler açıklıkların sürekliliği açısından daha avantajlıdır.

2.2. Düşey Sistemler

2.2.1. Kolonlar

Temel üst kotunda toplam yüksekliği 75 metreyi geçen yapılarda dinamik hesap yapılmalıdır. Ancak dinamik hesabında bulunan yatay yük, eşdeğer statik yük esasına göre bulunan değerlerin %70 'inden az olamaz.

Temel üst kotundan toplam yüksekliği 75 metreyi geçen yapılarda, sıcaklıktan, sünme ve büzülmeden doğan etkiler de özellikle kolon hesabında dikkate alınmalıdır.

Yüksek yapılarda kolon alanı

$$A_c = N_d / (0.6 \cdot f_{ck}) \quad (2.1)$$

değerinden daha küçük seçilemez.

2.2.2. Perde duvarlar

Yüksek yapılarda ele alındığında, perde duvarlar genellikle bodrum kat duvarları olarak karşımıza çıkar. Perde duvarlar genelde eğilme ve aksel yüklenmeye maruz kalırlar.

Duvarlar önemli ölçüde peklige sahiptirler ve dönmez yada yatay olarak hareket edemezler.



BÖLÜM 3. YÜKSEK YAPI FORMLARI

3.1. Rijid Çerçevesel Yapılar

Betonarme binaların avantajlarından birisi, birleşim noktalarında sürekliliği sağlayabilmesidir. Kolonlar tarafından desteklenen kirişler, kolonlarla birlikte rijid olarak kabul edilebilirler. Her bir kolon ve kirişin bağımsız olarak hareket edebilmesi ve birleşim noktalarındaki dönmeler, rijid çerçeveleri esneklikleriyle de ön plana çıkarmaktadır.

Çerçeve, yapının iç duvar düzleminde yada cephe düzlemi içinde olabilir. Sürekliliği nedeniyle rijit çerçeve, kolon ve kirişlerin eğilmesi ile yatay yüklere karşı koyar. Rijit çerçevelerin bu sürekliliği birleşim elemanlarının herhangi bir kaymaya izin vermeyen dönme dayanımına bağlıdır. Çerçevenin yük kapasitesi kiriş ve kolonlarının mukavemetine bağlıdır. Bu kapasite kat yüksekliği ve kolon aralıkları büyüdükçe azalır.

Yerçekimi kuvveti de rijid çerçeve davranışı ile karşılaşılır. Kirişin içinde oluşan negatif moment, açıklık ortasında oluşan momentin ,basit bir şekilde desteklenmiş bir döşemede oluşan açıklık ortası momentinden belirgin düzeyde düşük olmasına sebep olur. Çerçevenin sürekliliği, kirişlerdeki momenti düşürerek yerçekimi kuvvetine dayanımı artırır. Rijid çerçevenin avantajı basit ve dikdörtgen kesitli olmasıdır.

Rijit çerçevenin yatay sağlamlığı, eğilmeye karşı dayanıklı kiriş, kolon, ve bunların birleşimleridir.

3.2. Diyagonal Çaprazlamalı Yapılar

Diyagonal çaprazlamalı yapıların yanal yüklere karşı dayanımı diyagonal elemanlar tarafından sağlanmıştır. Çünkü yapı üzerindeki yatay kesme kuvveti, yapının elemanlarındaki aksenal çekme ve basınç davranışları tarafından karşılanmaktadır. Diyagonal çaprazlamalı sistemler yanal yüklerin karşılanması açısından oldukça etkilidir.

Diyagonal çaprazlama genellikle çelik sistem olarak kabul edilir çünkü diyagonallar bir yada başka yönlerdeki yanal yükler için çekmeye maruz kalırlar. Betonarme Çift Diyagonalı yapı formu az da olsa kullanılmaktadır, bununla birlikte, her bir diyagonal tüm kesme yüklerini taşıyabilecek şekilde kullanılmaktadır.

Diyagonal Çaprazlama yapının minimum ilave malzeme ile yanal yüklere karşı oldukça dayanıklı olmasını sağlar. Diyagonal çaprazlamanın dezavantajı ise iç mimaride ve pencere ile kapıların yerleştirilmesine engel oluşturmasıdır.

Diyagonal çaprazlama, yatay yüklere karşı yapıları dengelemek amacıyla ondokuzuncu y.y'dan bu yana bir çok yüksek yapıda kullanılmıştır. Diyagonal çaprazlama yüksek yapılarda yapısal ve mimari açılarından birçok avantaj sağladığı için günümüzde de tercih edilmektedir.

Bir binada yanal yükleme yön değiştirebilir olduğu için, diyagonallar hem çekme hem de gerilmeye maruz kalabilirler.

3.3. Dolu Çerçevesel Yapılar

Bir çok ülkede 30 kat yüksekliğe kadar olan yüksek yapılarda kullanılan yaygın sistemlerden birisi de dolu çerçeve sistemlerdir. Dolu çerçeve betonarme kolon, kiriş ve dolu panellerden oluşur. Bölme duvarı , dış duvar, asansör ve servis shaftı fonksiyonlarına ek olarak yapısal olarak yatay yüklere karşı da bir kuşak vazifesi görmektedir. Yapım kolaylığı ve bu tarz yapıda uzmanlığın artması, dolu çerçeve sistemini en hızlı ve ekonomik olan sistemlerden birisi haline getirmiştir.

3.4. Başlıklı ve Başlıksız Kirişsiz Döşemeler

Kolonlara rijid bir şekilde bağlanmış olan 12-20 cm kalınlıktaki uniform plaklardan oluşan yapı formları içinde en kolay uygulanabilen sistemlerden biri de kirişsiz döşemelerdir.

Yatay yükler altındaki davranışı bakımından kirişsiz döşemeler, rijid çerçevelere benzerler. Kirişsiz döşemeler 8 m. açıklığa kadar ekonomik olup, başlıklı kirişsiz döşeme olarak inşa edildiğinde bu açıklık 12 m. kadar arttırılabilir.

Yatay yüklere dayanımına göre kirişsiz döşemeli yapılar 25 kat yüksekliğe kadar ekonomik kabul edilebilir.

3.5. Kesme Duvarlı Yapılar

Kesme duvarlı yapılar, yatay yüklerin tamamen kesme duvarları tarafından karşılandığı kabul edilen yapılardır. Duvarlar çekirdeğin bir parçası olabileceği gibi yapı içindeki bölme duvarlar şeklinde de olabilir. Duvarlar sürekli bir biçimde temele kadar inerler ve temellere konsol olarak bağlanırlar. Kesme duvarlar düz olabilirler ama daha çok L-, T-, I-, veya U- şeklinde olabilirler.

3.6. Kesme Duvarlı Çerçeveli Yapılar

Kesme duvarlar ve rijid çerçevenin bir arada uygulandığı yapılarda, duvarlar ve çerçeveler yatay olarak birlikte çalışarak, özellikle en üst noktada, yapının daha dayanıklı ve güçlü olmasını sağlarlar. Kesme duvar ve çerçeve kombinasyonunun kullanıldığı yapılar 40 ila 60 kat yüksekliğe kadar çıkabilir ki, bu yalnız kesme duvar ya da yalnız rijid çerçevenin kullanıldığı yapılardan daha fazladır.

Buna ek olarak, kesme duvar ve çerçeveli yapıların az bilinen özelliklerinden birisi de, çerçeve içindeki kesme kuvvetinin tüm yükseklik boyunca yaklaşık olarak üniform olmasıdır. Bu özelliği her kattaki çerçevenin aynı olmasına izin verir.

Yatay olarak birlikte çalışmasının tasarım açısından en önemli avantajları şunlardır :

- Hesaplanan yerdeğiştirmenin sadece duvarların kullanıldığı yapılara göre belirgin düzeyde düşük olması

- Duvarlardaki hesaplanan egilme momentinin, her bir sistemin ayrı olarak kullanıldığı yapılara göre düşük olması
- Çerçeveyi oluşturan kolonların tamamen kuşaklanmış olarak tasarlanabilmesi
- Hesaplanan çerçeve içindeki kesme kuvvetinin, yükseklik boyunca üniform olabilmesi

3.7. Tübüler Yapılar

3.7.1. Çerçeveli tüp

Çerçeveli tüp yapıların yatay yüklere karşı dayanımı, binanın çevresinde oluşturulan moment dayanımı yüksek çerçeveler tarafından sağlanmaktadır. Bu çerçeve birbirine yakın kolonlar, merkezleri arasındaki mesafeler 2-4 m. olan, ve yüksek kirişlerin birleşimiyle meydana gelir. Herne kadar tüp tüm yatay yükleri taşısa da, yerçekimi yükleri tüp ile içindeki kolon ve duvarlar tarafından paylaşılır. Yatay yükler altında binayı çevreleyen çerçeve yükleme yönünde hareket eder.

Tüp formu orjinal olarak dikdörtgen kesitli yapılar için geliştirilmiştir ve en uygun kullanımı da bu yapılarda görülmektedir. Bununla birlikte, dairesel ve üçgen planlı binalarda az da olsa kullanılmaktadır. Çerçeveli tüp yüksek yapı formları arasındaki en belirgin modern gelişmelerden biridir.

Çerçeveli tüp için bir diğer varyasyon ise, bir dış çerçeve tüp ile asansör veya servis çekirdeğinin bir arada kullanılmasıyla elde edilir. Dış tüp ile çekirdek birlikte çalışarak hem yanal yüklere hem de yerçekimi yüklerine karşı koyarlar ve yatay dayanımı artırır.

3.7.2. Demet tüp

Bu yapısal form kavramının altında yatan kural iki yada daha fazla bağımsız tüplerin birbirleriyle birleştirilmesidir. Tek başına her tüp rijid olduğundan herhangi şekilde bir araya getirilebilir ve herhangi bir seviyede kesilebilirler.

İç paneller kesme kuvvetlerine karşı koyup kayma ötelenmelerini azaltırken büyük bir konsol kirişin gövdesi gibi davranır ve ayrıca eğilmeye karşı dayanım sağlar.

3.7.3. Diyagonal çaprazlamalı tüp

Çerçevesi tüplerin verimliliğini arttırmamanın bir diğer yolu ise tübün yüzeylerine diyagonal çaprazlamalar eklemektir. Bu sistem ilk olarak çelik yapı şeklinde 1969 yılında, betonarme olarak ise 1985 yılında uygulanmıştır.

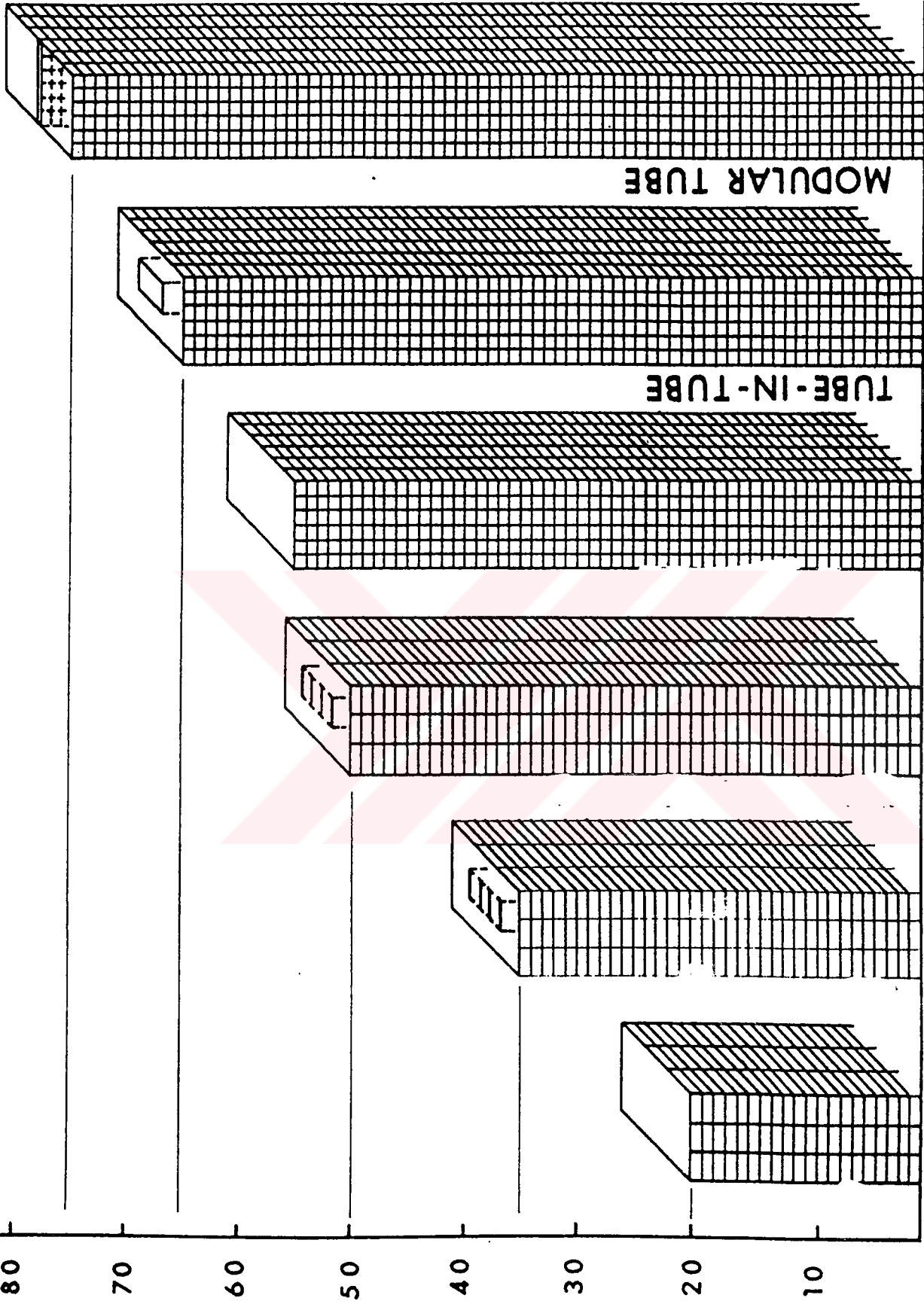
Sonuç olarak, çerçeve elemanlarındaki eğilmenin büyük ölçüde azalmasıyla, yapı yatay yükler altında diyagonal çaprazlamalı çerçeve gibi davranış gösterir. Dış kolonları kaldırıp yerine diyagonalların her iki yönde yerleştirilmesiyle oluşacak yapı sistemi sayesinde istenilen konsol tüp davranışı elde edilir.

3.8. Çekirdekli Yapılar

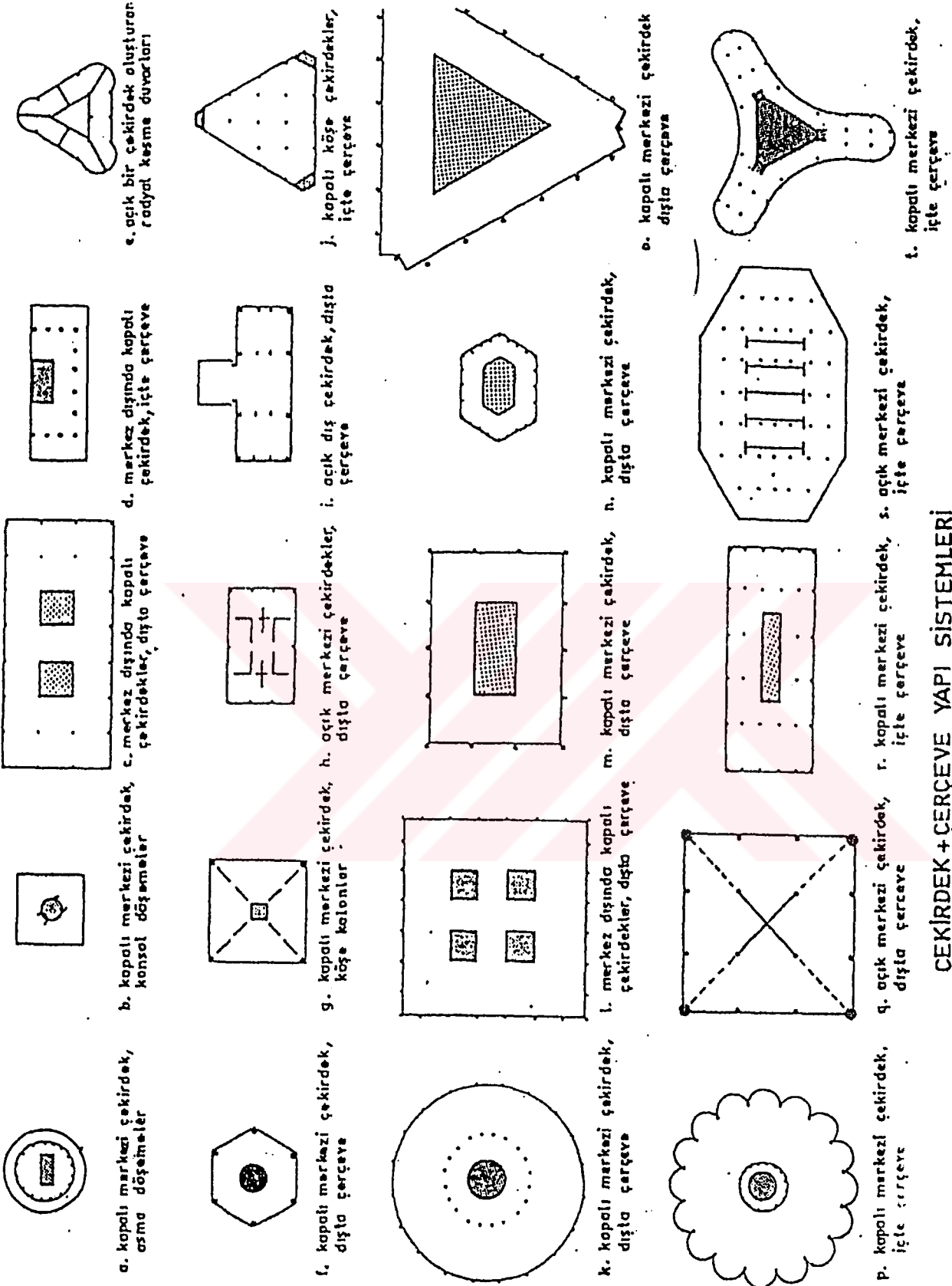
Bu tür yapılarda tüm yatay yükleri ve yerçekimi yüklerini çekirdek karşılar. Bazılarında plaklar çekirdekten uzanan konsollar tarafından desteklenir. Diğerlerinde plaklar hem çekirdek hem de dış kolonlar tarafından desteklenir.

Asansör çekirdekleri, hem yatay yüklemeler hem de yerçekimi yüklemelerini karşılayan ana elemandırlar. Betonarme çekirdekler genellikle kutu formunda kesme duvarlarıdır. Bu kesme duvarları kirişler yada plaklar tarafından kapalı hale gelebilir. Betonarme çekirdeğin atalet moment sabit ve büyüktür, bu yüzden tüm yanal yükleri tek başına karşılayabilir. Yatay yüklemelerden dolayı çekirdekte oluşan yerdeğiştirme ve gerilmeler, düşey konsol hesabı gibi hesaplanır.

Eğer bina ayrıca burulmaya maruz kalıyorsa, çekirdeğin burulma dayanımı binanın toplam burulma dayanımının önemli bir kısmıdır.



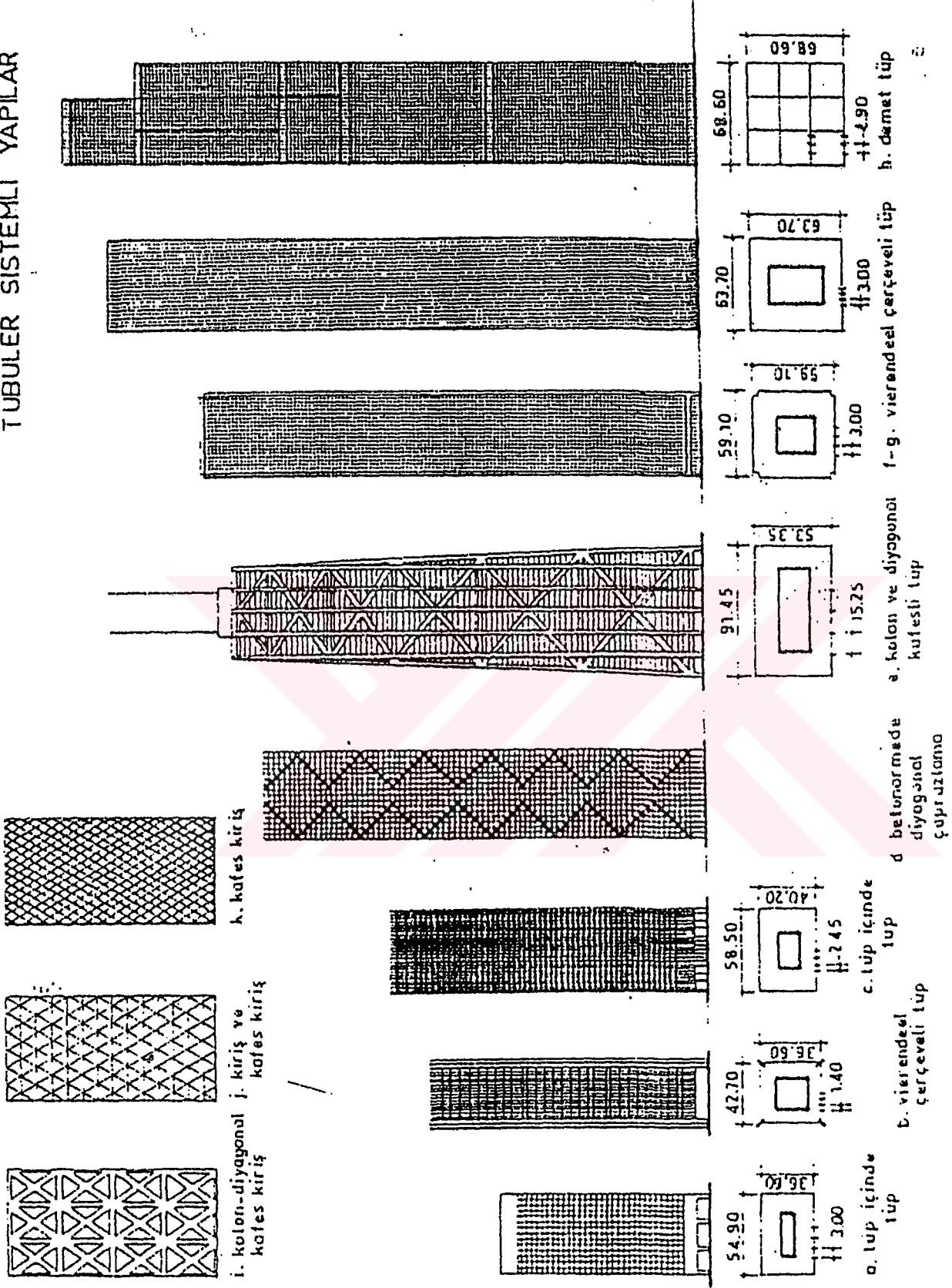
Şekil 3.1 Betonarme sistemlerin kat sayısına göre karşılaştırılması



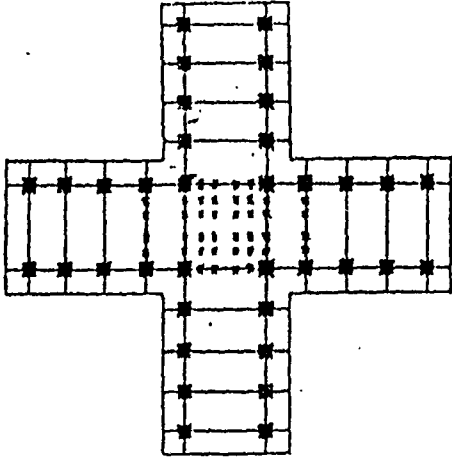
ÇEKİRDEK + ÇERÇEVE YAPI SİSTEMLERİ

Şekil 3.2 Çekirdek ve çerçeve yapı sistemleri

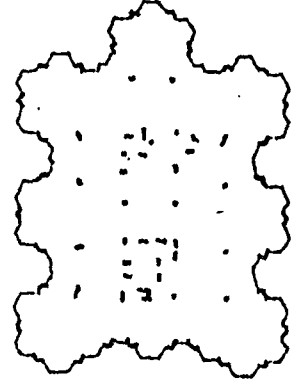
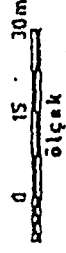
TÜBÜLER SİSTEMLİ YAPILAR



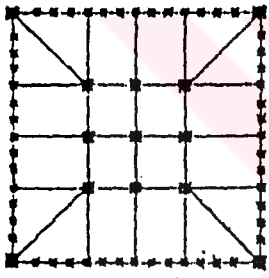
Şekil 3.3 Tübüler yapı sistemleri



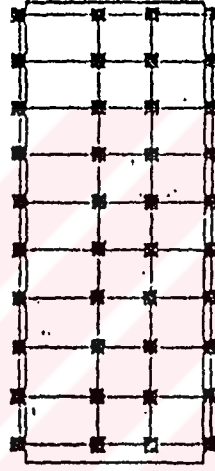
d. iki aks üzerinde çerçeve



j. düzensiz kolonlar



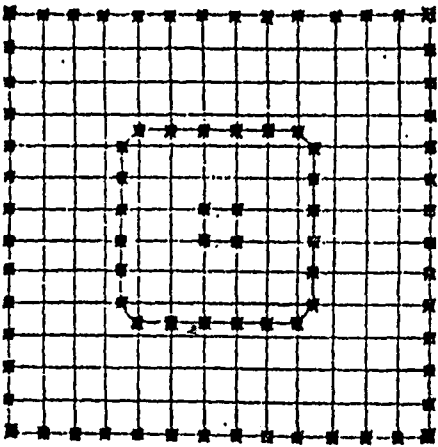
c. dışta tüp, içte çekirdek



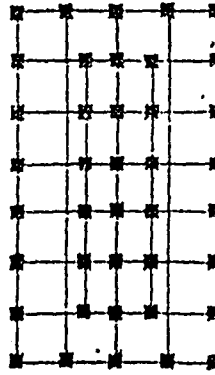
f. paralel çerçeve



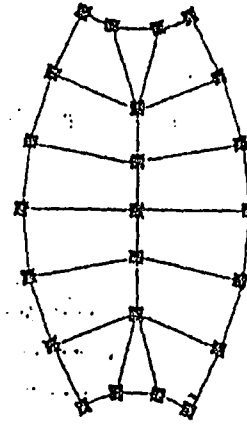
i. radyal ızgara üzerinde çerçeve



b. içte ve dışta tüp

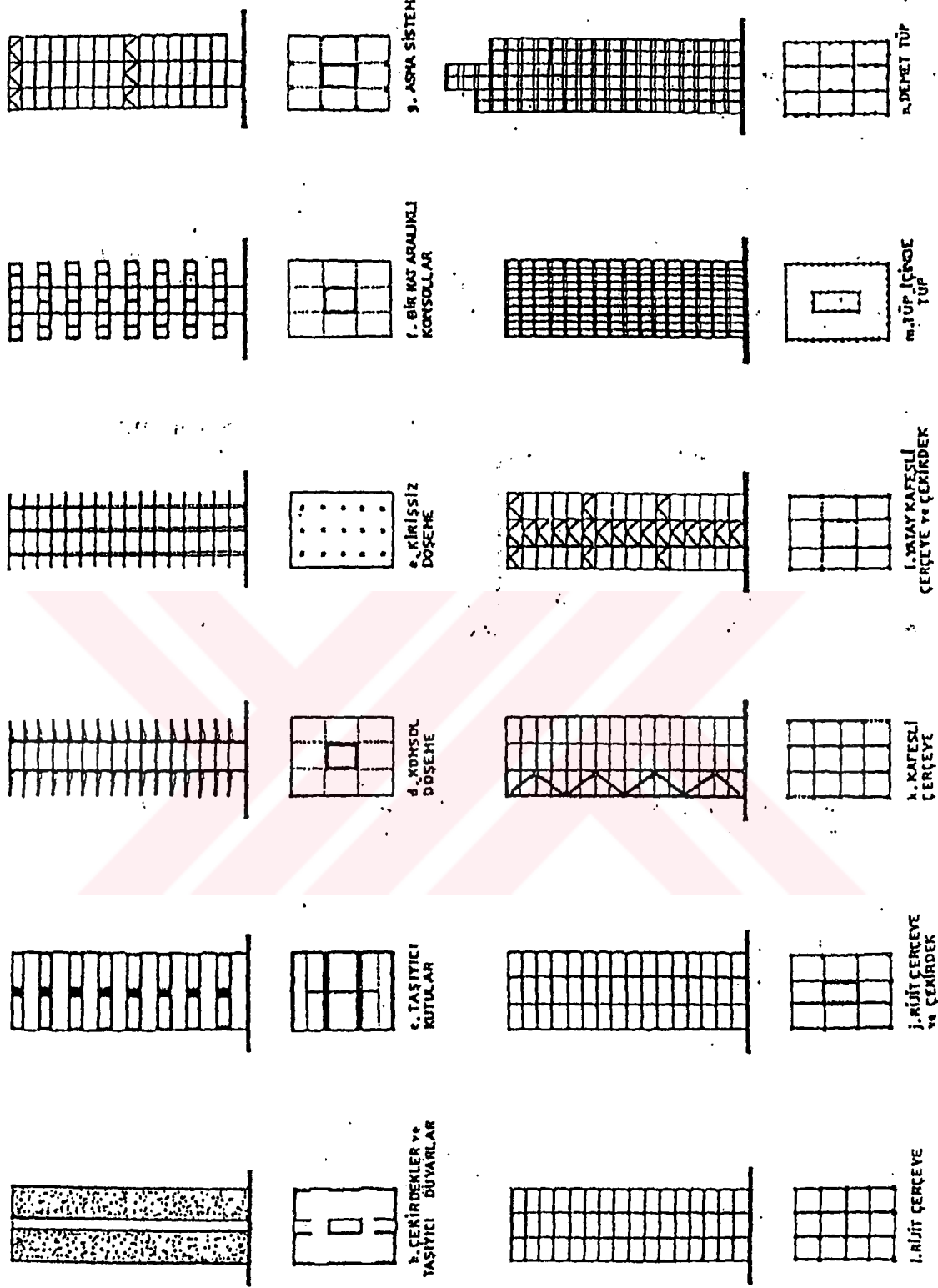


e. iç kolonları farklı aralıklı çerçeve

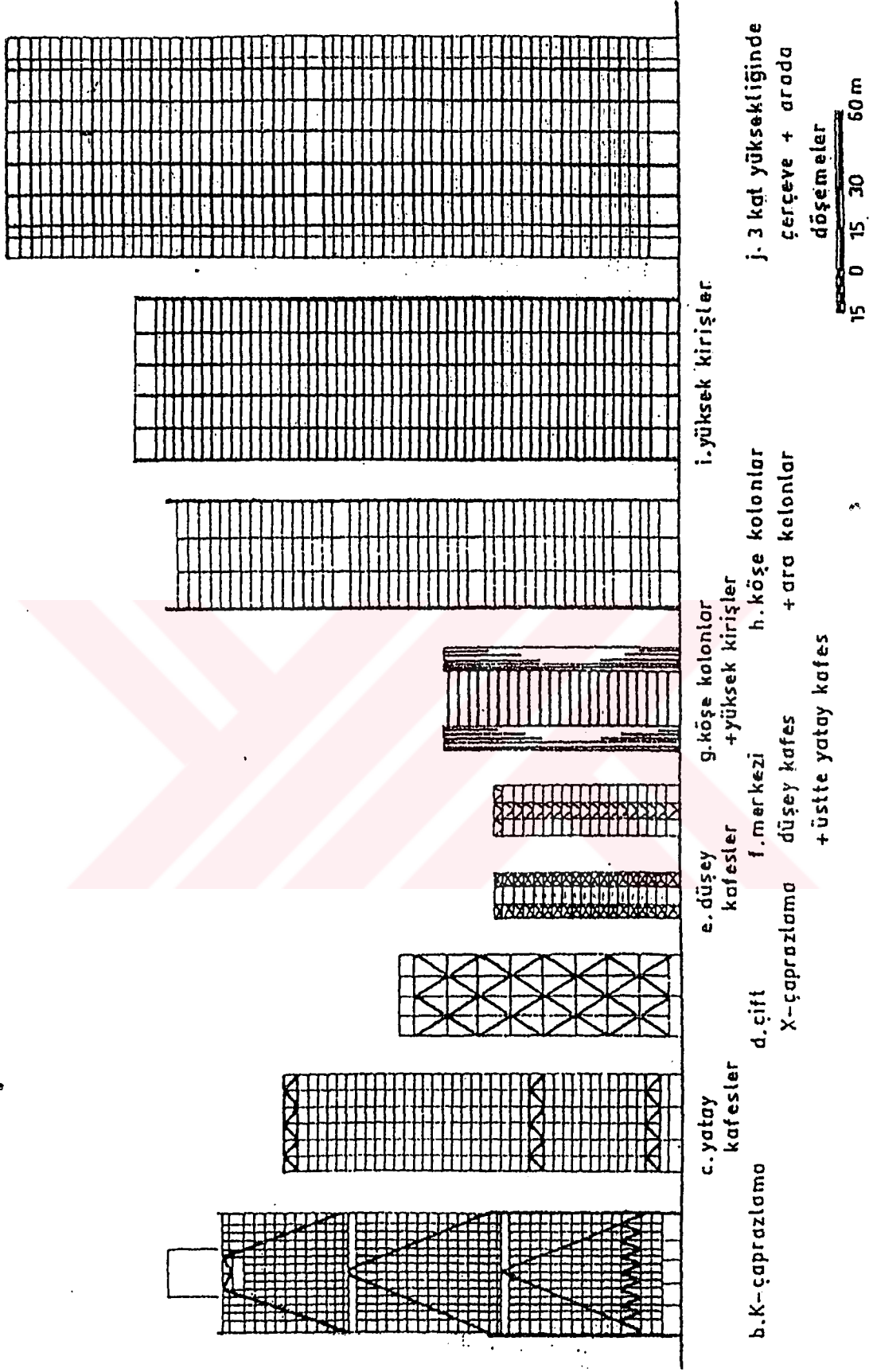


h. eğrisel ızgara üzerinde çerçeve

Şekil 3.4 Çerçevesel yapı sistemleri



Şekil 3.5 Yüksek yapılarda kullanılan sistemler



Şekil 3.6 Yüksek yapılarda kullanılan sistemler

BÖLÜM 4. YÜKSEK YAPILARDA YÜK ETKİSİ

Bir yapı taşıyıcı sisteminin işlevi, kendisine uygulanan yükleri temele aktarmaktır. Bu açıdan bakıldığında tasarımcının işe başlarken ele alacağı konular arasında yapıya ömrü boyunca gelebilecek yüklerin büyüklüğü, etkidiği yer, geliş sıklığı gibi özelliklerin belirlenmesinin de bulunması gerektiği görülmektedir.

Yapıdaki etkileri bakımından düşey ve yatay yükleri ayrı ayrı incelemek uygun olur. Bundan başka bütün yükler sabit (ölü), ve hareketli (değişen) olmak üzere ikiye ayrılır. Çoğu yükler gerçek veya gerçeğe çok yakın hesaplanabilir. Fakat kar, rüzgar, deprem yüklerinde hala tartışmalar vardır.

4.1. Düşey Yükler

4.1.1. Sabit yükler

Yapının ömrü boyunca taşıyıcı sisteme etki eden yüklere 'Sabit Yükler' denir. Sabit yükler yapının ağırlığıdır. Taşıyıcı elemanların ağırlığı, kaplama, döşeme, çatı örtüsü, yalıtım, duvar ağırlıkları, vb. sabit yükler olup birim değerleri TS 498'de verilmiştir. Taşıyıcı sistemin ağırlığını bulmak kolay görünüyorsa da boyutu hesaplamak için ağırlığa, ağırlığı hesaplamak için de boyutta ihtiyaç duyulması önce yakın boyut vermeyi gerektirir. Taşıyıcı sistem tasarımı tamamladıktan sonra yaklaşık boyutların, dolayısıyla ağırlığın ilk seçilenlere yakın olup olmadığı kontrol edilir. Duvarlar, kaplama, döşeme gibi elemanların ağırlıklarını tayin etmek ise, bunların mimari proje zamanında belirtilmesi koşulu ile daha basittir.

4.1.2. Hareketli yükler

TS 498'de hareketli yükler, insan, mobilya, yük taşımayan hafif bölme duvarlar, depolama malzemesi, makina, kar gibi yapı elemanları dışındaki yükler olarak tanımlanmaktadır.

Hareketli yükler büyüklükleri ve konuları zamanla değişen tekil yüklerdir. Bunların tesbiti zor olduğu için genellikle düzgün yayılı eşdeğer yük gözönüne alınır. Bu eşdeğer

yükler yapının kullanım amacına göre, TS 498'de tablo halinde verilmiştir. Aynı standartta şu not ta bulunmaktadır : ‘ Bu standartlarda verilen değerler hesap değerleridir. Bunlardan sapan yük değerleri olması halinde bunların resmi bir deney laboratuvarı tarafından onaylanması gerekir. Ayrıca bu standartta verilmeyen yük değerleri de sözü edilen deney laboratuvarında belirlenir.

Hareketli yükler yapının kullanım amacına göre değişmektedir ve kullanım alanından bağımsızdır. Ayrıca TS 498'e göre, kolon normal kuvvetlerinin hesabında hareketli yüklerden oluşan bölümüde binanın kat sayısına bağlı olarak bir azaltma yapılabilmektedir. Ancak son yıllardaki istatistik ve olasılık teorilerine dayanan araştırmalarda hareketli yüklerin uygulama alanlarına bağlı olduğu ve kolon yüklerinin hareketli yük azaltmasının ihmal edilebilecek kadar az olduğu tesbit edilmiştir.

Alan büyüdükçe daha küçük hareketli yük gelebilmektedir. Belli bir olasılık esas alındığında alan büyüdükçe hareketli yük değerleri, alan küçüldükçe standart değerleri aşabilmektedir. Alanın büyük olduğu durumlarda yükler bu diyagramlara göre standart değerlerinin altında kalsa bile standartta verilen değerlerle işlem yapmak, alanın küçük olduğu durumlarda ise artan hareketli yükleri dikkate almak güvenlik tarafında kalmak açısından tercih edilmelidir.

4.2. Yatay Yükler

Yüksek yapılarda özellikle önem kazanan, hesapların da gözönüne alınması gereken yatay yükler; rüzgar yükü ve deprem yükleridir.

Bunlardan başka bazı özel durumlarda gözönüne alınması gereken yatay yükler de vardır. Bunlar arasında; sanai yapılarındaki vinçlerin hareket yönündeki fren, ona dik doğrultudaki çarpma etkileri, yol kenarındaki yapılara araç çarpması etkileri gibi etkiler sayılabilir.

Gerek rüzgar gerekse deprem yükleri dinamik karakterlidir. Bu yüklerin binalara etkisi genellikle eşdeğer statik yükler olarak alınmaktadır. Rüzgar yükleri TS 498'de verilmekte, deprem yükleri ise Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelikte'te yer almaktadır. Yürürlükte olan bu yönetmeliğe göre zemin üzerinden 75 metreyi geçen

yapılarda ve düzensiz yapılarda deprem etkilerinin dinamik yük olarak ele alınması gerekmektedir.

4.2.1. Rüzgar yükü

Yapıdaki rüzgar davranışı dinamiktir ve topoğrafyanın şekil ve pürüzlülüğü, taşıyıcı sistemin şekli, narinlik ve cephe dokusu ve komşu yapıların düzeni gibi çevre faktörlerinden etkilenir. Bütün bu faktörler yapıya etkiyen rüzgarın hızını, doğrultusunu ve davranışını etkiler.

Rüzgarın statik ve dinamik olmak üzere iki birleşeni vardır. Bunlar genellikle sabit olan hafif rüzgar hızı ve değişken şiddetli fırtına hızıdır. Hafif rüzgar hızı genellikle yüksekliğe bağlı olarak artar. Bu hızdaki artış oranı zemin pürüzlülüğünün bir fonksiyonudur. Çünkü rüzgar zemine yakın yerlerde sürtünme ile azalır. Çevredeki nesnelere etkisi ne kadar fazla ise maksimum rüzgar hızının değeri o kadar yüksekte olur.

Statik anlamda hız, uzun bir zaman sürecinin ortalaması olarak alınır. Sonuç rüzgar basınçlarında basınçların ortalamasıdır ve yapıda sürekli bir şekil değişimine neden olur. Değişken şiddetli fırtına hızı dinamik rüzgar basınçları oluşturur. Bu yapının sürekli yerdeğiştirmesine eşit olmayan ek yerdeğiştirmelere neden olur ve narin yapılar için bu dinamik etkiler önemli olabilir. Bu dinamik harekete rüzgar çarpması denir. Fırtına ile oluşan kuvvetler yapıyı genellikle rüzgar doğrultusuna paralel olarak sallar.

Hareket halindeki hava kitlesi, yapı gibi bir engelle karşılaştığında sıvıların her yönde dağılması gibi davranır ve sonra esas hava akımı ile birleşir. Bu nedenle rüzgar artar ve türbülans hava akımı oluşur.

'Venturi' etkisi türbülans rüzgar davranışlarından biridir. Hareketli hava kitlesi, iki yüksek yapı arasındaki dar aralıktan geçerken türbülans oluşur. Bu aralıktaki rüzgar hızı esas hava akımının hızından fazladır.

Herhangi bir türbülans hava akımında hava yapı yüzeyi ile temas ettiği sürece pozitif hava basıncı oluşur. Yapının cephesi dış bükey ise yada hava akımı çok hızlı ise hava kitlesi ölü hava bölgesinde negatif basınç oluşturarak yapı yüzeyini terk eder.

Ayrıca birden fazla kule olan komplekslerin statik tahkiklerinde rüzgar tünel deneyleri gerekli olmakta veya geçmiş tecrübelerin ışığı altında kabuller yapılmalıdır.

Aynı türden komplekslerde rüzgarın tesirleri daha önem kazanmakta ve bina diplerinde oluşan turbulanslardan dolayı rüzgar şiddeti yüksek katlardaki tesirlere eşdeğer hale gelebilmekte ve Marilyn Monroe Effekt diye adlandırılan yağmur sularının yere doğru akması yerine binanın üst katlarına doğru çıktığı veya karın ters istikamette yağdığı gözlenebilmektedir.

4.2.2. Deprem yükü

Yapıların taşıyıcı sistemlerinin, düşey yüklerin yanı sıra deprem yüklerini de güvenlikle karşılayabilmesi gerekmektedir. Bu etki genel olarak dinamik karakterde ve değişik yönlerde etkin olmasına rağmen, pekçok durumda eşdeğer statik yüklere indirgenerek gözönüne alınır. Deprem etkisinin önemli olduğu yüksek yapılarda ise, davranış, yapı dinamiğinin ilkelerini kullanarak daha ayrıntılı belirlenmelidir.

4.3. Servis Yükleri

İnşaat yükleri üzerinde fazla durulmayan bir konudur. Ancak son yıllarda bazı araştırmacılar yapı güvenliği konusu üzerinde durmaya başlamış ve konstruksiyon yuklerini ve dayanımlarını tesbit etmeye çalışmışlardır.

Çok katlı betonarme yapıların yapımı sırasında, betonu yeni dökülmüş bir döşemeyi alttaki mukavemetini tam almamış bir döşeme üzerine iskeleler oturtarak desteklemeye çalışmaları oldukça sık karşılaşılan bir uygulamadır.

Döşemelere, iskelelere yapım sırasında gelen yüklerin büyüklüğü çok sayıda faktöre bağlıdır. İnşaat hızı, iskele sayısı, inşaatla kullanılan araç gereçlerin çeşit ve boyutları ve inşaa öncesi yapılan planlama ve analizler bu faktörlerin bazılarıdır.

Betonarme bir binanın yapımı sırasında, güvenliğin sağlandığından emin olmak için iki ana problemi gözönüne almak gerekir :

- 1) Yapımın çeşitli safhalarında gelecek olan yükleri yeterli düzeyde karşılayabilecek kalıp ve iskele sistemi
- 2) Tam mukavemetini kazanmamış olan döşemelerin, gelen yükleri güvenli düzeyde karşılayabilmesi

Bunların sağlanamadığı koşullarda tüm yapının çökmesi gibi bir sonuçla karşılaşılabilir. Bunlara çözüm bulabilmek için, Mühendis baştan sona, inşaatın tüm safhalarında oluşabilecek yüklerin tamamını analiz etmelidir.

Yapım sırasında oluşan betonarme döşeme yükleri:

Sıkça karşılaşılan bir uygulama da yeni dokülen bir döşemenin, altta bulunan döşemenin üzerine kalıp sistemi ile desteklenmesidir. Bu durumlarda da destek olarak kullanılan dosemeler dizayn edilirken tasarlanan servis yüklerinden daha yüksek bir yüke maruz kalırlar ki bu da o döşemenin istenilen mukavemet düzeyine ulaşmasını engeller.

Betonarme yapıların inşası sırasında tam güvenlik için, inşaatın her safhasında yük analizleri yapılmalıdır ki iskele ve kalıplarla birbirine bağlanmış olan döşemelere gelen yükler belirlenebilsin.

Eger uygulanan yük, kapasiteden yüksek ise, döşeme yüklerini azaltmak yada maksimum yükün oluştuğu anda, beton mukavemetini arttırmak için yapım işlemleri yeniden düzenlenmelidir.

Eger uygulanan yük, kapasiteden yüksek ise, döşeme yüklerini azaltmak yada maksimum yükün oluştuğu anda, beton mukavemetini arttırmak için yapım işlemleri yeniden düzenlenmelidir.



BÖLÜM 5. TEMELLER

Yüksek yapı temellerinin tasarımında gözönüne alınması gereken en önemli kriter binanın bulunduğu zemine iletilen yüklerdir. Temel zeminine ulaştırılan yanal yüklerin büyük olmasından dolayı yüksek yapı temellerine özel önem verilmelidir.

Deprem bölgelerinde bulunan yüksek yapılar için, peklilik ve yük dağılımının dışında, temel rijidliğide önem taşımaktadır.

5.1. Yüzeysel Radyeler

Binanın altında bulunan tabakanın davranış ve yan sürtünmesinin yetersiz olması temel kazıklarının kullanılmasına engel olmaktadır. Bu tür durumlarda, özellikle kazıkların tüm bina tabanını işgal ettiğinde, çoğunlukla yüzeysel radye temeller kullanılmaktadır.

Her ne kadar, düşey yükleri taşıyan elemanların altına çok sayıda sürekli yada tekil sömel inşa etmek mümkün olsa da, temellerin yerleşimini eşitlemek için yüzeysel radye kullanılması tercih edilir. Yüzeysel radye temeller sürekli bir özellik gösterdiği için, alt tabakalarda bulunan zayıf noktaların geçilmesini sağlar.

Yüzeysel radye temeller öncelikle şu durumlarda kullanılır :

- a) tabakanın yük taşıma kapasitesinin düşük olması
- b) binanın iletilen yüklerinin bir demet kazıkla dağıtılması yerine büyük bir kazık başlığıymış gibi düşünülüp kullanılması

5.2. Kazık Temeller

Yüksek yapı temel uygulamalarında oldukça sık karşılaşılan bir uygulamadır. Sürme kazıklar öngerilmeli prekast kazık veya çelik kazık yada H kesitli çelik kazıkları içerir. Çakma kazıklar ise düz şaftları içerir. Çakma kazıklar hemen hemen tüm zemin koşulları için

kullanışlıdır. Temel tabakasının üzerinde yatan zemin yumuşak olduğunda,normal olarak kazıkların çakılmasında herhangi bir problemle karşılaşılmaz. Taşıyıcı tabakada değişkenlik varsa farklı boylarda kazıklar kullanma zorunluluğu ortaya çıkar. Temelin fonksiyonu aksenal yükleri, yanal yükleri ve eğilme momentlerini zemine aktarmak ve desteklemektir.

5.3. Yönetmelikte Belirtilen Sınırlamalar

5.3.1. Temellere ilişkin kural ve koşullar

5.3.1.1. Genel kurallar

Bina temelleri, deprem sırasında oturma veya farklı oturmalarından ötürü üstyapıda hasara neden olmayacak biçimde, oturdukları zeminin özelliklerini gözönüne alınarak, zemin mekaniği ve temel inşaatı ilkelerine göre yapılacaktır.

5.3.1.2. Zemin emniyet gerilmeleri ve emniyetli kazık yükleri

- Temel zemini olarak (A), (B), (C) gruplarına giren zeminlerde, statik yüklere göre tanımlanan zemin emniyet gerilmeleri ve kazıklı temelerde kazığın emniyetle taşıyabileceği yatay ve aksenal yükler deprem durumunda en fazla yüzde 25 arttırılabilir.
- Temel zemini olarak (D) grubuna giren zeminlerde, deprem durumunda zemin emniyet gerilmesi ve kazık emniyetli yükleri arttırılamaz.

5.3.1.3. Kazıklı temellere ilişkin koşullar

- Birinci ve İkinci derece deprem bölgelerinde, düşeye göre eğimleri 1/6'dan daha fazla olan eğik kazıklar kullanılmayacaktır.
- Kazıklı temeller, aksenal yüklere ek olarak depremden oluşan yatay yüklere göre de hesaplanacaktır.
- Birinci ve İkinci derece deprem bölgelerinde, kılıflı yada kılıfsız yerinde dökme fore kazıklarda, 3 metreden az olmamak üzere, kazık başlığının altındaki kazık boyunun üstten

8 mm'den az ve spiral adımı 200 mm'den fazla olmayacak, ayrıca üstten en az iki kazık çapı kadar yükseklikte spiral donatı adımı 100 mm'ye indirilecektir.

- Betonarme prefabrike çakma kazıklarda boyuna donatı oranı 0.01'den az olamaz. Birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde, kazık başlığının altındaki kazık boyunun üstten 1/3'ünde enine donatının çapı 8 mm'den az olmayacaktır. Bu bölgede, etriye aralığı veya spiral donatı adımı 200 mm'den fazla olmayacak, ayrıca üstten en az iki kazık çapı (dikdörtgen kesitli kazıklarda en büyük boyutun iki katı) kadar yükseklikte etriye aralığı ya da spiral donatı adımı 100mm'ye indirilecektir. Enine donatı koşulları, öngörülen prefabrike çakma kazıklarda da aynen uygulanacaktır.

5.3.1.4. Betonarme binalarda temel bağ kirişlerine ilişkin kurallar

- Yüzeysel veya kazıklı temelleri her iki doğrultuda, sürekli temelleri ise kolon veya perde hizalarında birbirine bağlayan bağ kirişleri düzenlenecektir. (A) grubuna giren zeminlerde bağ kirişleri yapılmayabilir veya sayısı azaltılabilir.
- Bağ kirişleri, temel kazısına uygun olarak, temel tabanından kolon tabanına kadar olan yükseklikteki herhangi bir seviyede yapılabilir.
- Kesit hesabında bağ kirişlerinin hem basınç, hem de çekme kuvvetlerine çalışacağı gözönünde tutulacaktır. Zemin yada taban betonu tarafından sarılan bağ kirişlerinin basınca çalışması durumunda, burkulma etkisi gözönüne alınmayabilir. Çekme durumunda ise, çekme kuvvetinin sadece donatı tarafından taşındığı varsayılacaktır. Bağ kirişlerinin etriye çapı 8 mm'den az ve etriye aralığı 200 mm'den fazla olmayacaktır.
- Bağ kirişleri yerine betonarme döşemelerde kullanılabilir. Bu durumda, döşeme kalınlığı 150 mm'den az olmayacaktır. Döşemenin ve içine konulan donatının bağ kirişleri için verilen yatay yüklere eşit yükleri güvenli biçimde aktarabildiği hesapla gösterilecektir.

BÖLÜM 6. YAPISAL ANALİZ PROGRAMLARI

1970 yıllardan itibaren yapı mekaniği, numerik analiz ve bilgisayar teknolojisinde önemli gelişmeler olmuştur. Bu gelişmeler neticesinde mikro bilgisayarlar için yazılan ilk yapısal analiz programı SAP80 üretilmiştir. Bu programlar teknolojiye paralel olarak sürekli olarak gelişmekte, kullanıcıların daha rahat ve hassas hesap yapmalarına yardımcı olmaktadır.

6.1. SAB90 Yapısal Analiz Programı

6.1.1. Terminoloji

Yapısal analiz problemi için veri hazırlanmasında şu adımlar izlenmelidir :

- Yapı geometrisinin tanımlanır.
- Elemanların malzeme ve kesit özellikleri tanımlanır.
- Statik ve/veya dinamik yük koşulları tanımlanır.

6.1.1.1. Düğüm noktası ve elemanlar

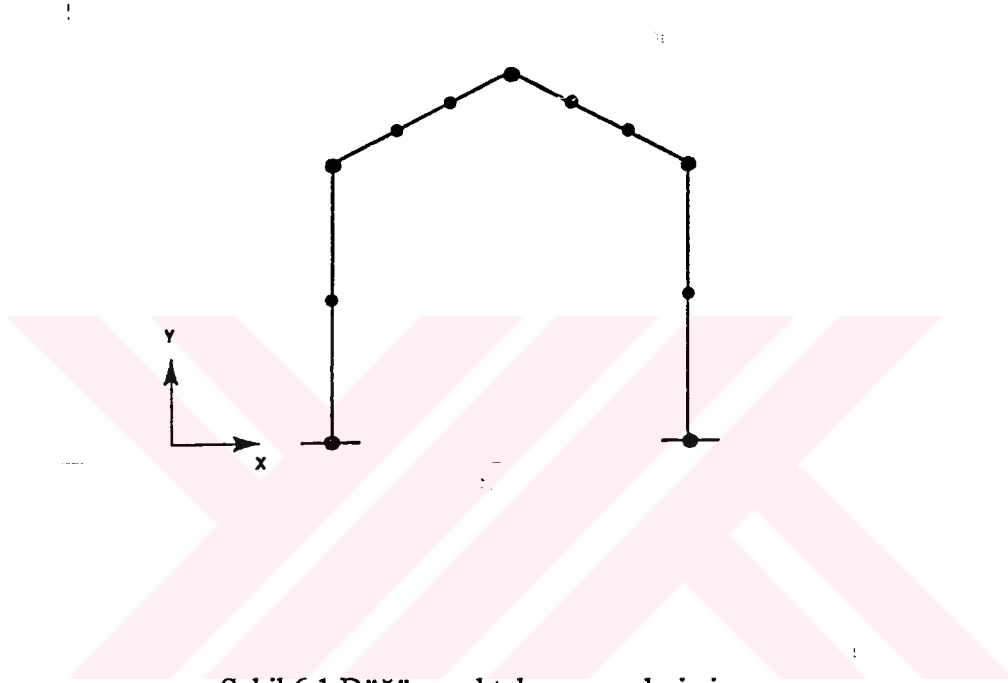
Yapının üzerine düğüm noktalarının yerleştirilmesiyle yapıya, ait temel geometrik boyutlar oluşturulur. Her düğüm noktasına tek bir tanımlama numarası verilerek, üç boyutlu koordinat sistemi üzerine yerleştirilir.

Yapısal geometri, daha önceden tanımlanan düğüm noktaları arasında yapısal elemanların yerleştirilmesiyle tamamlanmış olur.

Düğüm Noktalarının yerleştirilmesinde aşağıda belirtilen hususlara dikkat edilmelidir :

- Düğüm noktası sayısı, yapı geometrisinin tanımlanması için yeterli olmalıdır.
- Düğüm noktalarının ve elemanların sınırları, noktalarda, çizgilerde ve süreksizlik yüzeylerinde bulunmalıdır.

- Dügüm noktaları, yapı üzerinde yerdeğıştirmelerin değerlendirileceği noktalara konmalıdır.
- Dügüm noktaları, yüklemelerin uygulanacağı noktalara yerleştirilmelidir.
- Dügüm noktaları, tüm destek noktalarına yerleştirilmelidir.
- Sonlu eleman örgüleri, istenilen alanlardaki gerilme yoğunluklarını ve deformasyon değişimlerini içerebilecek kadar ince olarak yapılandırılmalıdır.



Şekil 6.1 Dügüm noktalarının yerleşimi

6.1.1.2. Asal ve lokal koordinat sistemleri

Programda üç boyutlu, sağ el kuralına uygun ' X - Y - Z ' kartezyen sistem kullanılır ve Asal Koordinat Sistemi olarak tanımlanır.

Aşağıda belirtilen veriler asal koordinat sistemine göre hazırlanacaktır :

- Dügüm noktası koordinatları
- Dügüm noktası sınır şartları (mesnet koşulları)
- Dügüm noktası yay mesnetleri

- Dügüm noktası yüklemeleri
- Dügüm noktası bağımlılıkları
- Dügüm noktası uygulanan deplasmanlar

Ayrıca, analiz sonucunda elde edilen düğüm noktası deplasmanları ve reaksiyonlarında asal koordinat sistemine göre dikkate alınacaktır.

Elemanlarla ilgili veri girişlerinde, üç boyutlu, sağ el kuralına uygun '1 - 2 - 3' Kartezyen sistem kullanılır. Her bir eleman için farklı olan bu sistem Lokal (Yerel) Koordinat Sistemi olarak adlandırılır.

Aşağıda belirtilen veriler yerel koordinat sistemine göre hazırlanacaktır :

- Eleman malzeme ve kesit özellikleri
- Eleman yüklemeleri

Ayrıca, analiz sonucunda elde edilen eleman kuvvetleri ve gerilmeleri yerel koordinat sistemine göre dikkate alınacaktır.

6.1.1.3. Serbestlik dereceleri

Üç boyutlu yapısal modelin her düğüm noktası, 6 adet deplasman ögesine sahiptir. Bu deplasman ögelerinin yönleri, düğüm noktasının serbestlik dereceleri olarak bilinir ve UX, UY, UZ, RX, RY ve RZ olarak kullanılacaktır.

Çizelge 6.1 Değişik eleman tipleri için rijitlik terimleri

Eleman Tipi	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ
2-Boyutlu FRAME (Çubuk) (X-Y Düzleminde)	0	0	1	1	1	0
2-Boyutlu FRAME (Çubuk) (Y-Z Düzleminde)	1	0	0	0	1	1

Çizelge 6.1 Değişik eleman tipleri için rijitlik terimleri - Devamı

2-Boyutlu FRAME (Çubuk) (Z-X Düzleminde)	0	1	0	1	0	1
3-Boyutlu FRAME (Çubuk)	0	0	0	0	0	0
3-Boyutlu Kafes	0	0	0	1	1	1
2-Boyutlu Iskara (X-Y Düzleminde)	1	1	0	0	0	1
3-Boyutlu Kabuk	0	0	0	0	0	0
ASOLID (X-Y Düzleminde)	0	0	1	1	1	1
ASOLID (Y-Z Düzleminde)	1	0	0	1	1	1
ASOLID (Z-X Düzleminde)	0	1	0	1	1	1
SOLID	0	0	0	1	1	1
0 = rijitlik var 1 = Rijitlik yok						

6.1.1.4. Yükleme koşulları ve yük kombinasyonları

Yükleme koşulları, analizi yapılan bina için bağımsız yüklemelerdir.

Yük Kombinasyonları, bağımsız yükleme koşullarının lineer kombinasyonundan oluşan yüklemelerdir.

6.1.2. Modelleme Seçenekleri

6.1.2.1. Düğüm noktası koordinatlarının oluşturulması

Bu işlem için şu seçenekler vardır:

- Lineer Oluşturma

Program bu seçenekte, iki düğüm noktasını birleştiren hat üzerinde eşit aralıklarla düğüm noktaları oluşturulur.

- Dörtgensel Oluşturma

Program bu seçenekte, dört düğüm noktasıyla tanımlanmış bölgede her iki doğrultuda eşit aralıklı düğüm noktaları oluşturur.

- Cepheden Oluşturma

Program bu seçenekte, düğüm noktalarının dikdörtgen ızgara sistem üzerinde tanımlanmasını sağlar. Düğüm noktalarının eşit aralıklı olma zorunluluğu yoktur.

- Lagrange Oluşturma

Program bu seçenekte, kompleks dört kenarlı yüzeyler üzerinde düğüm noktalarının oluşturmasını sağlar. Burada üretilmiş her düğüm noktasının koordinatları, etraftaki düğüm noktalarının koordinatlarının ortalamasıdır.

- Silindirik ve Küresel Oluşturma

Program bu seçenekte, bir çember üzerinde düğüm noktaları oluşturur. Çemberin düzlemi uzayda herhangi bir konumda olabilir. Silindirik üretim tekrar tekrar kullanılırsa, düğüm noktaları küresel biçimde tanımlanmış olur

6.1.2.2. Düğüm noktası mesnet koşulları

Serbest, sabit, tutturulmuş ve yaylı mesnet koşulları herhangi bir düğüm noktasında bulunabilir. Yerdeğiştirme ve dönme yay sabitleri verilmesi için seçenekler bulunur.

6.1.2.3. Düğüm noktası bağımlılığı

Asal serbestlik derecelerinin deplasmanlarını eşitlemek için kullanıcıya seçenek sunar. Bu tüm sistemdeki denge denklemleri sayısının azaltılmasında kullanılır.

6.1.2.4. Eleman tipleri

SAB90 programında 4 eleman tipi bulunmaktadır :

◊ FRAME(ereve) elemanı

Bu eleman modelleme açısından ikiye ayrılır.

- İki ve Üç boyutlu ereve sistemler
- İki ve Üç boyutlu kafes sistemler

Bu eleman, çift eksenli eğilme, burulma, eksenel deformasyon ve çift eksenli kesme deformasyonların etkilerini kapsama alan üç boyutlu prizmatik kiriş-kolon formülasyonudur.

Kiriş-Kolon tipi eleman, çift eksenli eylemsizlik momentleri, ilgili kesme alanları ve burulma eylemsizliği sıfır olarak tanımlanırsa Kafes eleman halini alır.

◇ SHELL(Kabuk) elemanı

Bu eleman modelleme açısından üçe ayrılır.

- Üç boyutlu kabuk yapılar
- İki ve Üç boyutlu membran (zar) sistemler
- İki ve Üç boyutlu düz eğilmeli sistemler

Kabuk, eleman düzlemine, düzlem içindeki rijitlik bileşenleri ve düzleme dik eksen etrafında dönme rijitlik bileşenini içeren izoparametrik bir formülasyondur. 4-uçlu eleman formülasyonu zar ve plak eğilme davranışlarının bir kombinasyonudur. 4-uçlu eleman kullanarak oluşturulan tipik ağ örgüsü şekilleri ve geçişler Şekil 6.2 'de gösterilmiştir.

◇ ASOLID elemanı

Bu eleman modelleme açısından üçe ayrılır.

- Üç boyutlu düzlem uzamalı yapılar
- İki boyutlu düzlem gerilmeli yapılar
- Üç boyutlu dönel-simetrik yapılar

Bu eleman iki boyutlu ve 3 ila 9 uca değişen bir elemandır. Eleman düzlemsel olmalı ve daima asal düzlemlere (X - Y, Y - Z, Z - X) paralel olmalıdır.

Isıya bağımlı, ortotropik malzeme özelliklerine izin vermiştir.

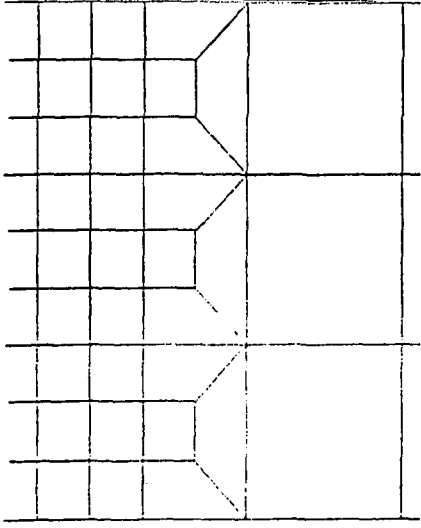
Termal, değişken basınçlı ve yerçekimi kuvvetlerinin eleman üzerinde etkilerine izin verilmiştir.

Bu eleman için 9 uç formülasyonu kullanılmalıdır.

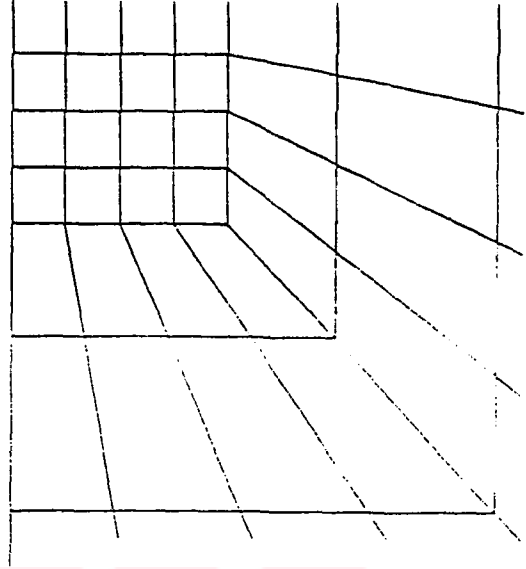
Isıya bağımlı, anizotropik malzeme özelliklerine izin verilmiştir.

Termal, değişken basınçlı ve yerçekimi kuvvetlerinin eleman üzerinde etkilerine izin verilmiştir.

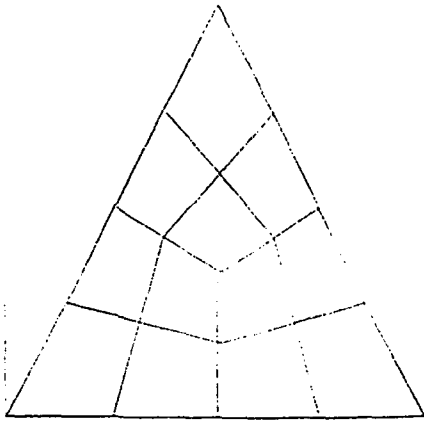




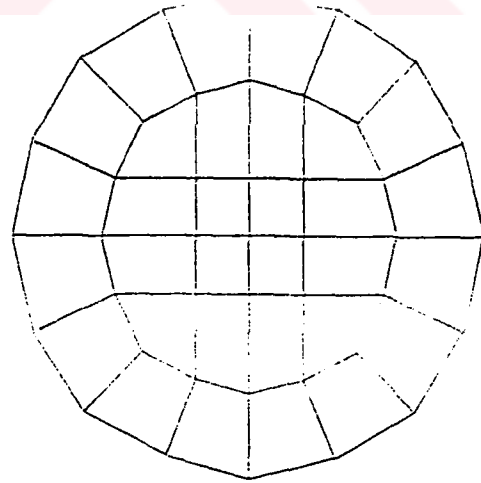
ÖTELEMELİ



SONSUZ

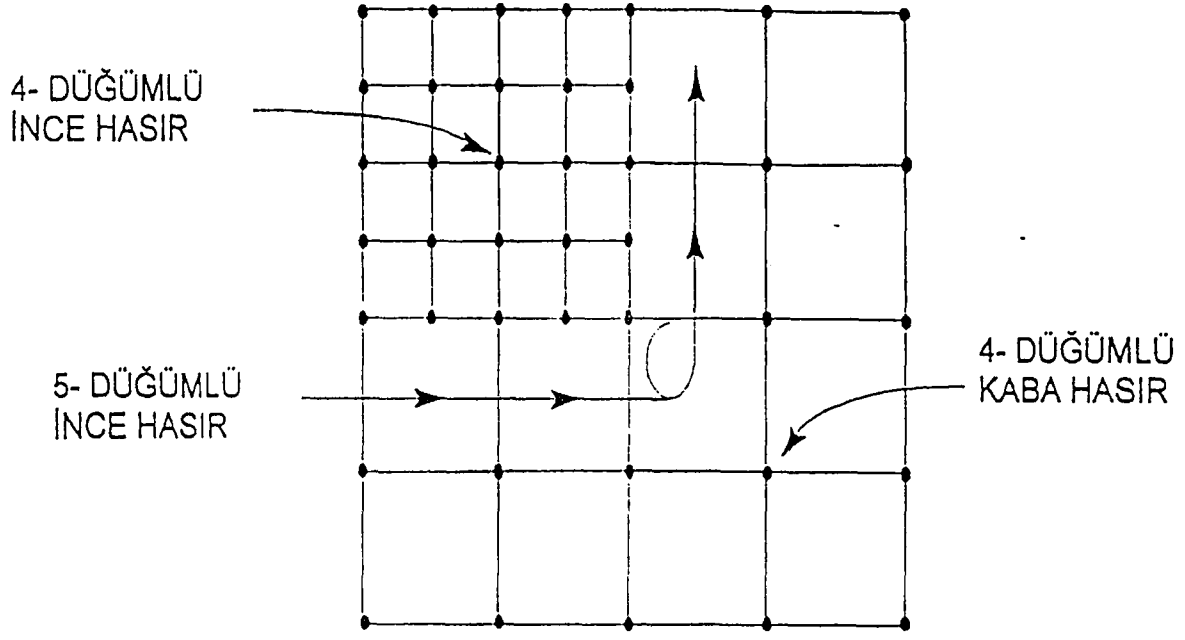


ÜÇGENSEL

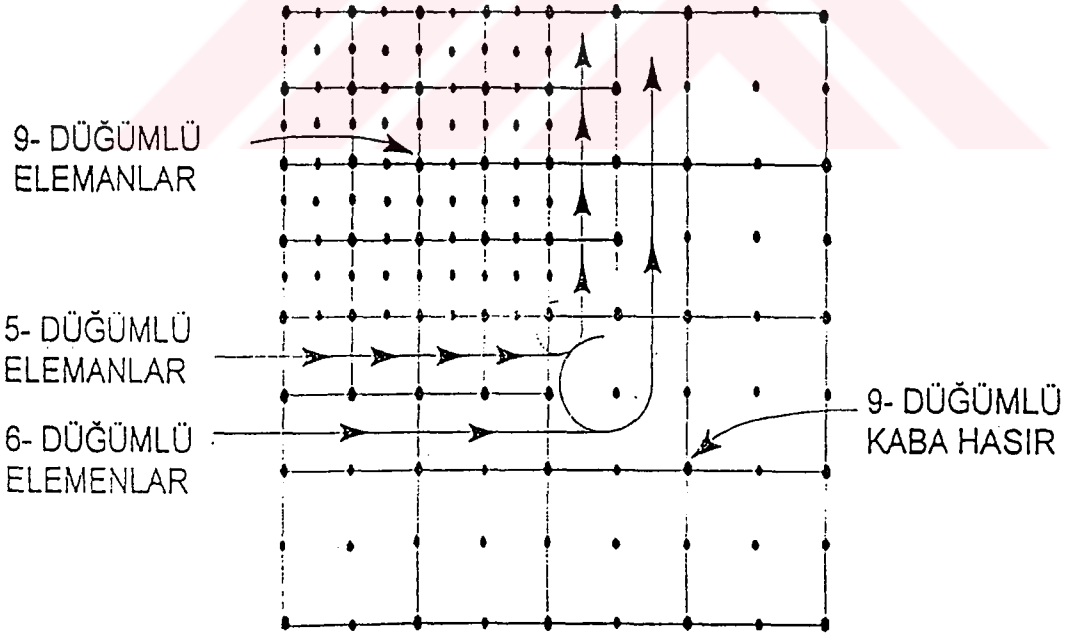


DAİRESEL

Şekil 6.2 Sonlu eleman ağ örgüsü ve örgü geçişleri



(a) 4- DÜĞÜM GEÇİŞİ



(b) 9- DÜĞÜM GEÇİŞİ

Şekil 6.3 ASOLID eleman örgü geçişleri

6.1.2.4.4. SOLID(Blok) Elemanı

Bu eleman modelleme için üç boyutlu birleşik yapılar tanımlanabilir. 8 uç bulunan bir elemandır.

6.1.2.5. Rijid döşeme diyafram modellemesi

Yapılarda bulunan bir çok betonarme döşemenin düzlem içi rijidliği oldukça yüksektir. SAP90 programında bu tür yatay rijid döşeme diyafram sistemlerin modellemesi için bir seçenek bulunur.

Döşeme diyagramı; rijid yatay düzlemi, X-Y düzlemine paralel olacak şekilde modellenir. Böylece döşeme diyaframındaki noktalar, X-Y düzlemindeki her bir noktaya bağlı olarak yerdeğiştiremez.

6.1.2.6. Basınç eğrisi yüklemesi

Akışkan yüklere maruz kalan yapılarda, basınç azalması yada artması sonucu oluşan etkiler analitik olarak ele alınır.

6.1.3. Statik ve Dinamik Analizler

6.1.3.1. Statik Analiz

Yapıların statik analizi, lineer eşitlikler sisteminin çözümünü kapsar ve şu şekilde ifade edilir :

$$K U = R \quad (6.1)$$

K : Rijidlik matrisi

R : Yük vektörü

U : Deplasman vektörü

Yapı, bir seferde birden fazla yük koşullarına göre analiz edilebilir. Elemanlar üzerindeki statik yükler şu formlarda olabilir :

- Çerçeve Elemanı için :
 - ◊ Yerçekimi Yükü
 - ◊ Açıklık Üniform Yükü
 - ◊ Açıklık Nokta Yükü
 - ◊ Açıklık Trapez Yükü
 - ◊ Isı Değişim Yükü
 - ◊ Öngerilme Yükü
- Kabuk Elemanı için :
 - ◊ Yerçekimi Yükü
 - ◊ Yüzey Basıncı Yükü
 - ◊ Isı Yükü
- Birleşik ve Birleşik Olmayan Eleman İçin :
 - ◊ Yerçekimi Yükü
 - ◊ Basıncı Değişimi Yükü
 - ◊ Isı Yükü

6.1.3.2. Dinamik analiz

SAB90 programında Dinamik Analiz seçenekleri şunlardır :

- Steady - State Analizi
- Özdeğer Analizi
- Ritz-Vektörü Analizi
- Tepki Spektrumu Analizi
- Zaman Artımı Yöntemine göre Analiz

6.1.3.3. P - DELTA analizi

Bu seçenek; aksenal yük etkilerinin, çerçeve elemanlarının eğilme davranışına etkisini analiz etmek için kullanılır. Özellikle yapıların yatay yüklere karşı rijidliğine, yerçekimi yükünün etkisini gözönüne almak açısından önemlidir. Bu seçenek ayrıca kablolu yapıların, suspensiyonlu köprülerin yada klavuzlu kulelerin analizinde de kullanılır.

6.1.4. SAB90 Veri Giriş Detayları

6.1.4.1. Başlık alanı

Bu alana en fazla 70 karakterden oluşan bir etiket bilgisi yazılır. Bu alana bilgi girmek zorunludur.

6.1.4.2. 'Sistem' bilgi bloğu

Yapısal analizle ilgili olan kontrol bilgisinin tanımlandığı alandır. Bu alana bilgi girmek zorunludur.

6.1.4.2.1. Genel biçim

a) Ayrıcı : Bu alana SYSTEM yazılacaktır.

b) Kontrol Bilgisi :

ropt : yeniden başlatma bilgisi

= 0 ise normal uygulama modu

= 1 ise yeniden başlatma bilgisi

= 2 ise ısı transfer analizi yapıldıktan sonra yeniden başlatma

nld : Statik analiz modunda, yapıya etkiyen temel bağımsız yük koşulları sayısı bu alana girilir. Steady-State analiz modunda, uzaysal harmonik yük dağılımı sayısını belirtir. Zaman-Tarih analizi modunda, , uzaysal harmonik yük dağılımı sayısının zaman fonksiyonu ile çarpımını belirtir.

ncyc : Steady-State analizi için yük sıklığı bilgisi bu alana yazılır. Bu alan belirtilirse, program harmonik steady-state analiz moduna geçer. Eğer **ncyc** yazılırsa, **nfq** ve **nritz** kullanılamaz.

nfq : Hesaplanacak Eigenvalue sayısı

Bu alan belirtilirse, program eigen analiz moduna geçer. Bu moda göre, **nfq** değeri en düşük doğal frekans sayısıdır. Eğer **nfq** yazılırsa, **ncyc** ve **nritz** kullanılamaz.

tol : Eigen analizi için yaklaştırma toleransı.

Eigenvalue değerleri iterasyon ile değerlendirilir. İterasyon tol değerine kadar devam edecektir. Zamana bağlı olarak

$$|T(n) - T(n+1)| < \text{tol} \quad (6.2.)$$

yukardaki formülle tanımlanabilir.

per : Eigen analizi için durdurma zaman periyodu .

wopt : Eğer bu değer 1 olarak yazılırsa, uyarı mesajları ekranda belirmez. Eğer 0 olarak yazılırsa bütün uyarı mesajları belirtilecektir.

nrizt : Hesaplanacak Ritz vektörleri sayısı.

Bu alan belirtilirse, program Ritz vektör analiz moduna geçer. bu moda göre, program **nrizt** dik Ritz vektörlerini hesaplar.

nid : Maksimum mafsalsal veya eleman tanımlama numarası

6.1.4.3. 'Düğüm Noktası' bilgi bloğu

Bu bilgi bloğu, yapısal modelin geometrisini tanımlar. Bu alana bilgi girmek zorunludur.

6.1.4.3.1. Genel biçim

a) Ayırıcı : Bu alana JOINTS yazılacaktır.

b) Düğüm Noktası Verileri :

- Düğüm Noktası Tanımlama ve Koordinatları

jid : düğüm noktası tanımlama numarası. Bu değer 1 ile **nid** arasında olmalıdır.

x : jid düğüm noktasının X - ordinatı

y : jid düğüm noktasının Y - ordinatı

z : jid düğüm noktasının Z - ordinatı

- Lineer Oluşturma

g_1 : Lineer oluşturma düğüm noktası1

g_2 : Lineer oluşturma düğüm noktası2

i : Düğüm noktası numara artışı

r : Eşit olmayan aralıklı düğüm noktaları arasındaki son boşluğun ilk boşluğa oranı

- Dörtgensel Oluşturma

q_1 : Dörtgensel oluşturma düğüm noktası1

q_2 : Dörtgensel oluşturma düğüm noktası2

q_3 : Dörtgensel oluşturma düğüm noktası3

q_4 : Dörtgensel oluşturma düğüm noktası4

i_n : I aksı üzerindeki düğüm noktası numara artışı

j_n : J aksı üzerindeki düğüm noktası numara artışı

- Lagrange ve Cepheden Oluşturma

f : Lagrange oluşturma için başlangıç düğüm noktası numarası (frontal)

l : Lagrange oluşturma için başlangıç düğüm noktası numarası (lagrangian)

n_i : i doğrultusundaki düğüm noktası sayısı, başlangıç noktasındaki hariç

n_j : j doğrultusundaki düğüm noktası sayısı, başlangıç noktasındaki hariç

i_n : I aksı üzerindeki düğüm noktası numara artışı

j_n : J aksı üzerindeki düğüm noktası numara artışı

- Silindirik Oluşturma

c_1 : Silindirik oluşturma düğüm noktası1

c_2 : Silindirik oluşturma düğüm noktası2

c_3 : Silindirik oluşturma düğüm noktası3

n_c : Fazladan oluşturulacak silindirik düğüm noktası sayısı

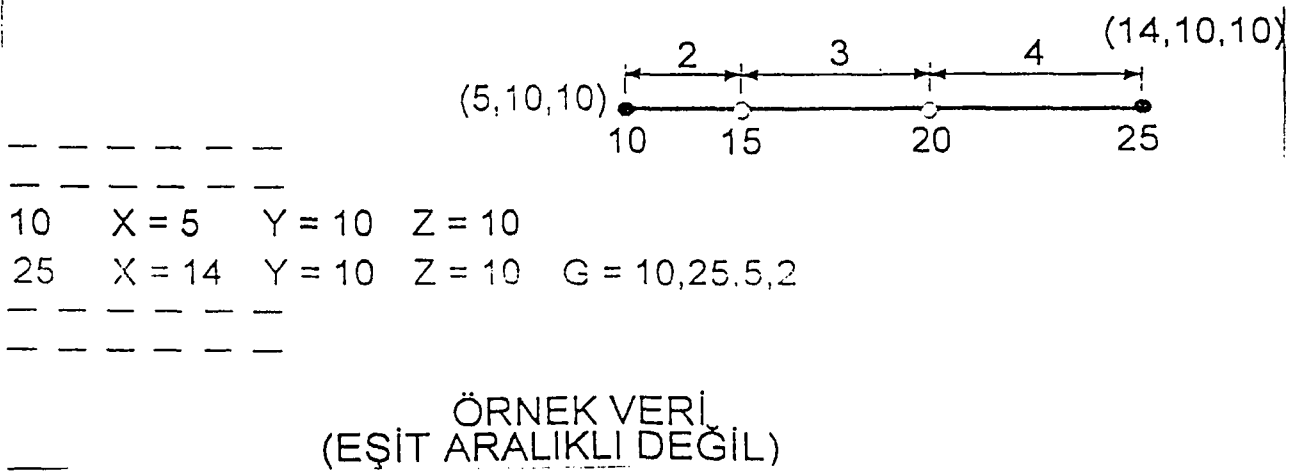
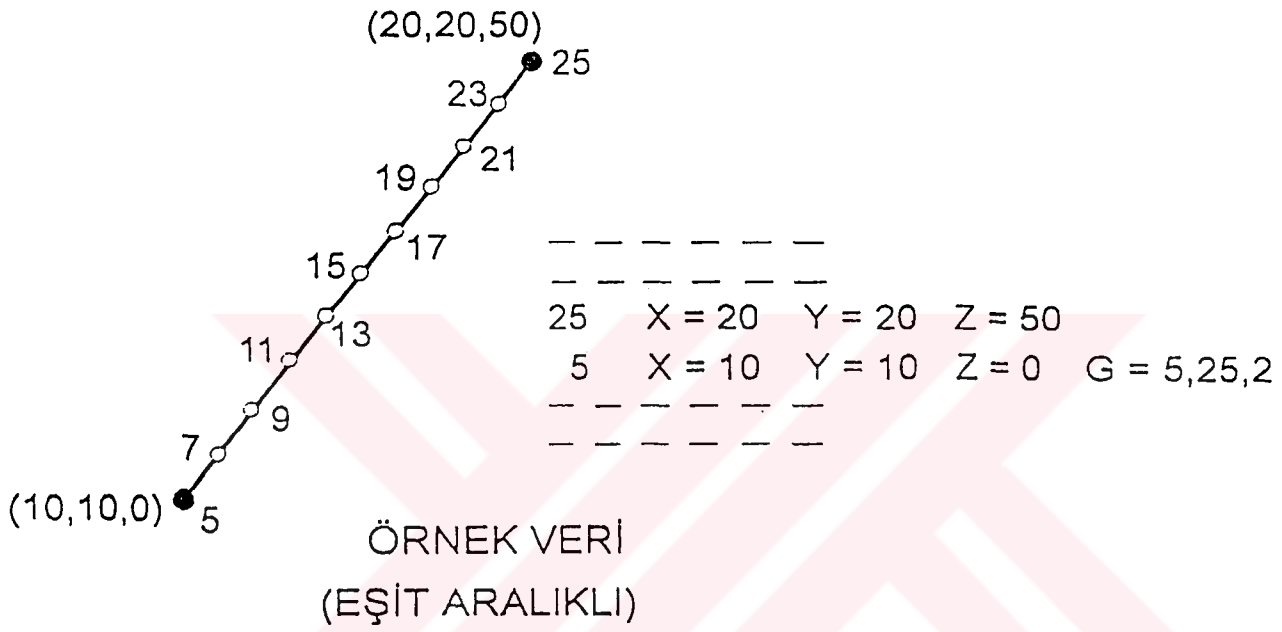
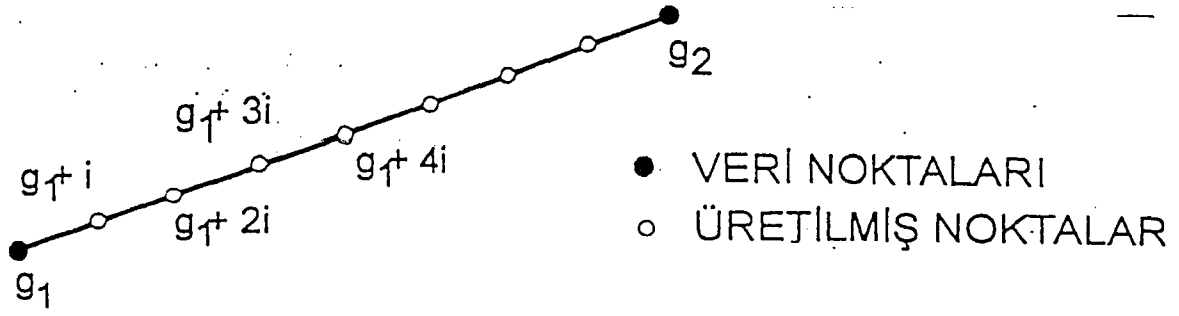
i_c : Silindirik oluşturma için düğüm noktası numara artışı

a : Derece artışı (90 dereceden az olmalıdır.)

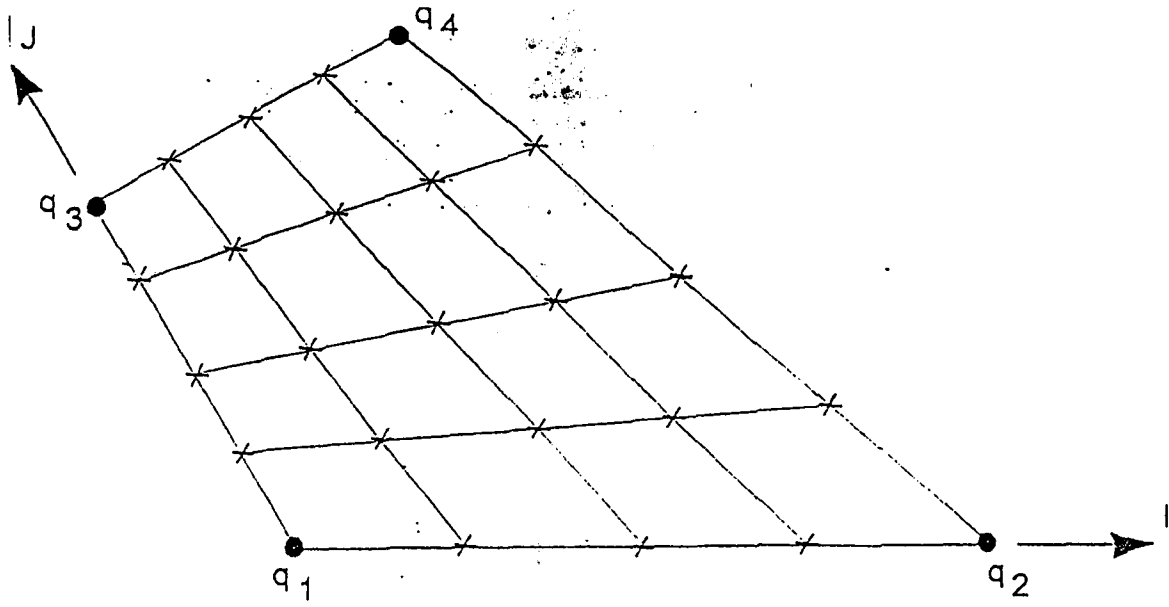
- Ölçek Faktörü

s : düğüm noktası koordinatları için ölçek faktörü

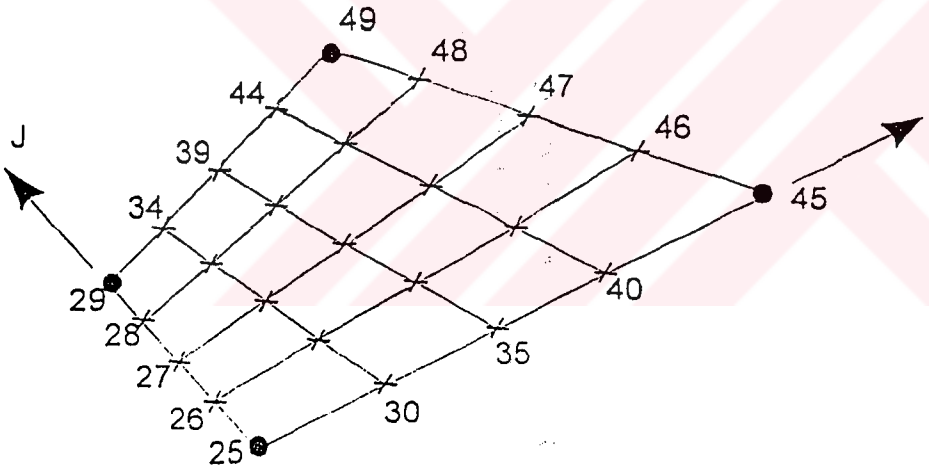
X - Y - Z ordnatları bu faktör ile çarpılacaktır. Eğer belirtilmezse bu faktör 1 olarak kabul edilir.



Şekil 6.5. Doğrusal koordinat oluşturma



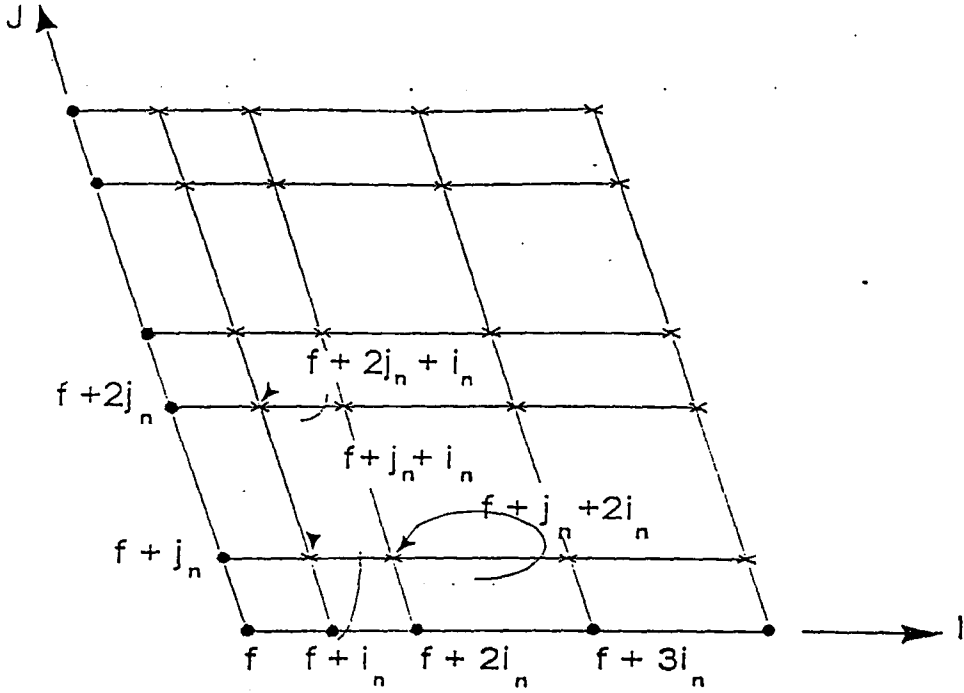
● VERİ NOKTALARI
 × ÜRETİLMİŞ NOKTALAR



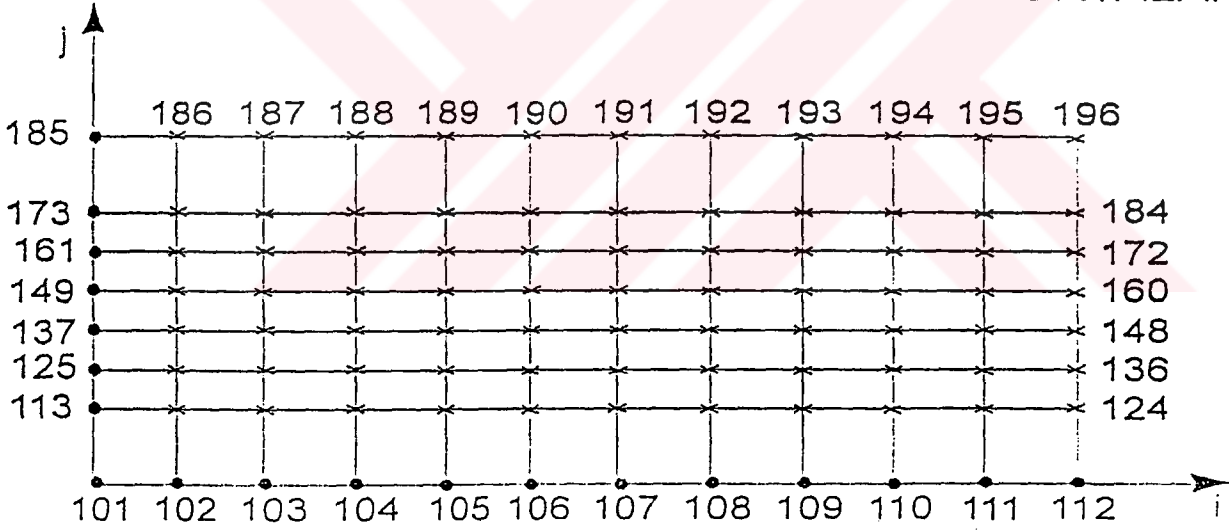
25	X = 10	Y = 20	Z = 0	
45	X = 20	Y = 30	Z = 5	
29	X = 15	Y = 30	Z = 10	
49	X = 0	Y = 10	Z = 5	Q = 25,45,29,49,5,1

ÖRNEK VERİ

Şekil 6.6. Dörtgensel koordinat oluşturma



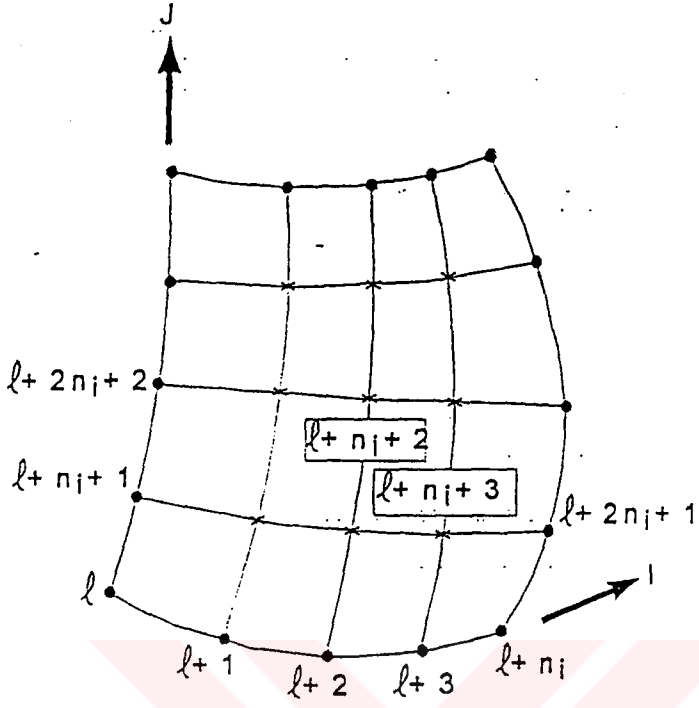
• VERİ NOKTALARI
 × ÜRETİLEN NOKTALAR



101	X=	0	Y=	0	Z=	0
112	X=	220	G=	101,112,1		
113	X=	0	Y=	20		
173	X=	0	Y=	80	G=	113,173,12
185	X=	0	Y=	95	F=	101,11,7,1,12

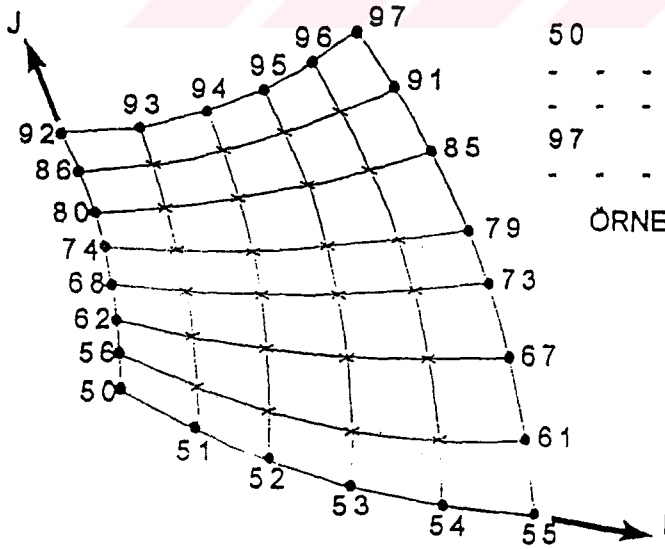
ÖRNEK VERİ

Şekil 6.7 Cepheden koordinat oluşturma



SINIR NOKTALARI VERİLİYOR
İÇ NOKTALAR ÜRETİLİYOR

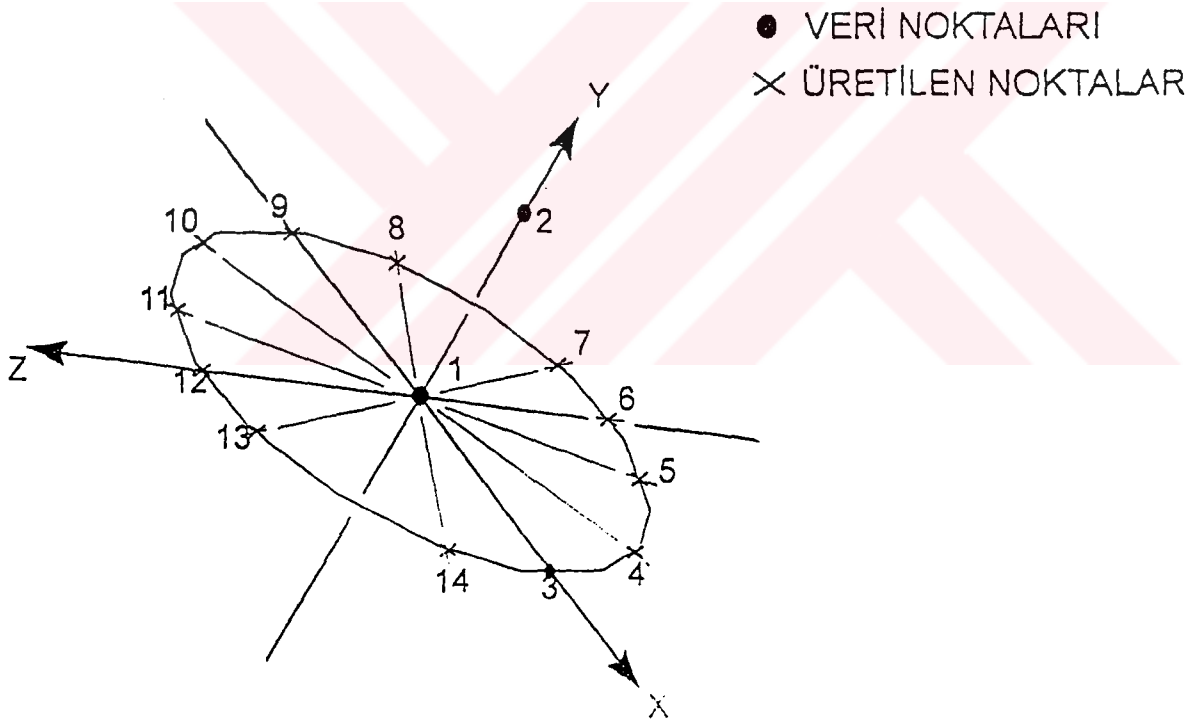
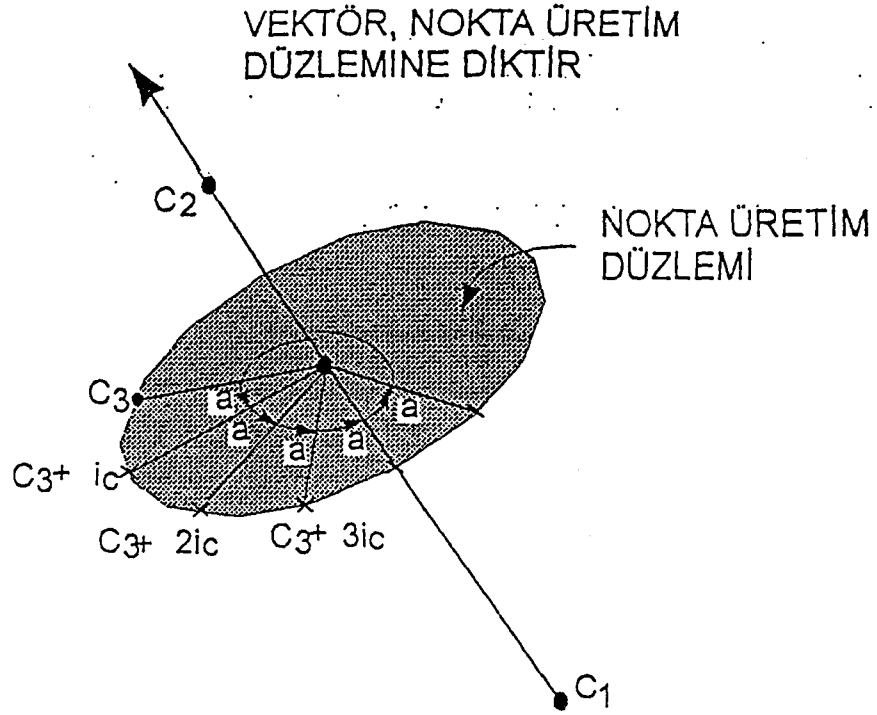
- VERİ NOKTALARI
- × ÜRETİLEN NOKTALAR



50	X=	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
97	X=	-	-	-	-	L=	50,5,7
-	-	-	-	-	-	-	-

ÖRNEK VERİ

Şekil 6.8 Lagrange koordinat oluşturma



1	X = 0	Y = 0	
2	X = 0	Y = 20	
3	X = 20	Y = 0	A = 1,2,3,11,1,30

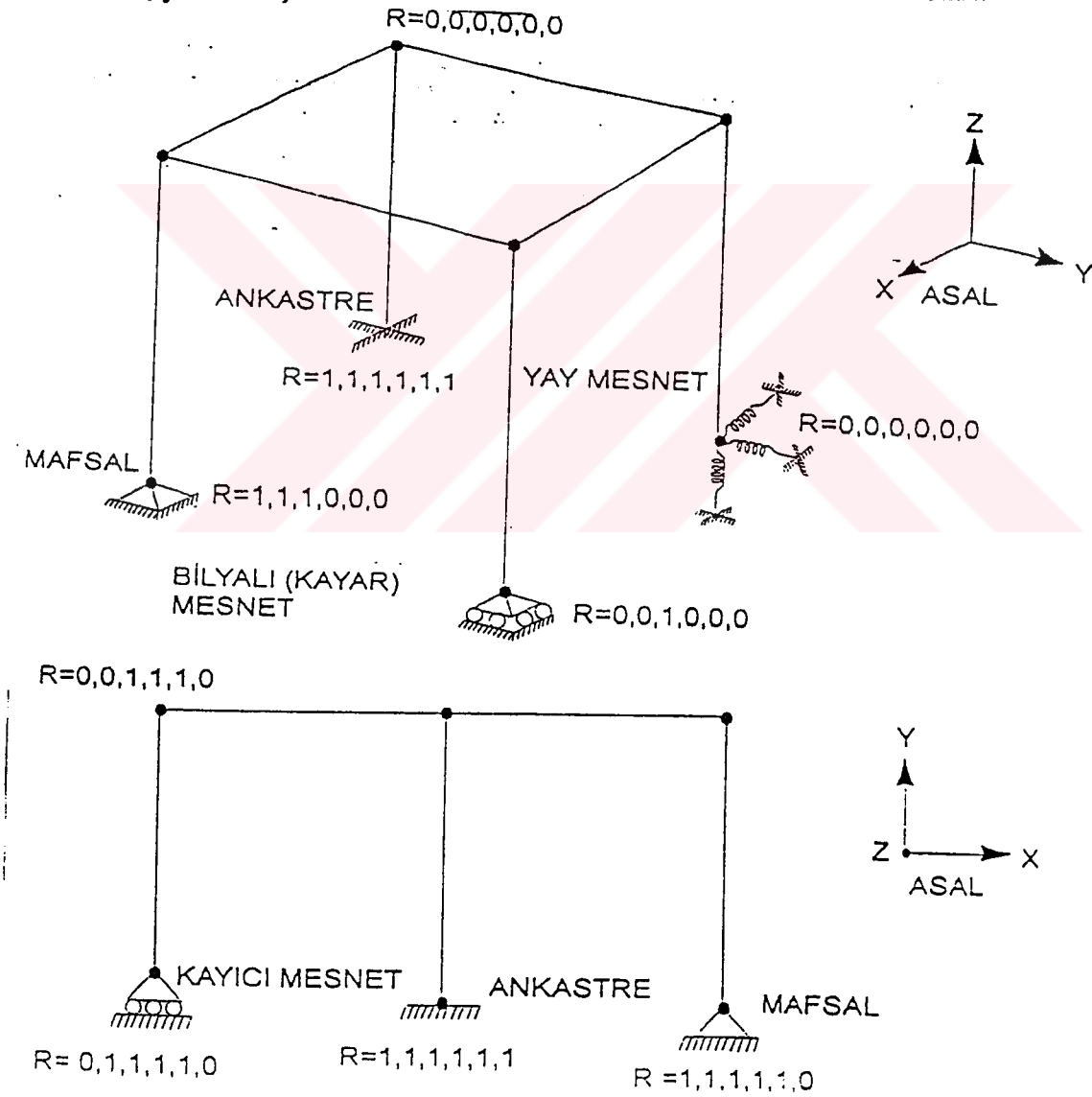
ÖRNEK VERİ

Şekil 6.9 Silindirik koordinat oluşturma

6.1.4.4. 'Mesnet - Sınır Şartları' bilgi bloğu

Bu seçenek, yapının mesnetlerini ve sıfır olan serbestlik derecelerini tanımlamak için kullanılır. Aktif olmayan yani serbestlik derecesi bulunmayan düğüm noktaları burada açıklanmaz.

Bir düğüm noktasının sınır şartları 6 sayıdan oluşup, bir sayı her bir 6 serbestlik derecesine karşılık gelir. Herbir sayı 0 yada 1 değerine sahiptir. Aktif olmayan yani serbestlik derecesi sıfır olan düğüm noktalarının sınır şartı 1 olarak tanımlanacaktır. Tam tersi durumunda, yani sınır şartı 0 ise aktif serbestlik derecesi olarak kabul edilecektir.



Şekil 6.10 Mesnet - Sınır Şartları Örnekleri

6.1.4.4.1. Genel biçim

a) Ayırıcı : Bu alana RESTRAINS yazılacaktır.

b) Mesnet Verileri :

j_1 : İlk düğüm noktası numarası

j_2 : Son düğüm noktası numarası

inc :Düğüm noktası numara artışı

j_1, j_2, inc şu düğüm nokta serisini tanımlar:

$$j_1, j_1+inc, j_1+2inc, \dots$$

j_2 'ye kadar devam eder.

r_{ux} : X-yerdeğiştirme sınır şartı

r_{uy} : Y- yerdeğiştirme sınır şartı

r_{uz} : Z- yerdeğiştirme sınır şartı

r_{rx} : X-dönme sınır şartı

r_{ry} : Y-dönme sınır şartı

r_{rz} : Z-dönme sınır şartı

Eğer serbestlik derecesi aktif değilse 1 girilir, aksi halde 0 yazılmalıdır. Bütün bağımsız düğüm noktaları $R = 1,1,1,1,1,1$ ile tanımlanmalıdır. Hiçbir düğüm nokta yükleri ve yaylar yada kütleler sınırlandırılmış serbestlik derecelerine etki ettirilemez.

6.1.4.5. 'Yaylar' bilgi bloğu

Altı serbestlik derecesinden herhangi birinde ötelenme ve dönme yay tanımları bulunabilir.

Bu bilgi bloğu, yay mesnetlerinin yerleşimleri ve bunlarla ilgili bilgilerin değerleri tanımlar.

Yay mesnetlerine sınırlanmış serbestlik derecelerinde izin verilmez. Tanımlanacak modelde yay yok ise bu blok boş bırakılır.

6.1.4.5.1. Genel biçim

a) Ayırıcı : Bu alana SPRINGS yazılacaktır

b) Yay Bilgileri :

j_1 : İlk düğüm noktası numarası

j_2 : Son düğüm noktası numarası

inc : Düğüm noktası numara artışı

j_1, j_2, inc şu düğüm nokta serisini tanımlar:

$$j_1, j_1+inc, j_1+2inc, \dots$$

j_2 'ye kadar devam eder.

k_{ux} : X-Ötelenme yay şartı

k_{uy} : Y- Ötelenme yay şartı

k_{uz} : Z- Ötelenme yay şartı

k_{rx} : X-dönme yay şartı

k_{ry} : Y-dönme yay şartı

k_{rz} : Z-dönme yay şartı

Yay uygulanan serbestlik dereceleri RESTRAINS bilgi bloğunda sınırlandırılmamalıdır. Ötelenme yay katsayısı, birim yerdeğiştirme için kuvvet olarak girilir. Dönme yay katsayısı, birim dönme radyan için moment olarak girilir. Tekrar edilen düğüm noktaları için, yay tanımları her serbestlik derecesinde toplanır. Bütün yönler Genel koordinat sistemine göre alınmalıdır.

6.1.4.6. 'Kütleler' bilgi bloğu

Bu alanda, kütlelerin yerleri ve ilgili değerleri tanımlanacaktır. Bu alandaki bilgiler program tarafından sadece dinamik analiz modunda kullanılır.

6.1.4.6.1. Genel Biçim

a) Ayırıcı : Bu alana MASSES yazılacaktır

a) Kütle bilgisi :

j_1 : İlk düğüm noktası numarası

j_2 : Son düğüm noktası numarası

inc : Dügüm noktası numara artışı

j_1, j_2, inc şu düğüm nokta serisini tanımlar:

$j_1, j_1+inc, j_1+2inc, \dots$

j_2 'ye kadar devam eder.

m_{ux} : X-Ötelenme Kütlesi

m_{uy} : Y- Ötelenme Kütlesi

m_{uz} : Z- Ötelenme Kütlesi

m_{rx} : X- eksenine göre dönen kütle

m_{ry} : Y- eksenine göre dönen kütle

m_{rz} : Z- eksenine göre dönen kütle

Kütleler boyunca tanımlanan serbestlik dereceleri RESTRAINS bilgi bloğunda sınırlandırılmamalıdır. Kütle değerleri birbirine uyumlu, kütle biriminde (W/g) olmalıdır ve kütle atalet momentleri (WL^2/g) olmalıdır. Burada W ağırlık, L yükseklik ve g yerçekimi kuvveti ivmesidir. Tekrar edilen düğüm noktaları için, kütle değerleri her serbestlik derecesinde toplanır. Bütün yönler Asal koordinat sistemine göre alınmalıdır.

6.1.4.7. ' Yüzeysel Basınç, Isı' bilgi bloğu

Bu bilgi bloğu yapısal analiz için düğüm noktalarındaki sıcaklık ve basınç değerlerini belirler.

Eğer ısısal analiz gerekiyorsa düğüm nokta sıcaklığı kullanılır.

Düğüm nokta basınç değerleri, SHELL, ASOLID VE SOLID elemanları tarafından basınç yük vektörü hesaplanması için kullanılır. Her eleman tipi bu basınç değerlerini farklı kullanır.

- SHELL eleman, elemanın 4 noktasında uygulanan yüzey basıncını eleman normal eksenine paralel yüzey basıncı olarak kullanılır ve eleman yük vektörünü oluşturur.
- ASOLID ve SOLID elemanları basınç değerlerini skaler miktarları gibi yorumlar.

Eleman özellikleri ve ilgili düğüm nokta değerleri eleman basınç yük vektörü oluşturmakta kullanılır. Basınç eğilimlerinden elde edilen kuvvetler yüksek basınçtan alçak basınca doğru yönlendirilmiş olurlar.

Bu bilgi bloğu, eğer ısısal yada basınç analizi gerekiyorsa tanımlanır.

6.1.4.7.1. Genel biçim

a) Ayırıcı : Bu alana POTENTIAL yazılacaktır

b) Yüzeysel Basınç ve Isı Bilgisi :

j_1 : İlk düğüm noktası numarası

j_2 : Son düğüm noktası numarası

inc : Düğüm noktası numara artışı

j_1, j_2, inc şu düğüm nokta serisini tanımlar:

$j_1, j_1+inc, j_1+2inc, \dots$

j_2 'ye kadar devam eder.

- Sıcaklık Özellikleri

t_1 : j_1 'deki sıcaklık

t_2 : j_2 'deki sıcaklık

Üretilmiş düğüm noktalarındaki sıcaklık t_1 ve t_2 arasında doğrusal bağlantı kurularak toplamda $(1 + (j_2 - j_1) / inc)$ sayıda eşit aralıklı değerler oluşturularak verilir.

- Basınç Özellikleri

p_1 : j_1 'deki basınç

p_2 : j_2 'deki basınç

Düğüm noktalarındaki basınçlar p_1 ve p_2 arasında doğrusal interpolasyonla $(1 + (j_2 - j_1) / inc)$ sayıda eşit aralıklı değerler oluşturularak verilir.

w : sıvı birim ağırlığı

Eğer w kullanılırsa, tanımlanan düğüm noktalarının basıncı sıvı basıncına eşit kabul edilir. Düğüm noktaları sıvıya batırılmış ve sıvı yüzeyini tanımlayan düzlem asal X-Y düzlemine paralel ve genel koordinat sistemindeki su seviyesi yüksekliği (Z ordinatı) $=z$ kabul edilir. Herhangi bir noktadaki basınç değeri şöyle verilir :

$$p_j = w (z - z_j) \quad (6.3)$$

z : Sıvı yüzeyi genel Z-ordinatı

6.1.4.8. 'Bağımlılık' bilgi bloğu

Bu bilgi bloğunda tanımlanan bilgi, çeşitli serbestlik dereceleri boyunca yerdeğiştirmelerin, diğeri serbestlik dereceleri boyunca olan yerdeğiştirmelere eşit olduğunun bilindiği durumlarda, sistemde çözülecek denklem sayısını azaltmada kullanılacaktır.

Eğer bağımlılık bulunmuyorsa bu bilgi bloğu kullanılmaz.

6.1.4.8.1. Genel biçim

a) Ayırıcı : Bu alana CONSTRAINS yazılacaktır.

b) Bağımlılık Bilgisi :

- Bağımlı Düğüm Nokta Numaraları

j_1 : İlk bağımlı düğüm noktası numarası

j_2 : Son bağımlı düğüm noktası numarası

inc : Bağımlı düğüm noktası numara artışı

j_1, j_2, inc şu düğüm nokta serisini tanımlar:

$$j_1, j_1+inc, j_1+2inc, \dots$$

j_2 'ye kadar devam eder.

Aşağıdakiler için bağımsız düğüm nokta numaraları :

c_{ux} : Bağımlı düğüm noktasının X-Ötelenmesi

c_{uy} : Bağımlı düğüm noktasının Y-Ötelenmesi

c_{uz} : Bağımlı düğüm noktasının Z-Ötelenmesi

c_{rx} : Bağımlı düğüm noktasının X-dönmesi

c_{ry} : Bağımlı düğüm noktasının Y-dönmesi

c_{rz} : Bağımlı düğüm noktasının Z-dönmesi

Aşağıdakiler için bağımsız düğüm nokta numara artımı :

i_{ux} : Düğüm Noktası, c_{ux}

i_{uy} : Düğüm Noktası, c_{uy}

i_{uz} : Düğüm Noktası, c_{uz}

i_{rx} : Düğüm Noktası, c_{rx}

i_{ry} : Düğüm Noktası, c_{ry}

i_{rz} : Düğüm Noktası, c_{rz}

c_{ux} bir düğüm noktası numarasıdır. j_1 'in X-ötelenmesi, c_{ux} 'in X-ötelenmesine eşit olacaktır.

i_{ux} bir düğüm nokta artımıdır. Eğer $i_{ux} = 0$ 'sa, yukarıda verilen seri (j_1, j_2, inc) ile tanımlanan X ötelenmesindeki bütün düğüm noktaları c_{ux} 'in X ötelenmesine eşit olacaktır.

Eğer i_{ux} sıfıra eşit değilse, j_1 'in X ötelenmesi c_{ux} 'in X ötelenmesine eşit olacaktır. Eğer $c_{ux} = 0$ 'sa, bağımlı düğüm noktasının UX serbestliği boyunca hiçbir bağımlılık yoktur.

6.1.4.9. 'Çerçeve' bilgi bloğu

Bu bilgi bloğu, modelin içindeki üç boyutlu genel FRAME elemanlarının özellik, yer ve yüklerini tanımlar. Herhangi iki boyutlu kiriş, kolon, kafes veya üç boyutlu kafes bu genel elemanın özel bir durumu olarak ele alınmalıdır.

Modelin içinde FRAME elemanları yoksa bu alan boş bırakılmalıdır.

6.1.4.9.1. Genel biçim

- a) Ayırıcı : Bu alana FRAME yazılmalıdır.
- b) FRAME kontrol Bilgisi :

npro : Kesit özellikleri sayısı

nbsl : Açıklık yüklemesi sayısı

nsec : Kuvvet çıktı kesiti sayısı

Bu parametre, moment ve kesmenin çıktı olarak alınacağı elemanın açıklığı üzerindeki eşit parçaların sayısını belirler. Eğer belirlenmezse, program kendiliğinden noktasal kuvvetler altında açıklığın son noktalarında ve maksimum moment noktasındaki moment ve kesme kuvvetlerini verir. Bu değer 50'den küçük olmamalıdır. Eksenel kuvvet ve burulma momentlerinin değerleri, elemanın iki ucunda verilir.

x₁,x₂ : X- yönündeki yerçekim katsayısı

y₁,y₂ : Y- yönündeki yerçekim katsayısı

z₁,z₂ : Z- yönündeki yerçekim katsayısı

t₁,t₂ : Sıcaklık Katsayısı

Bu yerçekimi katsayıları (x_1, x_2, \dots, x_{nld}), çerçeve elemanlarının belirlenen doğrultudaki ağırlıklarını içerir. Bir başka deyişle, çubuk elemanlarının

ağırlıklarının bu katsayıyla çarpılarak elde edilen miktarı, X- yönündeki statik yüklere karşılık gelen yükleme koşuluna eklenir.

Benzer şekilde sıcaklık çarpanları (t_1, t_2, \dots, t_{nld}), POTENTIAL bilgi bloğunda belirtilen mesnet sıcaklığını kullanarak, ısısal gövde kuvvetlerini yaratır.

pr_1, pr_2 : Öngerme yükleme katsayısı

nld çarpanları ($pr_1, pr_2, \dots, pr_{nld}$) yapısal yük durumlarına ait öngerilme katsayılarıdır. Çubuk elemanlarına öngerme yükleri, PRESTRESS bilgi bloğu yardımıyla uygulanır.

a) Malzeme ve Kesit Özellikleri Verisi :

np : Özellik tanımlama numarası. Bu sayı 1 ile başlamalıdır.

a : Elemanın Kesit Alanı .

j : Burulma Atalet Momenti.

i_{33}, i_{22} : Eğilme momentleri.

Üç yerel eksen etrafındaki atalet momenti i_{33} , iki yerel eksen etrafındaki atalet momenti i_{22} 'dir. $I = i_{33}, i_{22}$

a_2, a_3 : Kesme Alanları

Üç yerel eksen doğrultusundaki kesme kuvvetleri kesme alanı a_3 , iki yerel eksen doğrultusundaki kesme kuvvetleri kesme alanı a_2 'dir. Kayma alanı sıfır verilirse, kayma deformasyonları sıfır kabul edilir. $AS = a_2, a_3$

e : Elastisite Modülü

g : Kesme Modülü.

$$g = \frac{e}{2(1+\nu)} \quad (6.4)$$

w : Birim uzunluğun ağırlığı

m : Birim uzunluğun kütlesi

α : malzemenin ısı genleşme katsayısı (L/L/H birimiyle)

a) Açıklık Yükleme Verisi :

n_s : Yükleme tanımlama numarası. Bu sayı 1 ile başlamalıdır.

w_1 : 1 yönündeki düzgün yayılı yük (kuvvet/uzunluk)

w_2 : 2 yönündeki düzgün yayılı yük (kuvvet/uzunluk)

w_3 : 3 yönündeki düzgün yayılı yük (kuvvet/uzunluk)

w_x : X yönündeki(izdüşüm) düzgün yayılı yük(kuvvet/izdüşüm'deki birim eleman boyu)

w_y : Y yönündeki(izdüşüm) düzgün yayılı yük(kuvvet/izdüşüm'deki birim eleman boyu)

w_z : Z yönündeki(izdüşüm) düzgün yayılı yük(kuvvet/izdüşüm'deki birim eleman boyu)

t_1 : Elemanın eksenindeki sıcaklık değişimi

t_2 : 2 – yönündeki sıcaklık değişimi

t_3 : 3 – yönündeki sıcaklık değişimi

d_1 : p_1 ve f_1 'in I ucundan uzaklığı

f_1 : I ucundan 3 yönündeki ilk kuvvet f_1 olarak tanımlanmıştır.

c_1 : u_1 ve v_1 'in I ucundan uzaklığı

u_1 : I ucundan 2 yönündeki yük (yoğunluğu) u_1 olarak tanımlanmıştır.

v_1 : I ucundan 3 yönündeki yük (yoğunluğu) v_1 olarak tanımlanmıştır.

b) FRAME elemanı yerleşim verisi :

n_{el} : Eleman tanımlama numarası

j_i : I ucundaki düğüm noktası

j_j : J ucundaki düğüm noktası

m_{spi} : I ucundaki kesit özelliği numarası

m_{spj} : J ucundaki kesit özelliği numarası

i_{var} : Bu değişken e^*i_{33} 'ün eleman boyunca değişimini kontrol eder.

= 1 ise doğrusal

= 2 ise parabolik

= 3 ise Kübik

n_1, n_2 : 3 yönündeki yerel eksen tanımlayıcı düğüm noktaları

r_1 : I ucunda, 3 yönündeki moment serbestlik işareti

r_2 : J ucunda, 3 yönündeki moment serbestlik işareti

r_3 : Eksenel yük serbestlik işareti

r_4 : I ucunda, 2 yönündeki moment serbestlik işareti

r_5 : J ucunda, 2 yönündeki moment serbestlik işareti

r_6 : Burulma momenti serbestlik işareti

Eğer bir düğüm noktasına birden fazla eleman bağlanıyorsa ve bu elemanların uçlarındaki kesit kuvvetlerinde bazılarının sıfır olduğu biliniyorsa bu serbestlik dereceleri ile ilgili bilgiler verilmelidir. r_1 'den r_6 'ya kadar ki serbestliklerin herhangi birinin 1 değerini alması serbestlik koşulunu sağlar. Sıfır ise süreklilik anlamına gelir.

r_1, r_j : I ve J uçlarında rijit bölge mesnet genişliği

z : Rijit bölge azaltma katsayısı. Bu değer 0.5 olması önerilir.

m_1, m_j : I ve J uçlarında ana bağımlılık halinde bağlantı noktası

I_1, I_2 : I_1 'den I_{nd} 'ye kadarki yükleme durumları için açıklık yükleme numaraları

Bu veriler, hangi açıklık yüklemesinin, hangi yapı yük koşullarıyla bağlantılı olduğunu tanımlar.

n_g : Ek olarak üretilecek eleman sayısı

n_{inc} : Eleman tanımlama numarasındaki artım

g_1 : I ucundaki düğüm noktası sayısı için artım

g_2 : J ucundaki düğüm noktası sayısı için artım

g_3 : I ucunun ana bağımlılık noktası için artım

g_4 : J ucunun ana bağımlılık noktası için artım

n_g 'nin değeri tanımlanan elemanı içermez. Üretilen bütün elemanlar, aynı özellik, serbestlik, rijit bölge azaltması, merkez düğüm noktası ve açıklık yüklemelerine sahiptir ve bu veri satırıyla tanımlanır.

6.1.4.10. 'Kabuk' bilgi bloğu

Bu alan, genel, üç boyutlu, 4 düğüm noktalı bir kabuk elemanın özelliklerini, yerleşimini ve yüklemelerini tanımlar. Üç boyutlu düzlem eğilmeli ve zar elemanlar, bu genel elemanın özel durumudur. Modelde kabuk eleman bulunmuyorsa bu alan boş bırakılır.

6.1.4.10.1. Genel biçim

a) Ayırıcı : Bu alana SHELL yazılmalıdır.

b) Kabuk Kontrol Bilgisi :

nmat : Malzeme çeşiti sayısı

iout : Kabuk çıktısı göstergesi

= 0 ise Kesit Kuvvet ve Moment Sonuçları

= 1 ise Üst ve Alt Yüzey Eşgerilme Çizgileri

x₁,x₂ : X- yönündeki ağırlık katsayısı

y₁,y₂ : Y- yönündeki ağırlık katsayısı

z₁,z₂ : Z- yönündeki ağırlık katsayısı

t₁,t₂ : Sıcaklık Katsayısı

Bu yük katsayıları(x_1, x_2, \dots, x_{nid}) yapısal yük durumlarıdır. Bunlar X-doğrultusundaki ağırlıklarını içerir. Bir başka deyişle, kabuk elemanlarının ağırlıklarının bu katsayıyla çarpılarak elde edilen miktar, X- yönündeki statik yüklere karşılık gelen yükleme koşuluna eklenir.

Benzer şekilde sıcaklık çarpanları (t_1, t_2, \dots, t_{nid}), POTENTIAL bilgi bloğunda belirtilen mesnet sıcaklığını kullanarak, ısısal gövde kuvvetlerini yaratır.

p₁,p₂ : Basınç katsayıları

c) Malzeme Özellik Verisi :

nm : malzeme kimlik numarası

e : Elastisite Modülü

g : Kesme Modülü.

w : Birim hacim ağırlığı

m : Birim hacim kütlesi

alpha : Malzemenin ısı genleşme katsayısı (L/L/H birimiyle)

d) Kabuk Eleman Yerleşim Verisi :

nel : Eleman tanımlama numarası

ji, jj : Eleman düğüm noktası numarası

et : Eleman tipi

= 0 Kabuk (zar ve eğilme)

= 1 Sadece zar davranışı

= 2 Sadece düzlemsel eğilme davranışı

mat : Eleman malzeme cinsi

tz : Sıfır basınç referans sıcaklığı

POTENTIAL bilgi bloğunda tanımlanan düğüm noktası sıcaklıkları elemanlara ısı yükü uygulamak için kullanılır.

th₁ : Eleman zar kalınlığı

th₂ : Eleman eğilme kalınlığı

n : Eleman yerel eksen doğrultusu göstergesi

g₁, g₂ : Eleman üretim parametreleri

6.1.4.11. 'ASOLID' bilgi bloğu

Bu alan, 3 ten 9 a kadar düğüm noktasından oluşan bir izoparametrik elemanın özelliklerini, yerleşimini ve yüklerini tanımlar. Bu eleman dönel blok, düzlem uzama, düzlem gerilme ve yapılarını modellemek için kullanılır. Bütün elemanlar, asal düzlemlere paralel olmalıdır.

6.1.4.11.1. Genel biçim

a) Ayırıcı : Bu alana ASOLID yazılmalıdır.

b) ASOLID Kontrol Bilgisi :

nmat : Eleman malzeme cinsi sayısı

et : Eleman tipi

= 0 Dönel simetrik

= 1 Düzlem uzama

= 2 Düzlem gerilme

ntm : nmat malzeme özelliği takımından birindeki en fazla ısı veri sayısı

x₁,x₂ : X- yönündeki ağırlık katsayısı

y₁,y₂ : Y- yönündeki ağırlık katsayısı

z₁,z₂ : Z- yönündeki ağırlık katsayısı

t₁,t₂ : Sıcaklık Katsayısı

Bu yük katsayıları(x_1, x_2, \dots, x_{nld}) yapısal yük durumlarıdır. Bunlar X-doğrultusundaki ağırlıklarını içerir. Bir başka deyişle, ASOLID elemanlarının ağırlıklarının bu katsayıyla çarpılarak elde edilen miktar, X- yönündeki statik yüklere karşılık gelen yükleme koşuluna eklenir.

Benzer şekilde sıcaklık çarpanları (t_1, t_2, \dots, t_{nld}), POTENTIAL bilgi bloğunda belirtilen mesnet sıcaklığını kullanarak, ısısal gövde kuvvetlerini yaratır.

p₁,p₂ : Basınç katsayıları

p_1, p_2 : Basınç katsayıları

r_1, r_2 : Açısal hız değerleri (rad/T) sadece eksenel simetrik elemanlar için tanımlanır.

c) Malzeme Özellik Verisi :

nm : Malzeme tanım numarası

nt : Bu malzeme cinsi için belirlenen malzeme-bağımlı özelliklerin verildiği sıcaklık sayısı

w : Birim hacim ağırlığı

m : Birim hacim kütlesi

b : Malzeme özelliği referans açısı (derece)

Birimi derece olan bu açı, ortotropik malzeme özelliklerinin belirlendiği eksen tanımlar.

t : Bu bilgi satırında malzeme değeriyle ilgili sıcaklık verilir.

Malzeme veri grubunda ardarda gelen satırdaki t değerleri, artan numaralar olmalıdır. POTENTIAL veri alanında düğüm noktası sıcaklıkları tanımlanırsa, POTENTIAL veri alanındaki t değerleri, bütün sıcaklık değerlerini içermelidir.

e_r, e_s, e_t : r - s - t doğrultusundaki elastisite modülü.

u_1, u_2, u_3 : malzeme poisson oranı.

g_{rs} : r-s düzlemindeki kayma modülü

a_r, a_s, a_t : r - s - t doğrultusundaki ısıl genişleme katsayıları (L/L/H birimi)

e, u ve a değerleri s- ve t- doğrultularında verilmemişse bunlar r - doğrultusundakilere eşit alınacaktır. Böylece izotropik malzemeler için sadece e_r, u_1 , ve a_r 'nin verilmesi yeterlidir.

d) ASOLID Eleman Yerleşim Verisi :

nel : Eleman tanım numarası

j_1, j_2, \dots : Eleman düğüm noktası numarası, JN seçeneği (genel eleman tanımlaması)

j_1, j_3, \dots : Eleman düğüm noktası numaraları, JQ seçeneği (4-düğüm noktalı eleman tanımlaması)

j_i, j_j, \dots : Eleman düğüm noktası numaraları, JS seçeneği (düzenli hasır tanımlaması)

mat : Eleman malzeme tipi

tz : Sıfır-gerilme referans sıcaklığı

POTENTIAL veri bloğunda tanımlanan düğüm noktası sıcaklıkları, elemanlara ısısal yük uygulamak için kullanılır.

th : Eleman kalınlığı.

Sadece düzlemsel gerilmeye çalışan elemanlar için gereklidir. Bu değer, eleman rijitliğini ve ağırlık-kütle için gereken eleman hacmini hesaplamakta kullanılır.

g_1, g_2 : Eleman türetme değişkenleri.

n : Eleman düzlem belirteci

= 1 ise X-Y düzlemi

= 2 ise Y-Z düzlemi

= 3 ise X-Z düzlemi

ASOLID elemanlar sadece asal düzlemlere paralel olabilirler. Bu veri, Elemanın hangi düzleme paralel olduğunu verir. Eksenel simetrik eleman durumunda, elemanlar asal düzlemlerin üzerinde olmalıdır.

6.1.4.12. 'SOLID' bilgi bloğu

Bu bilgi bloğu, üç boyutlu, sekiz köşeli SOLID elemanlarla ilgili özellikler, yerleşimler ve yüklemeleri tanımlar.

6.1.4.12.1. Genel biçim

a) Ayırıcı : Bu alana SOLID yazılacaktır.

b) SOLID Kontrol Bilgileri :

nmat : Malzeme tipi sayısı.

ntm : nmat malzeme özellik takımlarımdan herhangi birinde bulunan maksimum ısı sayısı

x₁,x₂ : X- yönündeki ağırlık katsayısı

y₁,y₂ : Y- yönündeki ağırlık katsayısı

z₁,z₂ : Z- yönündeki ağırlık katsayısı

t₁,t₂ : Sıcaklık Katsayısı

p₁,p₂ : Basınç katsayıları

Bu yük katsayıları (x_1, x_2, \dots, x_{nld}) yapısal yük durumlarıdır. Bunlar SOLID elemanların X-doğrultusundaki kendi ağırlıklarını hesaba katan yerçekimi katsayılarıdır. Bir başka deyişle, katı elemanların kendi ağırlıklarına eşit olan X- yönündeki statik yükler, bu katsayıyla çarpılarak, karşılık gelen yükleme koşuluna eklenir.

Benzer şekilde sıcaklık çarpanları (t_1, t_2, \dots, t_{nld}) ve basınç katsayısı (p_1, p_2, \dots, p_{nld}) POTENTIAL bilgi bloğunda verilen ısı ve basınç değerlerini kullanarak ilgili yükleme durumları için ısısal ve basınç gövde yükleri oluştururlar.

c) Malzeme Özellik Verisi :

nm : Malzeme tanım numarası. Bu sayı 1 ile başlamalı ve birer birer artmalıdır.

nt : Bu malzeme tipi için belirlenen malzeme-bağımlı özelliklerin verildiği sıcaklık sayısı. Bu değer ntm 'den büyük olmalıdır.

w : Birim hacim ağırlığı

m : Birim hacim kütlesi

Birim hacim ağırlıkları elemanların öz ağırlıklarını hesaplamak için kullanılır.

Özağırlıklar, yerçekimi katsayıları da kullanılarak yapısal yükleme durumlarına eklenir.

t : Bu bilgi satırında belirtilen malzeme özellikleriyle ilgili sıcaklık

t değerleri, sıralı ve artan düzende olmalıdır. POTENTIAL veri alanında düğüm noktası sıcaklıkları tanımlanırsa, t 'nin değişimi, POTENTIAL veri alanındaki özelliklere uymalıdır.

e_x, e_y, e_z : x - y -z doğrultularındaki elastisite modülü.

u_1, u_2, u_3 : Malzeme poisson oranı.

g_{xy}, g_{yz} : x-y, y-z, z-x düzlemlerindeki kesme modülü

a_1, a_2, \dots : Isısal genleşme katsayıları (L/L/H birim)

Bu malzeme özellikleri, t ısısına karşılık gelir ve bu bilgi satırında belirtilir. İzotropik malzemeler için sadece e_x, u_1 , ve a_1 'nin verilmesi yeterlidir.

d) SOLID Eleman Yerleşim Verisi :

nel : Eleman tanımlama numarası

Eleman numaralarının birbirini takip etmesi zorunluluğu yoktur ve herhangi bir sırayla verilebilir.

j_1, j_2, \dots : Eleman düğüm noktası numarası, JQ seçeneği (genel eleman tanımlaması)

j_i, j_j, \dots : Eleman düğüm noktası numaraları, JR seçeneği (düzenli eleman tanımlaması)

Genelde SOLID eleman, sekiz düğüm noktasının $JQ = j_1, j_2, j_3, \dots, j_8$ şeklinde belirtilmesiyle tanımlanır.

Bununla birlikte, her üç doğrultuda düğüm noktası artımlarının sabit olduğu düzgün bir ağ varsa eleman tanımlaması için $JR = j_i, j_j, j_k, j_l$ şeklinde dört düğüm noktası yeterlidir.

JQ ve JR aynı bilgi satırında bir arada kullanılamaz. Kullanılan tüm düğüm noktaları daha önceden JOINTS bilgi bloğunda tanımlanmış olmalıdır.

mat : Eleman malzeme tipi tanımlama numarası. Bu değer nmat 'dan küçük olmalıdır.

tz : Sıfır-gerilme referans sıcaklığı

POTENTIAL veri bloğunda tanımlanan düğüm noktası sıcaklıkları, elemanlara ısısal yük uygulamak için kullanılır.

i : Uyumsuz eğilme modları kullanımıyla ilgili gösterge

Eğer i değeri '0' a eşitse uyumsuz eğilme modları eğilme formasyonuna dahil edilir. Bu modlar, eleman geometrisinin dikdörtgen olduğu durumlarda eğilme davranışını bir hayli geliştirirler. Eğer elemanın şekli oldukça bozulmuşsa, i değerini 1 vererek bu modların kullanımını kaldırılacaktır.

g₁, g₂, g₃ : Eleman türetme değişkenleri.

Bu parametreler; j_1 - j_2 yönünde g_1 , j_1 - j_5 yönünde g_2 , j_1 - j_3 yönünde g_3 üç boyutlu bir hasır oluşturur. Bu parametreler 1'den küçük olamaz.

6.1.4.13. 'Yükler' bilgi bloğu

Bu alan, düğüm noktası yüklerini tanımlamak için kullanılır. Modelde düğüm noktalarına etki eden yükler bulunmuyorsa, bu alan kullanılmaz.

6.1.4.13.1. Genel biçim

a) Ayırıcı : Bu alana LOADS yazılacaktır.

b) Yük Bilgisi :

j_1 : İlk düğüm noktası numarası

j_2 : Son düğüm noktası numarası

inc : Düğüm noktası numarası

I : Yükleme durumu numarası

j_1, j_2, inc şu düğüm nokta serisini tanımlar:

$$j_1, j_1+inc, j_1+2inc, \dots$$

j_2 'ye kadar devam eder. Bu serideki tüm düğüm noktaları bu satırda belirtilen yükü 'I' inci yükleme durumu olarak alırlar.

f_x : Asal X- yönünde etki eden kuvvet

f_y : Asal Y- yönünde etki eden kuvvet

f_z : Asal Z- yönünde etki eden kuvvet

m_x : Asal X- yönünde etki eden moment

m_y : Asal Y- yönünde etki eden moment

m_z : Asal Z- yönünde etki eden moment

Yükler, düğüm noktası numaraları veya yükleme durumları herhangi bir sırayla girilebilir. Sağ el kuralı işaretlemeye geçerlidir.

6.1.4.14. 'Yerdeğiştirme' bilgi bloğu

Belirli ötelenme veya dönme statik yerdeğiştirmelerin yapının herhangi bir düğüm noktasına etkimesi mümkündür. Tanımlanan deplasmanlar, tutulmuş serbestlik dereceleri boyunca etki ettirilemez. Bu bilgi bloğu, dinamik analiz için kullanılamaz.

6.1.4.14. Genel biçim

a) Ayırıcı : Bu alana DISPLACEMENTS yazılmalıdır.

b) Deplasman Bilgisi :

j_1 : İlk düğüm noktası numarası

j_2 : Son düğüm noktası numarası

inc : Düğüm noktası numarası artımı

l : Yükleme durumu numarası

j_1, j_2, inc şu düğüm nokta serisini tanımlar:

$$j_1, j_1+inc, j_1+2inc, \dots$$

j_2 'ye kadar devam eder. Bu serideki tüm düğüm noktaları bu satırda belirtilen yükü 'l' inci yükleme durumu olarak alırlar.

u_x : Asal X- yönünde etki eden deplasman

u_y : Asal Y- yönünde etki eden deplasman

u_z : Asal Z- yönünde etki eden deplasman

r_x : Asal X- yönünde etki eden dönme

r_y : Asal Y- yönünde etki eden dönme

r_z : Asal Z- yönünde etki eden dönme

Deplasmanlar herhangi bir sırayla girilebilir. Sadece sıfırdan farklı deplasman tanımlı serbestlik dereceleri bu işleme dahildir.

6.1.4.15. 'Öngerilme' bilgi bloğu

Modelde bulunan çerçeve elemanlarından herhangi biri öngerilme kablolarının yarattığı yüklemelere maruz kalabilir. Bu alan, bu tip yüklemelerin elverişli ve statik açıdan uyumlu bir şekilde tanımlanmasında kullanılır.

6.1.4.15.1. Genel biçim

a) Ayırıcı : Bu alana PRESTRESS yazılmalıdır.

b) Öngerilme Bilgisi :

nb₁ : İlk FRAME eleman numarası

nb₂ : Son FRAME eleman numarası

ninc: FRAME eleman numarası artımı

nb₁, nb₂, ninc parametreleri şu FRAME elemanları serisini tanımlar:

nb₁, nb₁+ninc, nb₁+2ninc,...

nb₂ 'ye kadar devam eder.

Aynı elemanda birden fazla kablo bulunması durumunda, yukarıdaki bilgiler her kablo için tekrarlanacaktır.

d_i : I ucunda kablo ile eleman merkez çizgisi arasındaki mesafe

d_c : Ortada, kablo ile eleman merkez çizgisi arasındaki mesafe

d_j : J ucunda kablo ile eleman merkez çizgisi arasındaki mesafe

t : Öngerilme çekme kuvveti

Kablonun eleman içindeki şekli parabolik kabul edilecektir. Kablo gerilmesi ise kablo boyunca sabit alınacaktır.

6.1.4.16. 'PDELTA' bilgi bloğu (İkinci merteye teorisine göre hesap)

Bu alan, büyük aksenal yükler altında oluşan P-Delta etkisini hesaba katarak tüm FRAME elemanlarının enine eğilme rijitliklerinin değiştirilmesini sağlar. Bu alan kullanılmadan önce modelin doğruluğunu kontrol etmek amacıyla birinci merteye analizi yapılmalıdır.

6.1.4.16.1.Genel biçim

a) Ayırıcı : Bu alana PDELTA yazılacaktır.

b) Kontrol Bilgisi :

m : Maksimum ek iterasyon bilgisi

told : Relatif deplasman yakınsama toleransı

tolp : Relatif kuvvet yakınsama toleransı

Program her zaman ilk olarak, ya da sıfırıncı iterasyon olarak bir standart doğrusal statik analiz yapar. Daha sonra P-Delta yük kombinasyonu altında P-Delta etkisini hesaba katıp rijitlik matrisini düzelterek **m** adete kadar ilave iterasyon yapılır. İki iterasyondaki deplasmanların farkının tolerans **told**'un altında kalması durumlarından hangisi önce gerçekleşirse iterasyon tamamlanır. **tolp** kullanılmaz.

m=0 ise P-Delta analizi yapılmaz.

told=0 ise **m** adet iterasyon yapılır.

c) P-Delta Yük Kombinasyon Faktörleri :

l : Yükleme durumu numarası

sf : Statik yükleme durumu için çarpan

P-Delta yük kombinasyonu, belirli yük koşullarının **sf** faktörleri ile çarpılmış toplamı olarak tanımlanmıştır.

Her bir yükleme durumu en fazla bir kez tanımlanacaktır.

6.1.4.17. 'SPEC' bilgi bloğu

Bu analiz yapılırsa sonuçta Dinamik Yükleme Durumu elde edilir.

6.1.4.17.1. Genel biçim

a) Ayırıcı : Bu alana SPEC yazılacaktır.

b) Kontrol Bilgisi :

a : Tahrik Yönü (derece)

s : Tepki-spektrum ölçek faktörü

Bu faktör, spektrum eğrisinde girilen s_1 , s_2 , s_z değerlerinin tümüne etki eden bir çarpan faktörüdür. Bu faktör, spektrum yoğunluğunu arttırma veya spektral ivmeyi uygun birime çevirme amacıyla kullanılacaktır.

d : Yapısal sönüm oranı

Bu oran 1'den küçük pozitif bir sayı olmalıdır.

c) Spektrum Eğri Verisi

t_p : Zaman periyodu

s_1 : 1-yönündeki spektrum değeri

s_2 : 2-yönündeki spektrum değeri

s_z : Z-yönündeki spektrum değeri

s_1 , s_2 , s_z değerleri, t_p zaman periyodunda sırasıyla 1,2 ve z yönlerine karşılık gelen spektral ivme değerleridir.

t_p zaman periyodu ve s_1 , s_2 , s_z değerleri birbirleriyle uyumlu birimlerde olmalıdırlar.

6.1.4.18. 'TIMEH' Bilgi Bloğu (Zamana bağlı titreşim verisi)

Bu bilgi bloğu, dinamik zaman artım analizi ile ilgili verinin tanımlanması için kullanılır. Bu alanın kullanılabilmesi için SYSTEM bilgi bloğunda **nfq** veya **nritz** parametrelerinden biri girilmiş olmalıdır.

6.1.4.18.1.Genel Biçim

a) Ayırıcı : Bu alana TIMEH yazılacaktır.

b) Zamana bağlı titreşim verisi kontrol bilgisi :

atype : Analiz tipi

= 0 ise Transient(Geçici)

= 1 ise Periyodik

Bu analiz tipleri zaman tarih analizinin iki çeşitidir.

nstep : Çıktı değerleri sayısı

deltat : Çıktı için zaman artışı

nfunct : Format bölümünde d'de tanımlanan değişik zaman fonksiyonları sayısı

nv : Analizde hesaba katılacak mod şekilleri (Ritz vektörleri) sayısı

Bu değer **nfq** veya **nritz**'e eşit yada daha küçük olmalıdır.

d : Tüm mod şekilleri (Ritz vektörleri) için sönüm oranı 1'den küçük olmalıdır.

c) Modal Damping Verisi :

n₁, n₂... : Mod şekilleri (Ritz vektörü artan sırayla)

d₁, d₂... : Değişik mod şekillerine karşılık gelen sönüm oranları 1'den küçük olmalıdır.

Tüm mod şekilleri için tek bir sönüm oranı tanımlanabileceği gibi, her mod için değişik sönüm oranlarının da tanımlanması mümkündür.

d) Fonksiyon Tanımı Veri Takımları :

functn : Fonksiyon tanım numarası (artan sırayla)

npl : Satır başına düşen nokta sayısı
dt : Fonksiyon değerleri için zaman aralığı

Eğer dt tanımlanır, program zaman eksenini boyunca eşit dilimlerde zaman değerlerini okur. Eğer dt tanımlanmazsa, program zaman çiftleri ve karşılık gelen fonksiyon değerlerini okumak için bekler.

Zaman noktaları t_0, t_1, \dots , numerik olarak artan sırada olmalıdır ancak eşit aralıklı olmak zorunda değildir.

filename : Veriyi içeren dosyanın adı.
pflag : Fonksiyon değerleri için basma seçeneği

Eğer bu değer sıfır olarak bırakılırsa, fonksiyon değerleri ve karşılık gelen zamanlar çıktı dosyasında verilmez.

f_0, f_1, \dots : t_0, t_1 zamanlarındaki fonksiyon değerleri

t_0, t_1, \dots : Zaman değerleri

e) Yük Fonksiyonu Atama Verisi :

len : Zaman fonksiyonu olarak belirlenen statik yükleme durumu numarası

nf : len statik yükleme durumuna atanan zaman fonksiyonu

s : Ölçek Faktörü

arrival : Bu yük için varış zamanı

a : 1- yönü ile asal X-ekseni arasındaki açı

6.2. PROBİNA Yapısal Analiz Programı

Probina, bina sistemlerinin 3-boyutlu analizi, kolon, perde, kiriş ve döşeme gibi yapı elemanlarının dizaynı ve donatı hesapları ile temel hesaplarının hazırlanması amacı ile geliştirilmiş entegre bir inşaat mühendisliği uygulama programıdır.

6.2.1. Donanım ve Yazılım Gereksinimi

Probina'nın süratli ve verimli bir şekilde kullanılabilmesi için aşağıdaki bilgisayar yazılımı ve donanımına ihtiyaç vardır :

- Minimum sistem birimi : 150 Mhz Pentium işlemci
- Minimum Ana Bellek : 16 Mb
- İşletim sistemi : Tüm 32-bit Windows işletim sistemleri ile uyumludur.
- Sabit disk : Minimum 300 Mb
- Görüntü Birimi : VGA

6.2.2. Proje Parametreleri

Probina'da ilk olarak başlanacak projenin tanımı yapılmalıdır. Proje parametreleri formundaki veri alanlarını kullanarak

- Bina hesap parametrelerini,
- Beton ve Çelik sınıflarını,
- Deprem yükleri hesabına esas teşkil eden değişkenleri,
- Deprem hesaplarında kullanılacak Elastik Tasarım İvme Spektrumu ile ilgili bilgileri,
- Bina Düzensizlikleri,
- Proje Antetinin içerdiği bilgileri,

tanımlanabilir.

6.2.2.1. Parametreler

6.2.2.1.1. Şartname

Probinanın Version 8.5 ile desteklediği şartnameler şunlardır:

- Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik(1975) ve Türk Standartları TS500
- Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik(1996) ve Türk Standartları TS500

6.2.2.1.2. Analiz tipi

Bina analizinde kullanılacak yöntem seçilmelidir. Probina'da Analiz Tipi seçenekleri :

◊ Statik analiz

Sadece statik yükler altında analiz yapılacaksa bu tip kullanılmalıdır. Bu analiz tipi seçildiğinde yapıya etkiyen yatay yüklerin hesabı elle yapılacaktır.

◊ Özdeğer analizi

Bu analiz tipi seçilirse, yapıya etkiyen hiç bir yük dikkate alınmayacaktır ve sadece yapının doğal titreşim modları ve bu modlara karşılık gelen periyotları hesaplanır.

◊ Statik ve deprem analizi

Statik düşey yükler ve özdeğer analiz yapılarak elde edilen iki ortogonal doğrultu için *1.Mod Doğal Titreşim Peryotları* kullanılarak 'Eşdeğer Deprem Yüklü Yöntemi'ne göre hesaplanan kat yükleri etkisi altında statik analiz yaptırmak için bu analiz tipi kullanılır.

◊ Statik ve spektrum analizi

Statik düşey yükler ve ‘Mod Birleştirme Yöntemi’ni kullanarak Dinamik Analiz yapılmasına olanak sağlar. Bu yöntemde maksimum iç kuvvetler ve yerdeğiştirmeler, binada yeterli sayıda doğal titreşim modunun her biri için hesaplanan maksimum katkıların istatistiksel olarak birleştirilmesi ile elde edilir.

6.2.2.1.3. Kat serbestlik derecesi

Probina’da kullanılabilen Kat Serbestlik Derecesi seçenekleri :

- XYD : X ve Y yönü kat deformasyonları ve Kat Burulması serbest
 XY : X ve Y yönü kat deformasyonları serbest (Kat burulması serbestliği önlenmiş)
 X : Sadece X yönü kat deformasyonları serbest
 (Y yönü ötelenmeleri ve kat burulması serbestliği önlenmiş)
 Y : Sadece Y yönü kat deformasyonları serbest
 (X yönü ötelenmeleri ve kat burulması serbestliği önlenmiş)

Buradaki son iki seçenek sadece tek yönlü analiz yapmak için kullanılır.

6.2.2.1.4. Rijid bölgeler

Probina ile oluşturulan yapısal modellerde ‘Kolon-Kiriş’ veya ‘Perde-Kiriş’ birleşimlerinde, elemanların boyutlarından kaynaklanan rijit bölgeler *eleman etkili boylarının* hesabında otomatik olarak gözönüne alınmaktadır.

6.2.2.1.5. Yük kombinasyonu

Analizi yapılacak olan binaya, şartnamelerde yer alan yada kullanıcının oluşturacağı her türde kombinasyonlardan oluşan yükleme uygulanabilir.

Yüklemeler 'Asal Yük Hallerinin' (Yük Vektörleri) faktörler ile çarpılarak birleştirildiği kombinasyonlar vasıtasıyla yapılır.

6.2.2.1.6. Zemin emniyet gerilmeleri

Binanın yapılacağı zeminin emniyet gerilmesi bu değer olarak kullanılacaktır. Bu değer temel hesaplanmasında sömel boyutlarının belirlenmesinde kullanılır.

6.2.2.2. Deprem

6.2.2.2.1. Deprem hesabı parametreleri

Probona 8.5 versiyonunun desteklediği Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (1996) 'e göre :

$$A(T) = A_0 I S(T) \quad (6.5)$$

Bu Denklem (6.1.1) ile hesaplanan 'Elastik Deprem Yükleri' yönetmelik gereğince belirlenen 'Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı(R)'nin oranında azaltılarak Tasarım Deprem Yükleri hesaplanır.

◇ Deprem bölgesi

İlgili şartnamelerde yer alan 'Deprem Bölgesi'nin belirlenip kullanılması gerekir.

6.2.2.1.2. Etkin Yer İvmesi Katsayısı: A_0

Deprem bölgelerine göre değişen *Etkin Yer İvmesi Katsayısı*, A_0 , Çizelge 6.2 'den belirlenmelidir.

Çizelge 6.2 Etkin yer ivmesi katsayıları

Deprem Bölgesi	A _o
1	0.40
2	0.30
3	0.20
4	0.10

Deprem Bölgesi belirlendikten sonra Etkin Yer İvmesi Katsayısı'nda otomatik olarak seçilir. Ancak bazı durumlarda değişiklik yapılmak istendiği takdirde bu alana klavyeyi kullanarak giriş yapılabilir.

6.2.2.3. Taşıyıcı Sistem Tipinin Belirlenmesi

Probina ile hesaplamalar yapılırken, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (1996) gereğince Betonarme binaların yatay yük taşıyıcı sistemleri, depreme karşı davranışları bakımından iki sınıfa ayrılmıştır :

- Süneklik Düzeyi Yüksek Sistemler
- Süneklik Düzeyi Normal Sistemler

Belirlenen 'süneklik düzeyi' ne bağlı olarak seçilen taşıyıcı sistemin kendine özgü doğrusal olmayan davranışı gözönüne alınarak Deprem Yükleri Azaltma Katsayısı(R_a) ile azaltılarak Tasarım Deprem Yükleri saptanacaktır. Deprem Yükleri Azaltma Katsayısı(R_a), Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R) ve Doğal Titreşim Peryodu T 'ye bağlı olarak ilgili yönetmelikte sağlanan denklemlere göre belirlenecektir.

6.2.2.3.1. Yapının süneklik düzeyi

Betonarme taşıyıcı sistem sınıfını belirlemek üzere bu alan kullanılır.

6.2.2.3.2. Taşıyıcı sistem tipi

Tüm şartnamelerde binaların taşıyıcı sistemleri belirli kriterlere göre sınıflandırılmış ve bu sınıflara göre deprem yüklerinin farklılaşmasını sağlayan katsayılar öngörülmüştür. Yapının süneklik düzeyi belirlendikten sonra bu seçime göre Taşıyıcı Sistem Tipleri ve bu tiplere karşılık gelen Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı'ndan oluşan tablodan seçim yapılmalıdır.

6.2.2.3.3. Taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R)

Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı , R, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (1996) 'da ile tanımlanmıştır. Buna göre uygun değer Çizelge 6.4 'den seçilecektir.

6.2.2.3.4. Bina Önem Katsayısı (I)

Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (1996) 'da tanımlanmıştır. Buna göre uygun değer Çizelge 6.3'den seçilecektir.

Çizelge 6.3 Bina önem katsayısı

Bina Kullanma Amacı veya Türü	Önem Katsayısı (I)
Deprem sonrası kullanımı zorunlu binalar ve tehlikeli madde içeren binalar	1.5
İnsanların yoğun olarak bulunduğu binalar	1.4
İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar	1.2
Diğer Binalar	1.0

Çizelge 6.4 Taşıyıcı sistem davranış katsayısı

Taşıyıcı Sistem	Süneklik Düzeyi Normal	Süneklik Düzeyi Yüksek
Yerinde Dökme Binalar		
Deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı binalar	4.0	8.0
Deprem yüklerinin tamamının boşluklu perdelerle taşındığı binalar	4.0	7.0
Deprem yüklerinin tamamının boşluksuz perdelerle taşındığı binalar	4.0	6.0
Deprem yüklerinin tamamının boşluklu ve/veya boşluksuz perdeler tarafından rijitlikleri oranında taşındığı binalar	4.0	7.0
Prefabrike Betonarme Binalar		
Deprem yüklerinin tamamının bağlantıları moment aktarabilen çerçevelerle taşındığı binalar	3.0	6.0
Deprem yüklerinin tamamının kolonları temelde ankastre, üstte mafsalı tek katlı çerçevelerle taşındığı binalar	3.0	4.0
Deprem yüklerinin tamamının prefabrike boşluksuz perdelerle taşındığı binalar	3.0	4.0
Deprem yüklerinin tamamının prefabrike boşluksuz ve/veya boşluklu perdeler ile bağlantıları moment aktarabilen çerçevelerle taşındığı binalar	3.0	5.0

6.2.2.3.5. Hareketli yük azaltma faktörü

Kat ağırlıklarının (veya kat kütlelerinin) hesabında kullanılan Hareketli Yük Azaltma Katsayısı (n) ABYYHY(1996)'da tanımlanan

$$w_i = g_i + n q_i \quad (6.6)$$

denkleminde göre hesaplanacaktır.

Kat ağırlıklarının hesabında kar yükleri, g_i sabit yüklerinin içinde gözönüne alınacaktır.

Çizelge 6.5 Hareketli yük azaltma katsayısı

Binanın Kullanım Amacı	n
depo, antrepo	0.80
okul, öğrenci yurdu, spor tesisi, sinema	0.60
konut, İşyeri, otel, hastane	0.30

6.2.2.4. Yük Dış Merkezlikleri

Probina ile oluşturulan yapısal modellerde, döşemelerin yatay düzlemde rijid diyafram olarak çalıştığı varsayıldığı için her katta iki yatay ile düşey eksen etrafında dönme serbestlik dereceleri gözönüne alınmalıdır. ABYYHY(1996) 'da belirtildiği gibi :

- Döşemelerin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, her katta iki yatay yerdeğiştirme bileşeni ile düşey eksen etrafındaki dönme, statik yerdeğiştirme bileşenleri olarak gözönüne alınacaktır.
- *Ek Dışmerkezlik etkisi*'nin hesaba katılabilmesi amacı ile, her katta belirlenen tasarım deprem yükleri, kaydırılmış kütle merkezleri'ne etki ettirilecektir. Kaydırılmış kütle merkezleri, gerçek kütle merkezinin gözönüne alınan deprem doğrultusuna dik doğrultudaki kat boyutunun + %5 ile - %5 kadar kaydırılması ile belirlenen noktalardır.

6.2.2.4.1. Dışmerkezlik

Bu alana kaydırılmış kütle merkezlerinin hesabında kullanılmak üzere 'Dışmerkezlik Yüzdesi' girilmelidir. Bu alan boş bırakılırsa(veya sıfır yazılırsa) kat yükleri her katın 'Kat kütle Merkezi'ne etki etirilir.

6.2.2.4.2. Dışmerkezlik etki tarafı

En olumsuz yüklemenin elde edilebilmesi için, yük dış merkezlikleri gözönüne alınan deprem doğrultusuna dik doğrultuda hem pozitif hem de negatif yönde uygulanmalıdır.

6.2.2.5. Duvar Tipi

ABYYHY (1996)'da belirtildiği gibi yapısal olmayan dolgu duvarların rijitliğine etkisi de gözönüne alınmalıdır. Kargir dolgu duvarları gibi yapısal olmayan, ancak bina rijitliğini arttıracak elemanların bulunduğu binalarda, bu tür elemanların rijitliği gözönüne alınmaksızın hesaplanan bina birinci doğal titreşim periyodu T_1 , Denklem 6.7'e göre azaltılacaktır.

$$T_{1a} = T_1 / 1.2 \quad (6.7)$$

Bu şekilde elde edilen azaltılmış birinci doğal titreşim periyodu, T_{1a} , denklemlerde T_1 yerine kullanılacaktır.

6.2.2.5.1. Rijitliği artırıcı duvar

Binada, kargir dolgu duvarları gibi yapısal olmayan, ancak bina rijitliğini arttıracak nitelikteki duvar tipleri kullanılıyorsa bu seçeneğin işaretlenmesi gerekir. Bu tür dolgu duvarların kullanıldığı binalarda 'Azaltılmış Birinci Doğal Titreşim Periyodu' T_{1a} kullanılacaktır.

6.2.2.5.2. Hafif dolgu duvar

Binada kullanılan dolgu duvarları, bina rijitliğini arttıracak nitelikte olmayan hafif bölme duvarları ise bu seçenek işaretlenmelidir.

6.2.2.6. Spektrum Parametreleri

6.2.2.6.1. Yerel zemin sınıfı

Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (1996) 'da yerel zemin sınıfları tanımlanmıştır. Buna göre dört zemin sınıfından Z1 en sert, Z4 ise en yumuşak olanıdır. Diğer tipler ise bu iki sınıf arasında yer almaktadır.

Çizelge 6.6 Yerel zemin sınıfları

Yerel Zemin Sınıfı	Zemin Grubu ve Üst Tabaka Kalınlığı
Z1	(A) grubu zeminler, en üst tabaka kalınlığı 15 m'ye eşit veya daha az olan (B) grubu zeminler
Z2	En üst tabaka kalınlığı 15 m'den fazla (B) grubu zeminler ve en üst tabaka kalınlığı 15 m'den az olan (C) grubu zeminler
Z3	En üst tabaka kalınlığı 15-50 m (dahil) arasında olan (C) grubu zeminler ve en üst tabaka kalınlığı 10 m'ye eşit veya daha az olan (D) grubu zeminler
Z4	En üst tabaka kalınlığı 50 m 'den fazla (C) grubu zeminler ve en üst tabaka kalınlığı 10 m'den fazla olan (D) grubu zeminler

6.2.2.6.2. Spektrum karakteristik periyotları (T_a , T_b)

Bu değerler Yerel Zemin Sınıfı ile ilişkili olarak değişmektedir. Bu değerler ABYYHY (1996)'da tanımlanmış olup, gerekli zemin bilgilerinin bulunmadığı durumlarda $T_a = 0.10$ ve $T_b = 0.90$ kullanılmalıdır.

6.2.2.6.3. Deprem açısı

Deprem yükleri yapıya iki ortogonal yönde etki ettirilmektedir. Bu alana gireceğiniz açı, asal deprem yönünü belirler. Diğer deprem yönü ise bu açığa dik olarak hesaplanacaktır. Deprem açısı derece olarak girilecektir.

6.2.2.6.4. Sönüm oranı

Önerilen sönüm oranı değeri %5'tir. Elde daha gerçekçi bir değer olmadığı sürece bu oran %5 olarak kabul edilecektir.

6.2.2.6.5. Hesaba katılacak titreşim modu sayısı

Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (1996) 'ya göre :

- Hesaba katılması gerekli titreşim modu sayısı, Y , gözönüne alınan deprem doğrultusunda her bir mod için hesaplanan *etkin modal ağırlık*'ların (etkin modal kütlelerin) toplamının, hiçbir zaman bina toplam ağırlığının %90'ından az olmaması kuralına göre belirlenecektir.
- Üç veya daha fazla serbestlik dereceli binalarda, en az ilk üç titreşim modu mutlaka gözönüne alınacaktır.
- Bina tipi yapılarda birinci periyotlar her zaman ilk iki mod ile kapsanmayabilir. Bir önlem olarak bu tür analizlerde en az 5-6 mod'ı hesaba katılması yararlı olacaktır.

6.2.2.7. Yapı Düzensizlikleri

Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (1996) 'e göre binalar depreme karşı davranışları bakımından '*Düzenli Binalar*' ve '*Düzensiz Binalar*' olarak sınıflandırılmıştır.

6.2.2.7.1. Planda düzensizlik durumları

A1-Burulma düzensizliği :

Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir katta , en büyük görelî kat ötelemesinin o katta aynı doğrultudaki ötelemeye oranı ifade eden *Burulma Düzensizliği Katsayısı* 'nın 1.2'den büyük olması durumudur.

$$\eta_{\Delta_i} = (\Delta_i)_{\max} / (\Delta_i)_{\text{ort}} > 1.2 \quad (6.8)$$

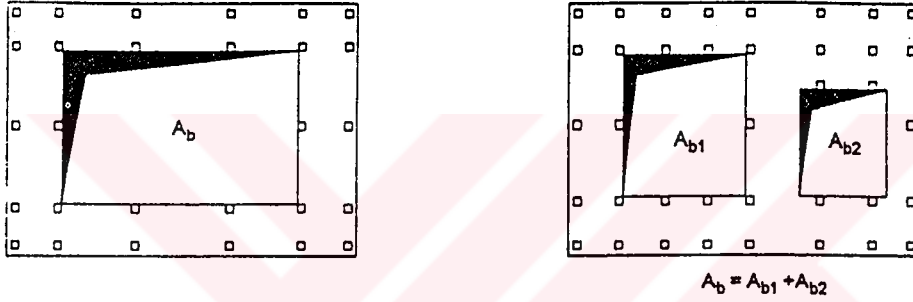
Bu düzensizlik durumu otomatik olarak saptandığı için kullanıcı seçim yapamaz.

A2-Döşeme Süreksizlikleri:

Herhangi bir kattaki döşemede;

- Merdiven ve asansör boşlukları dahil, boşluk alanları toplamının kat brüt alanlarının 1/3'den fazla olması durumu
- Deprem yüklerinin düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarılabilmesini güçleştiren ya da olanaksız kılan yerel döşeme boşluklarının bulunması
- Döşemenin düzlem içi rijitlik ve dayanımında ani azalmaların olması durumu

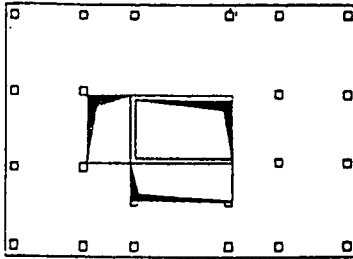
Projelendirilen yapıda bu tür bir düzensizlik varsa A2 olarak işaretlenmelidir.



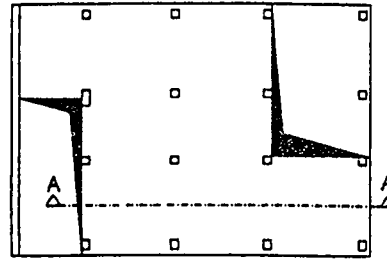
A2 türü düzensizlik durumu -I

$$\frac{A_b}{A_k} > 1/3$$

A_b : Boşluk alanları toplamı
 A_k : Brüt kat alanı



A2 türü düzensizlik durumu - II



Kesit A-A

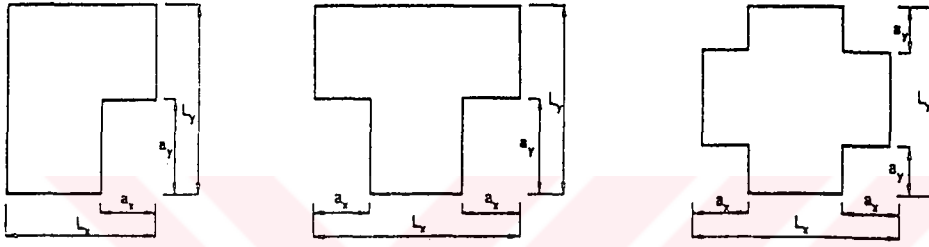
A2 türü düzensizlik durumu - II
ve A2 türü düzensizlik durumu - III

Şekil 6.11 Döşeme süreksizlikleri

A3- Planda Çıkıntılar Bulunması:

Bina kat planlarında çıkıntı yapan kısımların birbirine dik iki doğrultudaki boyutlarının her ikisinin de , binanın o katının aynı doğrultudaki toplam plan boyutlarının %20 'sinden daha büyük olması durumudur.

Projelendirilen yapıda bu tür bir düzensizlik varsa A3 olarak işaretlenmelidir



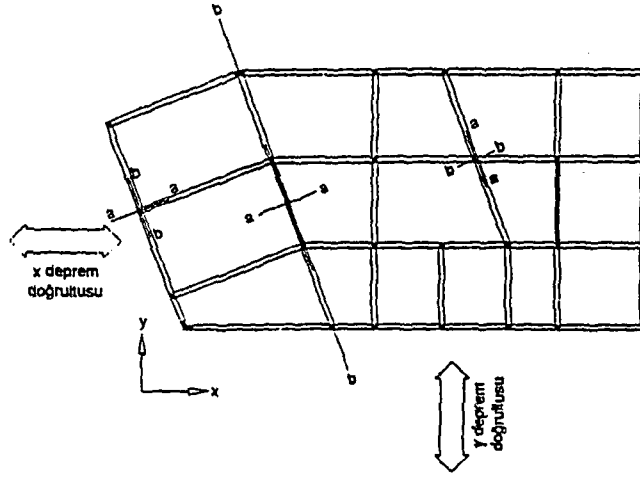
A3 türü düzensizlik durumu
 $a_x > 0.2 L_x$ ve $a_y > 0.2 L_y$

Şekil 6.12 Planda çıkıntılar bulunması durumu

A4- Taşıyıcı Eleman Eksenlerinin Paralel Olmaması Durumu :

Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının plandaki asal eksenlerinin, gözönüne alınan birbirine dik deprem doğrultularına paralel olmaması durumudur.

Projelendirilen yapıda bu tür bir düzensizlik varsa A4 olarak işaretlenmelidir



Şekil 6.13 Eksenlerin paralel olmaması durumu

6.2.2.7.2. Düşey doğrultuda düzensizlik durumları :

Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (1996) 'e göre düşey doğrultudaki düzensizlikler şu şekilde belirtilmiştir.

B1- Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat):

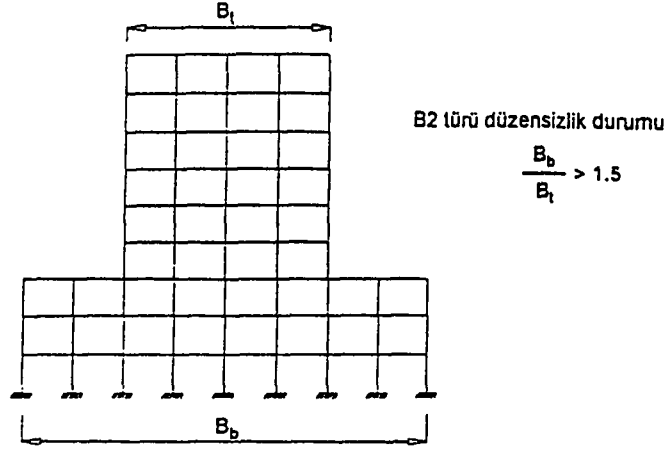
Herhangi bir deprem doğrultusunda, herhangi bir katta kat kesme dayanımının bir üstteki katın kat kesme dayanımına oranı 0.80'den küçük olması durumudur.

Bu düzensizlik durumu otomatik olarak saptandığı için kullanıcı seçim yapamaz. Yapıda $\eta_c < 0.80$ olması durumunda, Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R), $0.8\eta_c$ ile çarpılarak küçültülmekte ve analiz tekrarlanmaktadır. Ancak η_c değerinin hiçbir zaman 0.60'dan küçük olmasına izin verilmez.

B2- Düşey Geometrik Süreksizlik :

Gözönüne alınan deprem doğrultusunda , taşıyıcı sistemin herhangi bir kattaki uzunluğunun bir üstteki taşıyıcı sistem uzunluğundan en az %50 fazla olması durumudur.

Projelendirilen yapıda bu tür bir düzensizlik varsa B2 olarak işaretlenmelidir.



Şekil 6.14 Düşey geometrik süreksizlik durumu

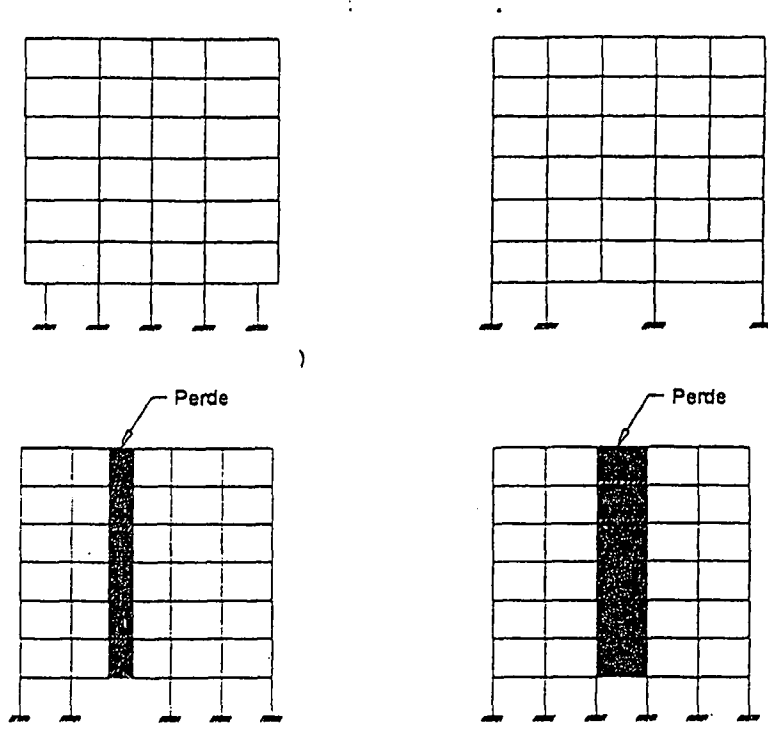
B3- Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği :

Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının (kolon veya perdelerin) bazı katlarda kaldırılarak kirişlere oturtulması durumudur. Bu düzensizlik durumunda kendi içinde :

- (B3a) Kolonların binanın herhangi bir katında konsol kirişlerin üstüne oturtulması durumu
- (B3b) Kiriş açıklığına oturan kolonların bulunması durumu
- (B3c) Kolonlara oturan perdelerin bulunması durumu

olarak ayrıca sınıflandırılmaktadır.

Projelendirilen yapıda bu tür bir düzensizlik varsa B3 olarak işaretlenmelidir.



Şekil 6.15 Düşey eleman süreksizliği durumu

6.2.2.8 Malzeme Sınıfı

6.2.2.8.1. Beton sınıfı

Herhangi bir elemanın beton sınıfını belirtmenize olanak sağlar.

6.2.8.2. Çelik Sınıfı

Herhangi bir elemanın çelik sınıfını belirtmenize olanak sağlar.

6.2.3. Grafik Editör

Probina'nın en önemli modüllerinden biri olan Grafik Editör bina modelinin hazırlanmasına imkan sağlamaktadır. Tipik veri hazırlama yöntemleri :

- Yeni bir binaya başlamanın ilk adımı yapının kat bilgilerinin tanımlanmasıdır.
- Kat Tanımları tamamlandıktan sonra tüm elemanların referansını teşkil ettiği aksların girilmesi gerekir. Bina modelinin sağlıklı olabilmesi açısından yatay eksene (x eksenini) en yakın açığa sahip aksları '1' yönü aksı, bu aksları kesen diğer yöndeki aksları da '2' yönü olarak tanımlanmalıdır.
- Probina'nın kullandığı yapısal elemanlar 'Kolon', 'Perde', 'Kiriş', 'Plak ve Nervür Döşeme'dir. Probina ile ADK gibi prefabrik Nervür Kirişleri ve Zenon gibi özel yapım kirişler de hesaplarda kullanılabilir.

6.2.3.1. Kolon elemanı

Tüm yapısal elemanlar Akslar referans alınarak yerleştirilmektedir. Bu nedenle kolon yerleşimine başlamadan önce :

- Kolonların yerleşiminde kullanılacak aksların tanımlanmış olması
- Binadaki katların (veya en azından kolonların yerleştirileceği bir katın) tanımlanmış olması

6.2.3.1.1. Boy (Kat)

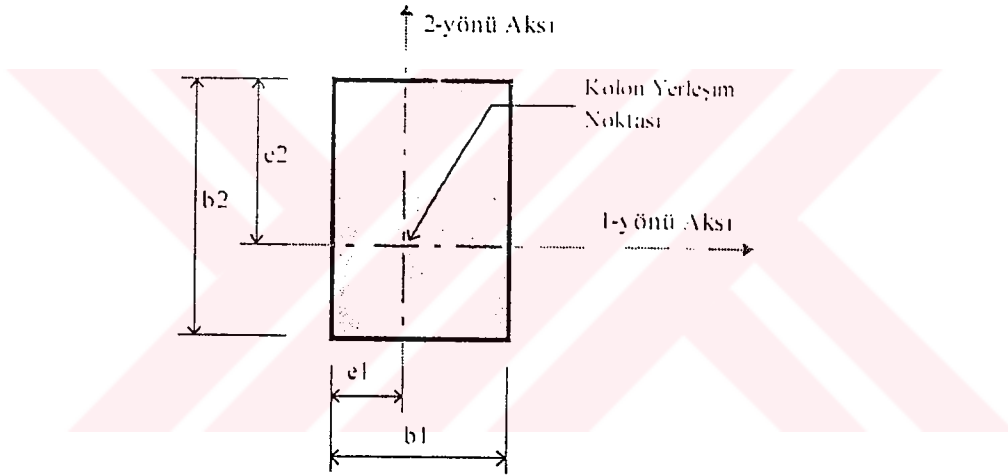
Normal şartlarda kolonlar bir kat yüksekliğince tanımlıdır. Ancak birden fazla kat boyunca tanımlı (kat atlayan) kolonları tanımlamak amacıyla bu veri alanı kullanılır.

6.2.3.1.2. Kolon boyutları (b1, b2)

Tanımlanan dikdörtgen kolonun yerleşeceği '1 yönü aksı' doğrultusundaki boyutunu 'b1' alanına, diğer boyutunu ise 'b2' alanına girilir. Kolon dikdörtgen ise 'b2' yönü 'b1'e dik olacaktır.

Dairesel kolonları tanımlamak için 'b2' değerini '0' girebilirsiniz. 'b1' değeri kolonun yarıçapı olarak kullanılacaktır.

İçinde boşluk olan dairese kolonları tanımlamak için ise 'b2' değeri negatif girilir. Bu durumda 'b2'nin mutlak değeri kolonun içindeki boşluğun yarıçapı olarak kullanılacaktır.



Şekil 6.16 Kolon elemanı kesit parametreleri

6.2.3.1.3. Kolon dışmerkezlilikleri (e1, e2)

Kolonun yerleşim akslarına basış mesafelerini (dışmerkezliliklerini) bu alanı kullanarak ayarlanabilir.

Dikdörtgen kolonlarda 'e1' sol alt köşenin kolon yerleşim noktasına (aks kesişimine) '1 aksı' doğrultusunda sola doğru uzaklığını 'e2' ise sol alt köşenin kolon yerleşim noktasına '2 aksı' doğrultusunda aşağı yönde uzaklığını belirler.

Dairesel kolonlarda 'e1' kolon merkezinin kolon yerleşim noktasına '1 aksı' doğrultusunda sola uzaklığını 'e2' ise kolon merkezinin kolon yerleşim noktasına '2 aksı' doğrultusunda aşağı yönde uzaklığını belirler.

6.2.3.1.4. Akslar

Tüm yapı elemanları akslar referans alınarak yerleştirilmektedir. Kolon elemanları tek bir yerleşim noktası kullanılarak yerleştirilir. Bu nokta ise (en az) iki aksın kesişiminden oluşan bir noktadır.

6.2.3.1.5. Atalet momentleri (I_1, I_2), Kesit alanı (A) ve Kayma alanı (Kayma-A)

Bu veri alanları kolonun '1 aksı' ve '2 aksı' doğrultusundaki atalet momentleri için ayrılmıştır. Dörtgen ve dairesel kolonlarda bu alanlardan herhangi biri (veya hepsi) boş bırakılırsa probina elemanın kesit özelliklerini kesit geometrisini kullanarak hesaplamaktadır. Bu değerlerden herhangi birini kullanıcı vermek isterse doğrudan giriş yapılabilir.

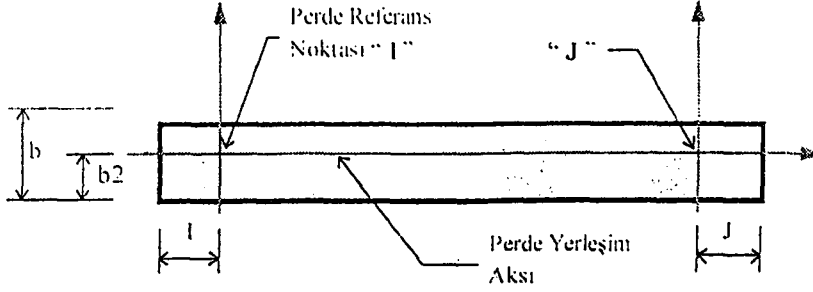
6.2.3.1.6. Elastisite modülü (E)

Kolonların elastisite modülü, kolon elemanlarında kullanılmak üzere seçilen beton sınıfindan aktarılır.

6.2.3.2. Perde Elemanı

6.2.3.2.1. Perde boyutları (b,b2)

Tanımlanan perdenin asal doğrultusuna dik yöndeki boyutu olan perde kalınlığı (b) ve perdenin aksa göre dışmerkezliği (b2) bu alana girilir.



Şekil 6.17 Perde elemanı kesit parametreleri

6.2.3.2.2. Perde uç uzantılı (I,J)

Perdenin ilk kesişiminin soluna (veya altına) doğru ölçülen boyutu (I) ile sağna (veya üstüne) doğru ölçülen boyutunu (J) bu alanlara girilir. bu değerler '0' girilirse perde sadece iki kesişim aksının arasındaki uzaklık boyunda çizilecektir.

6.2.3.2.3. Akslar

Tüm yapı elemanları akslar referans alınarak yerleştirilmektedir. Perde elemanları iki yerleşim noktası kullanılarak yerleştirilir. Bu noktaların herbiri ise (en az) iki aksın kesişiminden oluşan bir noktadır.

6.2.3.2.4. Atalet momentleri (I_1 , I_2), Kesit alanı (A) ve Kayma alanı (Kayma-A)

Bu veri alanları kolonun '1 aksı' ve '2 aksı' doğrultusundaki atalet momentleri için ayrılmıştır. Perde elemanının 'Yerleşim Aksı' '1 Aksı' doğrultusunda ise büyük atalet momentleri ' I_1 ' aksı halde ' I_2 ' olacaktır.

Bu değerlerden herhangi birini kullanıcı vermek isterse doğrudan giriş yapabilir.

6.2.3.2.5. Elastisite modülü (E)

Perdelerin elastisite modülü, kolon elemanlarında kullanılmak üzere seçilen beton sınıftan aktarılır.

6.2.3.3. Kiriş Elemanı

Tüm yapısal elemanlar Akslar referans alınarak yerleştirilmektedir. Bu nedenle Kiriş yerleşimine başlamadan önce :

- Kirişlerin yerleşiminde kullanılacak aksların tanımlanmış olması
- Binadaki katların (veya en azından kolonların yerleştirileceği bir katın) tanımlanmış olması

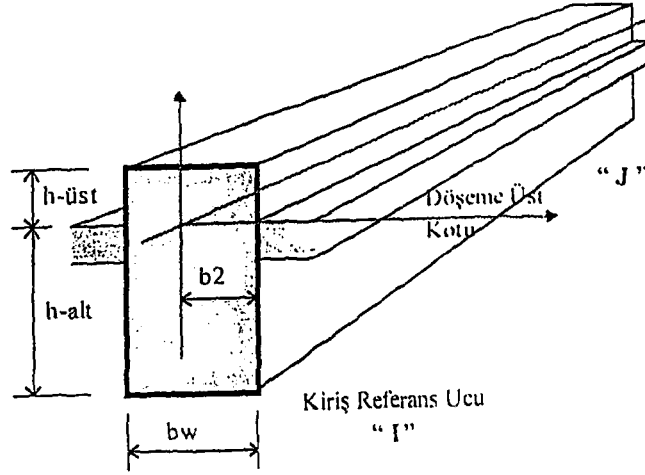
Probina, bina sistemlerinde kirişlere duvardan, plak ve nervür döşemelerden ve tali kirişlerden aktarılan tüm yükleri tamamen otomatik olarak hesaplayabilmektedir.

6.2.3.3.1. Kiriş kesit genişliği (b)

Tanımlanan kirişin plandaki genişliği (b) bu alana girilir.

6.2.3.3.2. Kiriş kesit dışmerkezlikleri (b2)

Kirişin planda sol alt noktası referans noktasıdır. Bu noktadan diğer noktaya çizilen vektöre göre altta kalan kiriş kenarının aksa olan mesafesi ise 'Kiriş Kesit Dışmerkezliği' olarak tanımlanmaktadır. Bu değer için izin verilen en küçük değer '0' en büyük değer ise Kiriş Kesit genişliği kadar olabilir. Bir başka deyimle kiriş yerleşim aksının planda kirişin dışında olmasına izin verilmez.



Şekil 6.18 Kiriş elemanı geometri parametreleri

6.2.3.3.3. Kiriş derinlikleri ($h\text{-alt}$, $h\text{-üst}$)

Tanımlanan kirişin döşeme üst kotunun altında kalan kesit derinliği ($h\text{-alt}$) ve özellikle ters kirişlerin tanımlamak için kullanılan döşeme kotunun üstünde kalan derinliği ($h\text{-üst}$) bu alana girilir.

Ters Kiriş tanımı yapmak için tipik olarak $h\text{-alt}$ değerini döşeme derinliğine eşit, $h\text{-üst}$ değerini ise kirişin döşeme üstünde kalan yüksekliğe eşit girilmesi gereklidir.

6.2.3.3.4. Akslar

Tüm yapı elemanları akslar referans alınarak yerleştirilmektedir. Kiriş elemanları iki yerleşim noktası kullanılarak yerleştirilir. Bu noktaların herbiri ise (en az) iki aksın kesişiminden oluşan bir noktadır.

6.2.3.3.5. Duvar birim ağırlığı (g)

Tanımlanan kirişin üzerinde duvar varsa bu alana duvar birim ağırlığı girilebilir. Duvar Birim Ağırlığı, özgül ağırlığın duvar kalınlığı ile çarpılarak elde edilmiş ortalama değer olmalıdır.

6.2.3.3.6. Duvar yüksekliği (h)

Kirişler üzerindeki duvar yükleri düzgün yayılı çizgi yük olarak hesaplanmaktadır.

6.2.3.3.7. Duvar boşluğu boyutları (b,h)

Tanımlanan kirişe yük aktaran duvarda kapı ve pencere gibi boşluklar bulunuyorsa, 'b' ve 'h' alanına isterseniz boşluğun boyutlarını girerek duvar yükünün boşluk alanı oranında azaltılmasını sağlayabilirsiniz

Duvar boşlukları nedeniyle yapılan yük azaltması sonucunda hesaplanan toplam yük kiriş üzerine düzgün yayılı etki ettirilmektedir.

6.2.3.3.8. Atalet momenti (I) ve Kayma alanı (Kayma-A)

Bu veri alanları kirişin Atalet Momenti (I) ve Kayma Alanı (Kayma-A) için ayrılmıştır.

Bu değerlerden herhangi birini kullanıcı vermek isterse doğrudan giriş yapabilir.

6.2.3.3.9. Elastisite modülü (E)

Kirişlerin elastisite modülü, kiriş elemanlarında kullanılmak üzere seçilen beton sınıftan aktarılır.

6.2.3.4. Plak Döşeme Elemanı

Tüm yapısal elemanlar Akslar referans alınarak yerleştirilmektedir. Bu nedenle Plak döşeme yerleşimine başlamadan önce :

- Döşemelerin yerleşiminde kullanılacak aksların tanımlanmış olması gerekir.
- Binadaki katların (veya en azından kolonların yerleştirileceği bir katın) tanımlanmış olması gerekir.

Probina, plak ve nervür döşemelerden komşu kirişlere aktarılan tüm yükleri tamamen otomatik olarak hesaplayabilmektedir.

6.2.3.4.1. Döşeme tipi

Döşeme tipi bilgisi dört kenarlı döşemelerin hesabında kullanılmaktadır.

6.2.3.4.2. Plak derinliği

Tanımlanan plak döşemenin derinliği 'h' bu alana girilir.

6.2.3.4.3. Donatı paspayı (Pas-X, Pas-Y)

Plak Döşemenin donatı hesaplarında kullanılacak paspaylarını her iki yön için bu alana yazılması gerekir.

6.2.3.4.4. Yerleşim noktasına uzaklık (d)

Bu alana konsol plak döşemenin yerleşim referans noktasına olan uzaklığı girilir.

6.2.3.4.5. Konsol plak boyutları (L-u, L-k)

Bu alana konsol plak döşemenin uzun (L-u) ve kısa kenarının (L-k) boyları girilir.

6.2.3.4.6. Akslar

6.2.3.4.6.1. Akslar - Plak döşeme

Tüm yapı elemanları akslar referans alınarak yerleştirilmektedir. Plak döşemeleri çevreleyen kenarların her biri aks kullanılarak tanımlanır. Döşeme tanımında kullanılacak en fazla kenar adedi 8 ile sınırlıdır.

6.2.3.4.6.2. Akslar- Konsol plak

Tüm yapı elemanları akslar referans alınarak yerleştirilmektedir. Konsol plak döşemeler de iki yerleşim noktası kullanılarak yerleştirilmektedir. Bu noktaların herbiri ise (en az) iki aksın kesişiminden oluşan bir noktadır.

6.2.3.4.7. Öz ağırlık

Tanımlanan Plak döşemenin öz ağırlığı hesabı Beton Plak Ağırlığı kullanılarak yapılmaktadır.

6.2.3.4.8. Sabit yük

Plak döşeme üzerinde kaplama ve sıvaların oluşturduğu ilave alan yükü bu alana girilir.

6.2.3.4.9. Hareketli yük

Plak döşeme üzerindeki hareketli alan yükü bu alana girilir.

6.2.3.5. Nervür Döşeme Elemanı

Tüm yapısal elemanlar Akslar referans alınarak yerleştirilmektedir. Bu nedenle Plak döşeme yerleşimine başlamadan önce :

- Nervür Döşemelerin yerleşiminde kullanılacak aksların tanımlanmış olmasıdır.
- Binadaki katların (veya en azından kolonların yerleştirileceği bir katın) tanımlanmış olmasıdır.

Probina ile oluşturulan yapısal modellerde üç tip nervür döşeme tanımlanabilir:

- a. Standart yerinde dökme betonarme asmolenli veya asmolensiz nervür döşemeler
- b. Prefabrik Nervür Kirişleri (PNK) kullanılarak oluşturulmuş asmolenli döşemeler
- c. Kısmen öndöküm yöntemi ile hazırlanmış 'Kalıpsız Döşeme Sistemleri' kullanarak oluşturulmuş asmolenli döşemeler

Probina, plak ve nervür döşemelerden komşu kirişlere aktarılan tüm yükleri tamamen otomatik olarak hesaplayabilmektedir.

6.2.3.5.1. Nervür döşeme boyutları (bw, h, Plak-d, Ner-s)

Bu alana Nervür kirişlerinin Kesit genişliği(bw), derinliği(h), Nervür döşemenin plak derinliği(Plak-d) ve kirişler arasındaki asmolenlerin genişliği(Ner-s) girilir.

6.2.3.5.2. Akslar

Tüm yapı elemanları gibi Nervür Döşemeler de akslar referans alınarak yerleştirilmektedir. Nervür döşemeleri çevreleyen kenarların her biri bir aks kullanılarak tanımlanmaktadır.

6.2.3.5.3. Öz ağırlık

Tanımlanan Nervür döşemenin 'öz ağırlığı' hesabı beton birim ağırlığı ve asmolon birim ağırlığı kullanılarak yapılır.

6.2.3.5.4. Sabit yük

Nervür döşeme üzerinde kaplama ve sıvaların oluşturduğu ilave alan yükü bu alana girilir.

6.2.3.5.5. Hareketli yük

Nervür döşeme üzerindeki hareketli alan yükü bu alana girilir.

6.2.3.5.6. Donatı paspayı

Nervür kirişlerin donatı hesaplarında kullanılacak paspayı bu alana girilir.

6.2.3.6. Döşeme / Nervür Aksları

Döşeme/Nervür aksları, akslar referans alınarak yerleştirilmektedir. Döşeme/Nervür aksları yerleşimine başlamadan önce :

- Döşeme Aksının üzerinden geçeceği kirişlerin,

- Döşeme Aksının üzerinden geçeceği plak döşemelerin ve/veya(varsa) nervür döşemelerin tanımlanmış olması gereklidir.

Döşeme/Nervür Aksları aşağıdaki amaçlar için kullanılmaktadır :

- Plak döşemelerin hesabının yapılması : Sadece üzerinden Döşeme Aksı geçen plak döşemeler bu akslar boyunca hesaplanmaktadır.
- Plak Döşemelerin Donatılarının Yerleştirilmesi : Üzerinden Döşeme Aksı geçen plak döşemelerin donatıları bu akslar boyunca yerleştirilmektedir.
- Nervür döşemelerin hesabının yapılması : Sadece üzerinden Döşeme Aksı geçen nervür döşemeler bu akslar boyunca sürekli kiriş oluşturularak hesaplanmaktadır.
- Zenon Kirişlerin İlave Mesnet Donatılarının yerleştirilmesi : Zenon Kirişlerinin İlave Mesnet Donatıları hesaplarında kullanılan Döşeme Aksı'nın üzerine yerleştirilmektedir.

6.2.3.7. Güncel Proje'nin Yeniden Yüklenmesi

Bu menü 'Proje Parametreleri' menüsü kullanılarak seçilmiş olan projeye ait verileri yeniden yüklemek amacıyla kullanılmaktadır. Özellikle hatalı bir dizi işlemden sonra geri dönmek yerine projenin önceki halini yeniden yüklemek için bu menü kullanılabilir.

6.2.3.8. Pafta Çerçevesinin ve Ölçeklerin Tanımlanması

Eğer yeni bir bina tanımlamak için Grafik Editör'e girdiyse, Çizim Alanı sadece 'A0' boyutlarında bir pafta çerçevesi ile gelecektir. Yapılacak ilk işlem girmeyi planladığınız kat planının boyutlarına uygun bir pafta tanımı olmalıdır.

Pafta Çerçevesi Menüünde yer alan Veri Alanları :

- Pafta Genişliği ve Pafta Yüksekliği

Kullanılacak paftanın boyutlarını bu alana yazılır. Pafta boyutları ölçek değeri ile çarpılmış olarak çizime aktarılacağı için paftaların kağıt üzerindeki boyutlarını girmek gerekir.

- Çizim Ölçeği

Plan çizimlerinde kullanılacak ölçek faktörü yazılır.

- Detay Ölçeği

Kolon Aplikasyon çizimlerinde ve Temel detay çizimlerinde kullanılacak olan ölçek faktörü yazılır.

6.2.4. Bina Analizi

6.2.4.1. Genel

Probina ile bina analizine geçmeden önce aşağıdaki aşamaları hatasız olarak tamamlanmış olması gerekir:

- Veri Girişi
- Kiriş Yük Hesapları
- Grafik Verileri Derleme
- Analiz Verileri Derleme

6.2.4.2. Analiz verileri derleme

Bu işlem sırasında Grafik Editör kullanılarak hazırlanmış olan bina geometrisi ile yük bilgileri birleştirilerek bina analizinde kullanılacak veriler hazırlanmaktadır.

Bu işlem sırasında tüm çerçeveler tek tek derlenerek yük bilgileri güncellenir ve deprem hesaplarında kullanılacak kat ağırlıkları ve kütle merkezleri hesaplanır.

6.2.4.3. Çerçeve kontrol ve deformasyon çizimleri

Grafik Editör ile bina modelini hazırlarken tüm veriler plan görünüş kullanılarak her kat için ayrı ayrı girilir.

Analiz verileri derleme işlemi sonucunda ise tanımlanmış olan tüm elemanlara ait bilgiler kullanılarak binadaki her aks için bir çerçeve oluşturulur.

Bina modelinin sağlıklı oluşturulup oluşturulmadığı, bu çerçeveler incelenerek kontrol edilebilir.

Bina analizi tamamlandıktan sonra ise bina deformasyonları da grafiksel olarak incelenmek isteniyorsa yine *Çerçeve Kontrol ve Deformasyon Çizimleri* modülünü kullanılabilir.

6.2.4.3.1. Aks listesi

Bu listeden çizdirmek istenilen aks işaretlenerek, aks ekranda grafik olarak görüntülenebilir.

6.2.4.3.2. Çizim kontrolleri

Aks listesinin hemen altında çizim kontrolleri yer alır. Bu grupta yer alan kutucuklar işaretlenerek çizimi oluşturan öğeler açılıp kapatılabilir.

6.2.4.4. Kat yüklerinin elle düzenlenmesi

Probina, seçilen Analiz Tipine bağlı olarak kat yüklerini, kat kütlelerini ve kat ağırlık merkezliklerini otomatik olarak hesaplayabilir.

Seçilen Analiz Tipine bağlı olarak Probina aşağıdaki hesaplamaları yapar :

- Statik : Kullanıcı tarafından elle hesaplanarak tanımlanmış olan yatay yükler kullanılarak statik analiz yapılır.
- Özdeğer : Sadece yapının doğal titreşim özellikleri belirleneceğinden dolayı hesaplarda hiçbir yükleme kullanılmayacaktır.
- Statik + Deprem : İlk 4 yatay yük vektörü analiz modülü tarafından hesaplanarak doldurulacaktır. Bu yük halleri için elle yatay yük tanımı yapılması halinde dahi sadece güncel şartnameler uyarınca otomatik olarak hesaplanan yatay yükler kullanılacaktır. Bu durumda ilk iki yük vektörü 'x', diğer iki yük vektörü ise 'y' yönü yüklemeleri için kullanılacaktır. Her yöndeki ilk vektör ise pozitif yük dışmerkezliği hali, ikinci vektör ise negatif yük dışmerkezliği hali için kullanılacaktır. Deprem yüklerine ilaveten (yatay toprak itkisi veya rüzgar gibi) tanımlamak istenilen yükler ise ilk 4'ü takiben gerekli miktarda yatay yük vektörü kullanılarak girilir.

- Statik + Spektrum : Bu analiz tipini kullanılıyorsa yine ilk 4 yatay yük vektörü Analiz Modülü tarafından spektrum yükleme için kullanılacaktır. Bu durumda ilk iki yük vektörü 'x', diğer iki yük vektörü ise 'y' yönü yüklemeleri için kullanılacaktır.

6.2.4.5. Standart Yük Kombinasyonları Editörü

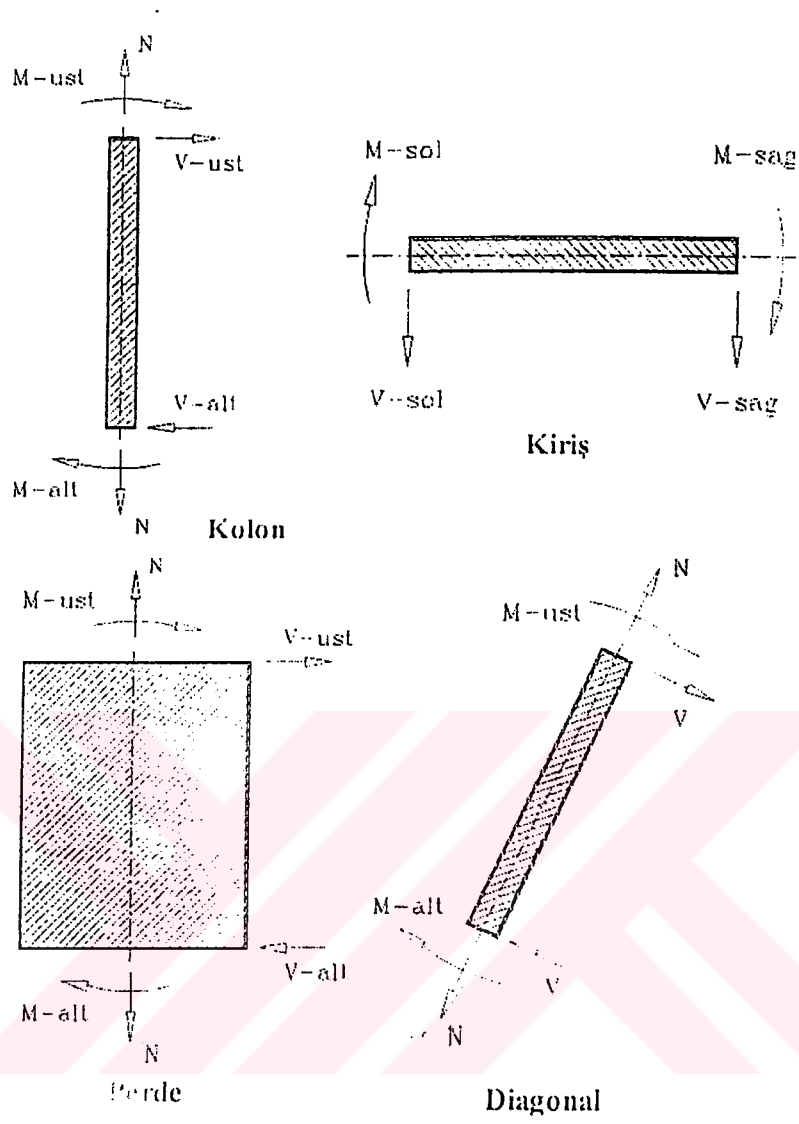
Standart Yük Kombinasyonları Editörü'nü kullanarak pratik olarak istenilen sayıda kombinasyon tanımlama imkanı bulunmaktadır. Yük kombinasyonları, 'Yük Hali Vektörleri'nin faktörlerle çarpılarak toplanmasıyla elde edilmektedir.

Analiz Modülü, toplam 8 adet Düşey Yük Hali ile 8 adet yatay Yük Hali tanımlanmasına izin verir.

6.2.4.6. Bina Analizi Sonuçlarının İncelenmesi

Bina Analizi sonucunda;

- *Kolonlarda* : Kolon etiketi, Alt ve Üst Momentleri, Eksenel Yük, Kayma Kuvveti
- *Kirişlerde* : Kiriş adı, Sol ve sağ mesnet momentleri, Maksimum Açıklık momenti ve yeri, Sol ve sağ mesnet kayma kuvveti
- *Perdelere* : Perde etiketi, Alt ve üst momentleri, Eksenel yük, Kayma Kuvveti hesaplanmaktadır.



Şekil 6.19 Bina analizi sonucunda hesaplanan kuvvetlerin pozitif yönleri

6.2.5. Kolon ve Perde Donatı Hesapları

6.2.5.1. Genel

Probina, dikdörtgen, dairesel ve poligon kesitli kolonların donatı hesaplarını 'Taşıma Gücü Yöntemi'ni kullanarak tek veya iki eksenli olarak yapabilmektedir.

6.2.5.2. Otomatik Kolon Donatı Hesabı

Kolon donatı hesabı menüsünü kullanarak tüm kolonların donatılarını bir seferde hesaplanabilir.

6.2.5.2.1. Kat filtresi

Kat filtresini kullanarak tüm katlardaki kolonların veya seçilen bir kattaki kolonların hesabı yaptırılabilir.

6.2.5.2.2. Yük kombinasyonları seçimi kontrolü

Probina, kolonların donatı hesaplarını bina analizinde kullanılan tüm kombinasyonlar için tek tek gerçekleştirilip sonunda en kritik kombinasyonu bulmaktadır.

6.2.5.2.3. Alt/Üst momentlerin hesaba katılması kontrolü

Komple donatı hesabı yaptırırken en olumsuz etkileri hesaba katmak için kesinlikle hem alt hemde üst momentlerin katılmasında yarar vardır.

6.2.5.2.4. Narinlik kontrolü

Narinlik hesabı sonucunda bulunan 'Moment Arttırma Katsayılarının' hesaba katılması için Komple Donatı Hesabı formunda yer alan 'Narinlik Hesaba Katılacak' seçeneği işaretlenmelidir.

6.2.5.3. İnteraktif Kolon Donatı Hesabı

Kolonlar ve Perdeler bir binanın birincil taşıyıcı elemanlarıdır. Bu nedenle, özellikle kritik kolonların hesaplarının interaktif olarak yapılmasında yarar vardır.

6.2.5.3.1. Kolon boyutları

Kolonun x ve y doğrultusundaki kesit boyutları b_x ve b_y , x ve y doğrultusundaki net kolon boyları L_x ve L_y ve donatı örtüsü 'Paspayı' olarak tanımlanmıştır. Poligon kesitli kolonlarda b_x ve b_y değerleri kolonun x ve y yönündeki maksimum boyutlarını belirtir. Poligon kolonlarda bu alana giriş yapılamaz. Dairesel kolonlarda ise bu alan iç ve dış çap olarak kullanılacaktır.

6.2.5.3.2. Eğilme kontrolü

Donatı hesabının tek veya çift yönlü eğilmeli olup olmamasını bu veri alanı kullanılarak kontrol edilir.

6.2.5.3.3. Kombinasyon seçimi

Kolon Donatı hesabına geçmeden önce, hesapta kullanılacak yük kombinasyonunun belirlenmesi gerekir.

6.2.5.3.4. Donatı alan oranları

Kolon kesitine farklı çapta donatıların seçilebilmesi için bu alan kullanılır.

6.2.5.3.5. Donatı çapları

Donatı çapları donatı hesabı sonucunda Probina tarafından seçilir. Ancak özel durumlarda kullanıcılarında değişiklik yapılmasıda mümkündür. Bu değişiklikleri yaparken gerekli donatı alanının altına düşülmemesi gerekir.

6.2.5.3.6. Kolon donatı hesap parametrelerinin ayarlanması

◊ Hesap kodu

Bu alanda Probina'nın desteklediği mevcut dizayn kodlarından oluşan bir liste ile karşılaşılır. Aksi belirtilmedikçe TS-500 geçerlidir.

◊ Eğilme kontrolü

Bu alanda donatı hesabının tek veya çift yönlü eğilmeli olup olmaması kontrol edilir. Probina, perde sınıfına giren kolonların çift yönlü hesabına izin vermez.

◊ Maksimum birim uzama

Donatı çeliğinin maksimum birim uzama katsayısıdır.

6.2.5.3.7. Kolon Donatı Hesabının Yapılması

Kolon donatı hesabına geçmeden önce hesaplarda kullanılacak olan yük kombinasyonlarının seçilmiş olması gerekmektedir. Seçilen yük kombinasyonları teker teker denenerek hesaplanır ve en büyük donatı alanını veren kombinasyon seçilir.

Her bir kombinasyondan eksenel kuvvet ve iki doğrultuda moment elde edilir. Eğer herhangi bir kombinasyon sonucunda elde edilen moment etkisi şartnamelerce belirlenen minimum değerlerin altında ise hesaplarda minimum kolon dışmerkezliği kullanılarak elde edilen moment veya momentler kullanılacaktır.

6.2.5.4. Parametreler

6.2.5.4.1. Minimum ve Maksimum Kolon Donatısı

Dikdörtgen kesitli kolonların en küçük boyutu 250 mm'den ve enkesit alanı 75000 mm² den az olmayacaktır. Kolonun brüt en kesit alanı $A_c \geq N_d / (0.50 f_{ck})$ koşulunu sağlamalıdır.

Kolonlarda boyuna donatı oranı tüm kesitin %1'inden az, %3'den fazla olmayacaktır. En az donatı, dikdörtgen kesitli kolonlarda 4ø16 veya 6ø14, dairesel kolonlarda ise 6ø14 olacaktır. Bu koşullar hem Süneklik düzeyi yüksek kolonlar hemde Süneklik düzeyi normal kolonlar için geçerlidir.

6.2.5.4.2. Minimum Perde Donatısı

6.2.5.4.2.a. Perdenin her iki yüzündeki gövde donatılarının toplam enkesit alanı, boyuna ve enine donatıların herbiri için, perde brüt alanının 0.0025'inden az olmayacaktır. Boyuna ve enine donatı aralığı 250 mm'den fazla olamayacaktır.

6.5.4.2.b. Yatay ve düşey yüklerin tümünün bina yüksekliği boyunca sabit kesitli perdeler tarafından taşındığı binalarda aşağıdaki denklemlerle verilen koşulların her ikisinin sağlanması durumunda, boyuna ve enine toplam gövde donatılarının herbirinin oranı 0.0015'e indirilebilir. Ancak bu durumda maksimum donatı aralığı 300 mm'yi geçmeyecektir.

$$V_t / \sum A_g \leq 0.5 f_{ctd} \quad (6.9)$$

$$\sum A_g / A_p \geq 0.002 N \quad (6.10)$$

6.5.4.2.c. Perde uç elemanlarının her birinde, düşey donatının toplam perde brüt enkesitine oranı 0.001'den az olmayacaktır. Temel üstünden itibaren toplam perde yüksekliğinin 1/6'sı boyunca bu oran 0.002'ye çıkarılmalıdır. Ancak perde uç elemanlarının her birinde donatı miktarı 4ø12'den az olmayacaktır.

6.5.4.2.d. Uç elemanlarında kullanılacak etriye çapı 8 mm'den az olmayacaktır. Etriyenin mesnetlenmemiş boyu etriye çapının 30 katından fazla olmayacaktır.

6.2.5.4.3. Konstrüktif Esaslar

◇ Kolon minimum donatı çapı

Kolonlarda kullanılacak en küçük donatı çapı bu alana yazılır.

◇ Kolon limit donatı çapı

Kolonlarda kullanılacak en büyük donatı çapı bu alana yazılır.

◇ Perde minimum donatı çapı

Perdelerde kullanılacak en küçük boyuna donatı çapı bu alana yazılır.

◇ Perde limit donatı çapı

Perdelerde kullanılacak en büyük boyuna donatı çapı bu alana yazılır.

◇ Donatı aderans boyu

Kolon donatılarının adereans boyu bu alana girilir.

◇ Donatı paspayı

Kolon ve perdelerin hesaplarında kullanılacak paspayı bu alan kullanılarak belirlenir.

◇ Donatı kancası ve kanca boyu

Kanca yapılıp yapılmaması bu alan ile denetlenir. Ayrıca boyuna donatıların kanca boylarında bu alanda belirlenir. Eğer Kanca boyu '0'(sıfır) seçilirse kanca boyu donatı çapına göre belirlenir.

Mesnette etriye sıklaştırması yapılması

Kolon alt ve üst mesnet bölgelerinde etriye sıklaştırması yapılması veya yapılmaması bu alandan denetlenir.

Bu alan işaretli hale getirilirse etriye sıklaştırması otomatik olarak yapılır.

6.2.6. Kiriş Donatı Hesapları

6.2.6.1. Genel

Projedeki kirişlerin hesabı tek tek yaptırılabilceği gibi, bir seferde tüm kirişlerin donatı hesabı yaptırılabilir.

6.2.6.2. Kiriş donatıları özeti oluşturulması

Donatı hesaplarına esas olmak üzere her kiriş için 6 Adet *Tasarım Momenti* ve 1 Adet *Tasarım Kayma Kuvveti*'ne gereksinim vardır. Bu momentler sırasıyla kirişin :

- Sol mesnet üst kenarında
- Sağ mesnet üst kenarında
- Açıklık üst kenarında
- Sol mesnet alt kenarında
- Sağ mesnet alt kenarında
- Açıklık alt kenarında

çekme oluşturan en olumsuz değerlerdir.

Kiriş etriye hesabında kullanılacak olan *Tasarım Kayma Kuvveti* ise, sol ve sağ mesnette elde edilen en olumsuz kayma kuvvetidir.

6.2.6.2.1. Kat kirişleri

Probina Bina Analizi modülü, hesaba katılan tüm yükleme kombinasyonları kullanılarak elde edilen analiz sonuçlarını, donatı hesabı için Kiriş Donatı Hesabı modülüne otomatik olarak aktarır. Bina analizi sonucunda, kullanılan tüm yükleme kombinasyonlarından elde edilen etkiler gözönüne alınarak, her kiriş için en olumsuz durumu oluşturan altı moment ile bir kayma kuvveti seçilmektedir.

Kirişin etriye hesabında kullanılacak Tasarım Kayma Kuvveti olarak, sol ve sağ mesnette tüm kombinasyonların oluşturduğu en olumsuz değer seçilerek aktarılır.

6.2.6.2.2. Nervür kirişleri

Nervür kirişleri için de kat kirişlerine benzer şekilde, kirişlerin mesnetlerinde ve açıklıklarında çekme oluşturan en olumsuz etkiler seçilmektedir.

6.2.6.2.3. Temel kirişleri

Temel kirişlerinin hesapları *Emniyet Gerilmeleri Yöntemi*'ne göre yapılmasından dolayı analizler sonucu elde edilen tüm etkiler Kiriş Donatı Hesabı modülüne aktarım sırasında otomatik olarak *Taşıma Gücü Yöntemi*'nce öngörülen faktörlerle çarpılarak arttırılmış olur.

6.2.6.3. Otomatik kiriş donatı hesabı

Kolon donatı hesabı menüsünü kullanarak tüm kolonlarımızın donatılarını bir seferde hesaplayabilirsiniz

6.2.6.3.1. Mesnet ilave donatılarının seçimi kontrolü

Probina, eğer müdahale edilmezse açıklık donatılarını seçerek, mesnet ilavelerinin seçimini kullanıcıya bırakır.

6.2.6.4. İnteraktif kiriş donatı hesabı

Aksı editöre yükledikten sonra aksta yeralan kirişler üzerinde istenilen değişiklik yapılabilir ve donatılar seçilebilir.

6.2.6.4.1. Tabla boyutları

Eğer kiriş tablası değeri(b -tabla) değeri sıfırdan farklı ise, kiriş tablosunda dört ek kolon görülür. Bu kolonlar sırasıyla sol ve sağ tablanın derinliği (h -tabla Sol ve h -tabla Sağ) ve kiriş üst kotuna göreceli uzaklıktır. (z -tabla Sol ve z -tabla Sağ)

Analiz tablalı kesit kullanarak yapılırsa, tabla boyutları ile ilgili bilgiler bu alanlara otomatik olarak aktarılır.

6.2.6.4.2. Kiriş üst kotu

Özellikle kot farkı olan kademeli akslarda kademe bilgisi bu kodlar arasındaki farklar kullanılarak hesaplanır. Kademe olmayan akslarda bu alanlar sıfır olarak bırakılır.

Ters kirişlerden dolayı oluşan kot farklılıkları otomatik olarak aktarılabilir.

6.2.6.4.3. Mesnet

Üç tip mesnetlenme durumu tanımlanır:

- Mesnette kolon varsa '**KOLON**' ibaresi,
- Mesnette tali kiriş varsa '**KİRİŞ**' ibaresi,
- Kiriş ucu serbest ise '**KONSOL**' ibaresi ,

seçilir.

6.2.6.4.4. Paspayları

Bu alanlara kiriş alt kenarındaki ('**Alt paspayı**') ve üst kenarındaki ('**Üst paspayı**') paspayı girilir.

6.2.6.4.5. Üst kolon h-Sol / h-Sağ ve Alt kolon h-Sol / h-Sağ

Bu bölümlerde yer alan dört veri alanına yazılacak bilgiler mesnet durumuna bağlı olarak değişir.

Mesnet durumu '**KOLON**' ise sırasıyla *Üst Kolon* için kolon aksından sola ve sağa kolon genişlikleri ('*Üst Kolon h-Sol*' ve '*Üst Kolon h-Sağ*'), *Alt Kolon* için kolon aksından sola ve sağa kolon genişliklerini ('*Alt Kolon h-Sol*' ve '*Alt Kolon h-Sağ*') girilir.

6.2.6.4.6. Kiriş h / Üst Kot / b-Sol / b-Sağ

Bu bölümde yer alan dört veri alanına yazılacak bilgiler mesnet durumuna bağlı olarak değişir.

Mesnet durumu '**KİRİŞ**' ise sırasıyla saptanan kirişin kesit derinliği ('*Kiriş Üst Kot*'), akstan sola ve sağa kiriş kesit genişliklerini ('*Kiriş b-Sol*' ve '*Kiriş b-Sağ*') girilir.

6.2.6.4.7. Kiriş donatı alanlarının hesaplanması

Herhangi bir kiriş için bu formu açtığımızda o kirişle ilgili analiz sonuçlarından (tüm yükleme kombinasyonları gözönüne alınarak) derlenen etkilerin bir özeti ile karşılaşılır.

Bu etkiler :

- Kiriş üst kenarında, sol mesnet (I), sağ mesnet (J) ve açıklıkta çekme yaratan en büyük momentler,
- Kiriş alt kenarında, sol mesnet (I), sağ mesnet (J) ve açıklıkta çekme yaratan en büyük momentler,

Bu alanda pilye kırım kriterleri, Kiriş kesit derinliği ve Kiriş Açıklığına bağlı olarak pilye donatı bilgileri elde edilir.

Probina, Kayma donatılarının hesabında pilye donatılarının etkisini gözönüne almaz.

6.2.6.4.12. Alt düz donatı

Kiriş alt kenarında pilyelere ilaveten alt düz donatı da kullanılması zorunludur. Alt düz donatı her açıklık için ayrı ayrı atılır. Aksi belirtilmedikçe, bu donatılar mesnet yüzlerinden öteye sadece ankraj boyu kadar uzatılır.

Bu donatı veri alanı iki bölümden oluşacak şekilde

<n>Ø<d> n : Donatı Adedi
 d : Donatı Çapı

formunda gösterilir.

6.2.6.4.13. Mesnet alt ilave donatısı

Bu donatı veri alanı iki bölümden oluşacak şekilde

<n>Ø<d> n : Donatı Adedi
 d : Donatı Çapı

formunda gösterilir.

Herhangi bir kiriş mesnetine, mesnet üst kenarına gerekli donatı alanını karşılamak için ilave donatılar atılabilir.

6.2.6.4.14. Gövde donatısı

Gövde donatıları özellikle derin kirişlerde zorunlu olarak kullanılmaktadır.

60 cm'den derin kirişlerde ilgili şartnamelere uygun olarak gövde donatısı otomatik olarak yerleştirilir.

Bu donatı veri alanı iki bölümden oluşacak şekilde

$\langle n \rangle \emptyset \langle d \rangle$ n : Donatı Adedi(x 2 yüzde)
d : Donatı Çapı

formunda gösterilir.

6.2.6.4.15. Etriyeler

Etriyeler için tek veri alanı ayrılmıştır. Bu veri alanı :

$\langle n \rangle \emptyset \langle d \rangle / \langle sa \rangle - \langle sm \rangle$

n : etriye adedi

d : etriye çapı

sa : açıklık etriye aralığı

sm : mesnet etriye aralığı

formunda gösterilir.

6.2.6.4.16. Kiriş donatı detay çizimleri (Kontrol Amaçlı)

Donatı seçimleri bittikten sonra, sadece üzerinde çalışılan aksın detay çizimleri kontrol amacıyla anında görülebilir.

6.2.6.5. Kirişlerin Paftaya Yerleştirilmesi

Kirişlerin donatı detaylarının çizdirilmesi amacıyla öncelikle çizim paftalarına yerleştirilmesi gereklidir.

6.2.6.6. Parametreler

6.2.6.6.1. Kiriş minimum donatı çapı

- Kiriş mesnetlerinde üstteki çekme donatısının minimum oranı için aşağıdaki denklem ile verilen koşulların en elverişsiz olanına uyulacaktır.

$$P_{\min} \geq f_{ctd} / f_{yd} \quad (6.11)$$

$$P_{\min} \geq 0.003$$

- Boyuna donatıların çapı 12 mm'den az olmayacaktır. Kirişin alt ve üstünde en az iki donatı çubuğu, kiriş açıklığı boyunca sürekli olarak bulunacaktır.
- Birinci ve ikinci deprem bölgelerindeki taşıyıcı sistemlerde, kiriş mesnedindeki alt donatı, aynı mesnetteki üst donatının %50'sinden az olamaz. Ancak üçüncü ve dördüncü deprem bölgelerinde bu oran %30 'a indirilebilir.

6.2.6.6.2. Kiriş limit donatı çapı

Açıklık ve mesnetlerdeki çekme donatısı oranı TS-500'de verilen maksimum değerden ve %2'den fazla olmayacaktır.

6.2.6.6.3. Gövde donatısı

Kesit Derinliği 60 cm'den fazla olan kirişlerde kullanılacak gövde donatısı çapı bu alana girilir.

6.2.6.6.4. Minimum montaj donatısı adedi

Montaj donatısı adedi kiriş kesit genişliğine göre Çizelge 6.8'den seçilir

Çizelge 6.8 Montaj donatı adedi

Kesit Genişliği	ADET
$0 < bw < 25$	2
$25 < bw < 50$	3
$50 < bw < 70$	4
$70 < bw$	5

6.2.6.6.5. Minimum etriye aralığı

Kiriş mesnetlerinde kolon yüzünden itibaren kiriş derinliğinin iki katı kadar uzunluktaki bölge, Sarılma Bölgesi olarak tanımlanır. Sarılma bölgesinde, ilk etriyenin kolon yüzüne uzaklığı en çok 50 mm olacaktır. Etriye aralıkları kiriş yüksekliğinin $\frac{1}{4}$ 'ünü, en küçük boyuna donatı çapının 8 katını ve 150 mm'yi aşmayacaktır. Sarılma bölgesi dışında, TS-500 'de verilen minimum enine donatı koşullarına uyulacaktır.

$$S_k \leq h_k / 4 \quad (6.12)$$

$$S_k \leq 8\phi \quad (\phi, \text{en küçük boyuna donatı çapı})$$

$$S_k \leq 150 \text{ mm}$$

6.2.6.6.6.Çizim ölçeği

Kiriş Detay çizimlerinde kullanılacak çizim ölçeğidir.

6.2.6.6.7. Minimum donatı porsantajı

Kirişlerde kullanılacak minimum donatı yüzdesi bu alana girilir.

- **BÇ - I için :** Kirişlerde malzeme olarak düz donatı kullanıldığında,
- **BÇ - III için :** Kirişlerde malzeme olarak nervürlü donatı kullanıldığında,

6.2.6.6.8. Kanca kontrolü

Boyuna donatıların ve etriyelerin uçlarında kanca yapılıp yapılmayacağı buradan kontrol edilir.

- **Malzeme :** Bu seçenek kancanın yapılıp yapılmamasını seçilen malzemeye göre ayarlanmasını sağlar. Buna göre BÇ - I seçilmişse kanca yapılır, BÇ - III seçilmişse kanca yapılmaz.
- **Var :** Kanca yapılmasını sağlar.
- **Yok :** Kanca yapılmasını engeller.

6.2.6.6.9. Nervür etriyeleri

Nervür kirişleri etriyelerinin Kapalı yada Açık olmasını sağlar. Nervür etriyesi kollarının uzunluğu ise 'Etriye Uzantısı' veri alanına girilir.

6.2.6.7. Konstrüktif Esaslar

6.2.6.7.1. Donatı paspayları

Kirişlerin tüm kenarlarındaki paspayları bu alandan kontrol edilir.

- *Kiriş Üst Kenarı* : Kiriş üst kenarında kullanılacak donatı örtüsü kalınlığı yazılır.
- *Kiriş Alt Kenarı* : Kiriş alt kenarında kullanılacak donatı örtüsü kalınlığı yazılır.
- *Kiriş Başı / Sonu* : Kirişinbaşı ve sonunda kullanılacak donatı örtüsü kalınlığı yazılır.
- *Kesit Yanak* : Kiriş kesit yanlarında kullanılacak donatı örtüsü kalınlığı yazılır.

6.2.6.7.2. Minimum açıklık sıklaştırma genişliği

Kirişlerin sağ ve sol mesnetlerinde yer alan '2h' bölgelerinde etriye sıklaştırması yapıldığı durumlarda açıklıklarda kalan sıklaştırma yapılmamış bölgenin genişliği bu değişken ile tanımlanmış değerden daha az ise tüm kiriş boyunca sıklaştırılmış etriye yerleştirilir.

Böyle bir kısıtlama kullanılmayacaksa bu alana 'Yok' yazılır.

6.2.6.7.3. Mesnetlerde etriye sıklaştırması yap

Bu veri alanı işaretlenirse mesnette etriye sıklaştırması otomatik olarak yapılır.

6.2.6.8. Ayarlar

Bu bölümde Donatı çizim tekniği ve pilyelerin kontrol edilebilmesi için ek parametreler bulunmaktadır.

6.2.6.8.1. Donatı çiziminde kademe yapılması

Bu alan işaretlenirse aks boyunca kot farkı olan kirişlerde donatı açılımlarında da aynı miktarda düşey kayma yapılır.

6.2.6.8.2. Pozlandırma kontrolü

Kiriş donatı çiziminde demirlere poz verilmesi ve metraj çıkartılması istendiğinde bu alan işaretlenir.

6.2.6.8.3. Donatı demir boyu

Özellikle uzun kirişlerin bulunduğu akslarda donatıların doğru olarak eklenmesi istenirse inşaata kullanılacak donatı demirlerinin standart boyu bu alana girilir.

6.2.6.8.4. Minimum perde boyu

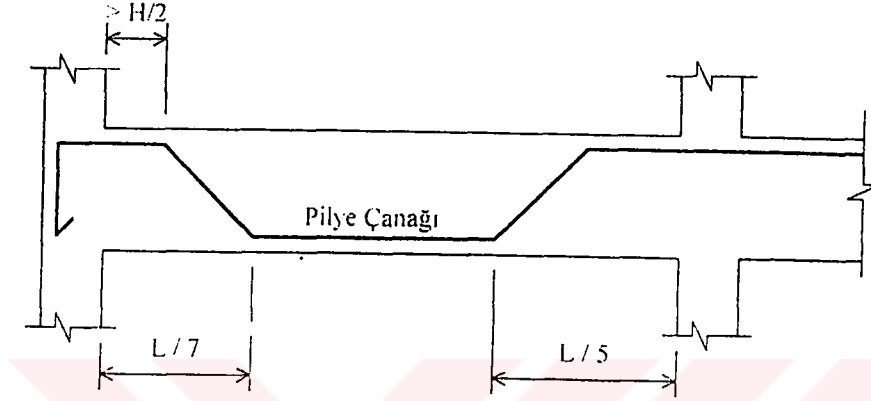
Mesnetlerde perdelerin yer alması durumunda (montaj ve gövde donatıları dahil) tüm donatılar mesnet yüzünden itibaren ankraj boyu kadar uzatılarak kesilmelidir. Bu alana yazılacak değer altında boya sahip perdelerde donatılar mesnetlerde kesilmez.

6.2.6.8.6. Pilye kırım kontrolü

Pilye kırımı yapıp yapılmayacağı, yapılacaksa kırım yeri kontrolü bu alandan kontrol edilir. Bu alandaki seçenekler :

- *Alt L/5'ten* : Pilye çanağı ile mesnet yüzü arasındaki mesafenin kiriş temiz açıklığının beşte biri (kenar mesnetlerde ise yedide biri) olması öngörülür. Ancak bu noktadan pilye kırılması halinde, üst kenarda mesnet ile pilye köşesi arasındaki düz donatı boyunun kiriş derinliğinin yarısından az olması ($x < H/2$) durumunda pilye kırım noktası üst kenarda 'H/2' mesafesine göre yeniden düzenlenecektir.

- *Üst H/2'den* : Buna göre pilye her zaman, üst kenarda mesnet ile pilye köşesi arasındaki düz donatı boyu kiriş derinliğinin yarısına eşit olacak şekilde kırılır.
- *Pilye Kırma* : Bu alan işaretlenirse donatı seçimlerinde pilye donatısı kullanılmaz.



Şekil 6.20 Pilye kontrol parametreleri

6.2.6.8.6. Minimum çanak genişliği

Pilye kırımı için gerekli minimum çanak genişliği bu alana yazılır.

6.2.6.8.7. Pilye açısı kontrolü

Bu alanda yer alan seçenekler :

- *45 + 60* : Bu seçenekle açıklık yeterli olduğu sürece pilyelerin 45 dereceyle kırılır, yetersiz kalırsa 60 derece kırılması sağlanır.
- *45* : Bu seçenekle pilyeler sadece 45 derece ile kırılır.
- *60* : Bu seçenekle pilyeler sadece 60 derece ile kırılır

6.2.6.8.8. Otomatik 2. ve 3. pilye kırımı kontrolü

Probina, açıklık yeterli olduğu sürece ikinci ve üçüncü pilye kırımı yapmaktadır. Eğer bu seçenek işaretlenirse bu işlem yapılmaz.



6.2.7. Temel Hesapları

6.2.7.1. Genel

Probina ile Tekil Sömel, Sürekli Temel ve Kirişli Radye Temel hesapları yapılabilir.

Bina analizi sonucunda elde edilen birinci kat kolon etkileri otomatik olarak temel hesabı menülerine aktarılır.

Temel pabuçlarının donatı hesapları tamamen '*Emniyet Gerilmeleri Yöntemi*'ne göre yapılır. Bina analizleri ise '*Taşıma Gücü Yöntemi*'ne göre donatı hesabı yapılacağı gözönüne alınarak gerçekleştirilir. Bundan dolayı kolonların temel hesaplarına aktarılan etkileri Emniyet Gerilmeleri Yöntemi'nin gerektirdiği yük faktörleri gözönüne alınarak aktarılır. Buna göre :

Düşey Yüklerden oluşan kombinasyonlarda :

$$1.0G + 1.0Q \quad (6.13)$$

Düşey ve Deprem Yüklerinden oluşan kombinasyonlarda :

$$(1.0G + 1.0Q + 1.0E) / 1.33 \quad (6.14)$$

kombinasyonları kullanılır. Burada 'G' sabit yükler, 'Q' hareketli yükler, 'E' deprem yükleridir.

Kirişli Radye Temellerin hesabında kolonların aksenal yükleri, etkili alanları oranında dağıtılarak 'Sürekli Temel' yaklaşımı kullanılır.

6.2.7.2. Tekil Sömel Hesabı

6.2.7.2.1. Temel ismi

Bu alana hesaplanan tekil sömelin ismi girilir.

6.2.7.2.2. Kolon ismi ve etkileri

Bu alana hesaplanan tekil sömele basan kolonun ismi girilir. İstenirse projedeki tüm alt kolonların listesi ekrana getirilebilir. Bu listeden seçilen herhangi bir kolonun boyutlarını (bx ve by) ve bina analizi sonucunda hesaplanmış olan etkileri Eksenel Yük (N) ve Momentleri (Mx ve My) otomatik olarak aktarılabilir.

6.2.7.2.3. Sömel derinliği (d) ve pah yüksekliği

Temel hesabına geçmeden sömel derinliği seçilmelidir. Eğer pahlı temel pabucu kullanılırsa pabucun serbest ucundaki sömel derinliği (minimum değer) kullanılır. Pahlı temel yapılırsa, pah yüksekliğide bu alandan girilir.

6.2.7.2.4. Temel maksimum boyutu (K)

Kullanılan temel boyutlarına sınır getirmek istenirse bu alan kullanılır.

6.2.7.2.5. Pabuç üstü dolgu yüksekliği (t)

Temel pabucunun üstünde yerelacak olan dolgunun (eğer varsa) yüksekliği bu alana yazılır.

6.2.7.2.6. Zemin birim ağırlığı (G_z)

Binanın yapılacağı zeminin birim ağırlığı bu alana yazılır. Bu değer pabuc üzerindeki dolgu ağırlığının hesabında kullanılır.

6.2.7.2.7. Zemin emniyet gerilmesi (S_{zem})

Binanın yapılacağı zeminin emniyet gerilmesi bu alana yazılır. Bu değer sömel boyutlarının belirlenmesinde kullanılır.

6.2.7.2.8. Donatı çapı

Bu alana donatı hesabında kullanılacak donatı demiri çapı girilir.

6.2.7.2.9. Paspayı

Bu alana donatı hesabında kullanılacak donatı paspayı girilir.

6.2.7.2.10 Tekil temel hesap sonuçlarının incelenmesi

Girilen bilgilere bağlı olarak tekil sömel hesabı tüm alternatifler için yapılır ve en düşük donatı alanını veren çözüm ekranda görüntülenir.

Seçilen donatı aralığı herhangi bir yön için yetersiz ise, diğer çözüm alternatifleri incelenerek uygun olan seçilir.

Hesap sonucunda seçilen donatı aralıkları yuvarlak değer olmayabilir. Bu yüzden seçilen değerler elle düzeltilerek uygun hale getirilmelidir. Bu işlem sırasında, gerekli donatı alanının altına düşülmemesine özen gösterilmelidir.

6.2.7.3. Sürekli Temel Hesabı

Bu modülü kullanarak sürekli temellerin ve kirişli radye temellerin hesabı yapılır. Bu modülle kullanılacak yöntemler :

- Rijit Yöntem
- Yük Etki Alanları Yöntemi
- Elastik Zemine Oturan Sonsuz Kiriş Yöntemi (Winkler Metodu)

6.2.7.3.1. Aks

Bu alana temel hesabının yapılacağı kolonların sıralandığı aksın adı girilir.

6.2.7.3.2. Zemin emniyet gerilmesi (S_{zem})

Binanın yapılacağı zeminin emniyet gerilmesi bu alana yazılır.

6.2.7.3.3. Hesap yönteminin belirlenmesi

Hesap yaptırılmadan önce hesap yöntemi seçilmelidir. Özellikle kritik temelerde her üç yöntemde denerek sonuçları karşılaştırılmalıdır.

6.2.7.3.3.1. Rijit yöntem

Gerilme Yamuğu Yöntemi olarak da bilinen bu yöntemde sömel altındaki taban basıncı yapı sistemi ve temel zeminin deformasyonları gözönüne alınmaksızın denge denklemlerinden hesaplanır. Bu yöntem genellikle güç bükülebilir temel plaklarında iyi sonuç verebilir. Ancak temel altında oluşan zemin gerilmesinin doğrusal olarak kabul edildiği bu yöntemin gerçeğe uygunluğu diğer yöntemlere kıyasla daha azdır.

6.2.7.3.3.2. Yük etki alanları yöntemi

Bu yöntem sünek üstyapılar altındaki elastik temel kirişlerindeki normal zemin ve temel rijitliği koşullarında gerçeğe oldukça yakın sonuçlar vermektedir. Bu yöntemde her kolonun sağındaki ve solundaki açıklıkların ortasına kadar uzandığı varsayılan bir yük etki alanı olduğu kabul edilir. Buna göre her kolonun zeminde oluşturduğu gerilmeler o kolona ait yükün kolon yk etki alanına yayılması sonucu bulunur. Gerek Rijit yöntem gerekse Yük etki alanları yöntemi kolon momentlerini gözönüne almamaktadır.

6.2.7.3.3.3. Elastik yöntem

Bu yöntemde herhangi bir yükleme altında bulunan b genişliğinde ve sonsuz uzunluktaki elastik bir temel kirişinin eğilme eğrisi diferansiyel denklemlere bağlı olarak bulunur.

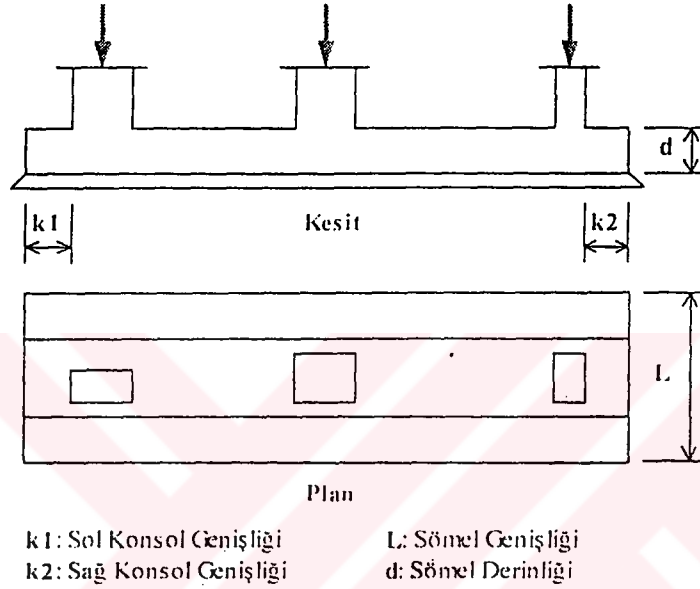
Sürekli temel kirişinin oturduğu zeminin yaylar ile modellendiği bu yöntemde yay sabiti olarak zemine ait ‘Yatak Katsayısı’ belirlenmelidir. Bu katsayı, temelin yapılacağı bölge ile ilgili olarak hazırlanmış bir zemin raporu varsa, buradan alınabilir. Aksi halde, zemin mekaniği kitaplarında yer alan tablolar kullanılabilir. Ancak bu tablolarda belli bir zemin tipi için verilmiş yatak katsayısı çok geniş bir aralıktaki tanımlanmış olduğundan bu tabloların kullanımı yeterince sağlıklı olmayabilir.

6.2.7.3.4. Yükleme kombinasyonunun seçimi

Temel hesaplarında deprem etkisini gözönüne almak için ‘Yatay’ , aksi halde ‘Düşey’ kombinasyonu seçerek hesap yaptırılmalıdır.

6.7.3.5. Konsol Boyutlarının Tanımlanması

Sürekli temel aksının başında ve sonundaki konsol boylarının tanımlanması için iki alan bulunmaktadır. Bu alanlara (eğer varsa) aksın sol başında ve sonunda yer alan konsolların kolon aksına kadar olan mesafeleri girilir.



Şekil 6.21 Sürekli temel parametreleri

6.2.7.3.6. Sömel genişliği

Bu alanda sürekli temel ampattınının toplam genişliği yer alır. Hesaba başlamadan önce bu alana birşey yazılmasına gerek yoktur.

6.2.7.3.7. Sömel derinliği

Temel hesabına geçmeden önce sömel derinliğinin seçilmesi gerekir.

6.2.7.3.9.4. Açıklık

Bu alan giriş açıklık bilgisi için ayrılmıştır.

6.2.7.3.9.5. Giriş genişliği ve yüksekliği

Giriş Genişliği ve Yüksekliği değerleri sürekli temel boyunca sabit olduğundan dolayı bu alan sadece ilk kolon'un girişi sırasında kullanılmalıdır.

6.2.7.3.9.6. Son kolon

Son Kolon sürekli temel aksının en sağındaki kolon için kullanılacaktır.



6.2.8. Merdivenler

Probina Merdivenler Modülü 3 ana tip merdiven taşıyıcı sisteminin alt tipleri ile birlikte çözümlerini içerir. Bu modülde yer alan merdiven sistemleri :

- Kıvrımlı Sistem Merdivenler
- Çevre Mesnetli Helisel Merdivenler
- Taşıyıcı Basamaklı Merdivenler

Bu modülde kullanılan hesap yöntemleri Sadık Köseoğlu'nun 'Merdivenler Statiği ve Konstrüksiyonu'(Matbaa Teknisyenleri Yayınevi '92) adlı kitabından alınmıştır.



6.3. SAFE Yapısal Analiz Programı

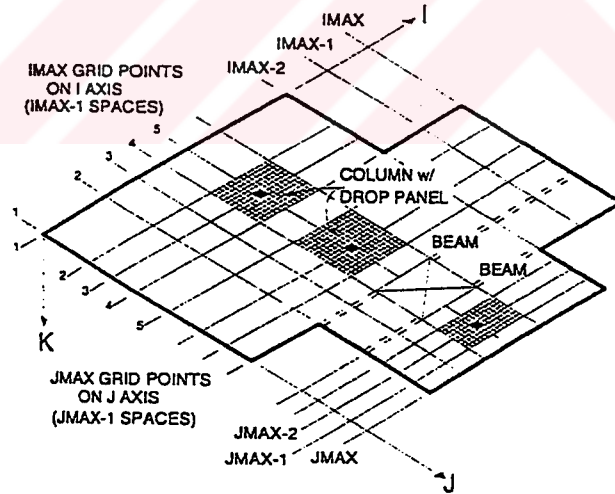
6.3.1. Düzen ve Modelleme

6.3.1.1. Safe Izgara Sistemi

Döşeme geometrisi ve yüklemelerin tamamı dikdörtgen ızgara sistemi üzerinde tanımlanır. Döşeme düzlemi I-J-K koordinat sisteminde bulunan I- J düzleminde bulunur.

I aksı üzerinde **IMAX** noktası bulunmakta ve I aksı üzerinde bulunan ızgara aralıkları ise (**IMAX - 1**) olarak verilmiştir. Aynı şekilde, J aksı üzerinde **JMAX** noktası bulunmakta ve J aksı üzerinde bulunan ızgara aralıkları ise (**JMAX - 1**) olarak verilmiştir.

Tam olarak tanımlanmış olan ızgara koordinatlarının başka bir şekilde belirtilmesine gerek yoktur.



Şekil 6.23 Safe ızgara sistemi

Burada dikkat edilmesi gereken önemli noktalardan biri de sistemin orjin noktası

$$I = J = 1 \text{ (} I = J = 0 \text{ değil)}$$

bir diğer anlamda ızgara nokta numaraları 1 ile başlamaktadır.

Izgara da belirtilen nokta, çizgi ve aralıkların doğru olarak tanımlanması önemlidir.

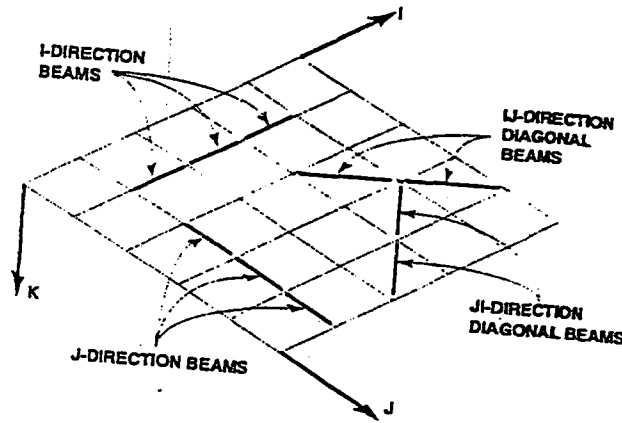
IMAX ızgara çizgileri (J aksına paralel), JMAX ızgara çizgileri ile kesişir ve dikdörtgen ızgara formunu oluştururlar. Bu kesişme noktaları, ızgara noktalarını oluşturur.

Kiriş elemanları, ızgara çizgileri ve açıklıklar üzerinde bulunur. Diyagonal kirişler, ızgara çizgilerini sadece ızgara noktaları üzerinde kesebilirler.

Döşeme elemanları, ızgara çizgileri arasında bulunurlar. Destek elemanları ise ızgara noktalarında yer alırlar. Birleşim serbestlikleri de döşeme elemanlarına sadece ızgara noktalarında etki ettirilir. Yüklemeler ızgara noktalarına uygulanır. Düşey sapmalar K - aksı üzerinde belirtilir.

6.3.1.2. Kiriş Elemanı

Tüm kirişler, kiriş elemanlarının biraraya getirilmesiyle modellenir. Elemanlarda *Lineer Elastik Teori* gözönüne alınır.



Şekil 6.24 Kiriş elemanları

Elemanın iki düğüm noktası bulunmaktadır ve her birinde üç adet serbestlik derecesi vardır. Bunlar

$$\Delta k, \varnothing i \text{ ve } \varnothing j$$

olarak tanımlanır.

Kiriş elemanının diğer karakteristikleri şunlardır :

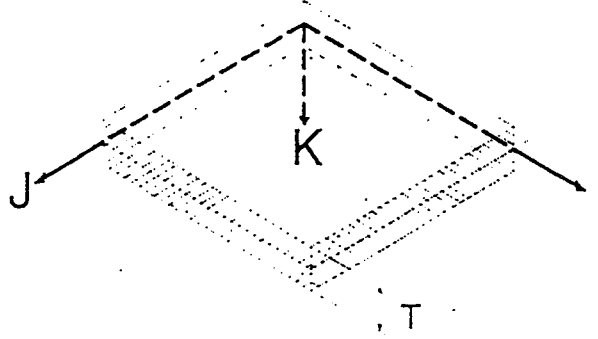
- Kiriş elemanının boyu ardışık iki ızgara noktasına göre tanımlanır.
- Kiriş elemanı prizmatiktir.
- Kiriş elemanı sadece I - J düzleminde bulunur.
- Kirişe ait merkez çizgileri mutlak suretle ızgara çizgileri ya da diyagonal çizgiler üzerinde bulunmalıdır.
- Kirişin kendi ağırlığının hesabı kesme alanına bağlı olarak yapılmalıdır. Kirişin ağırlığı kiriş elemanın bulunduğu çerçevenin içinde bulunan ızgara noktalarının üzerine eşit olarak dağıtılmıştır.
- Analizlerle bulunan kiriş elemanının momentleri, kesme kuvveti ve dönmeleri elemanın merkezinde hesaplanması, iki düğüm noktasında bulunan değerlerin ortalaması alınarak yapılır.
- Döşemedeki eğilmenin kirişler üzerindeki etkisi, kullanıcının isteğine bağlı olarak, kiriş cinsine (T- kiriş veya L - kiriş) bağlı olarak etki ettirilebilir.

6.3.1.3. Döşeme Elemanı

Döşeme elemanı, plak elemanların biraraya getirilmesiyle modellenir. Plak elemanlarının izotropik ya da ortotropik olması ve ince ya da kalın plak olması seçenekleri gözönüne alınarak modellenebilir.

İnce plak elemanı, dikdörtgen dört düğüm noktası bulunan bir elemandır ve *Klasik Lineer İnce Plak Eğilme Teori*'sine göre tanımlanır. Düzlem dışındaki kesme deformasyonlarının etkileri ihmal edilir.

Kalın plak elemanı da dikdörtgen dört düğüm noktası bulunan bir elemandır ve *Mindlin Plak Teori*'sine göre tanımlanır. Düzlem dışındaki kesme deformasyonlarının etkileri hesaba katılır.



Şekil 6.25 Döşeme elemanı

Her bir düğüm noktasının üç serbestlik derecesi bulunur. Bunlar

$$\Delta_k, \varnothing_1 \text{ ve } \varnothing_j$$

olarak tanımlanır.

Döşeme elemanının içindeki malzemenin özellikleri ve kalınlığı sabittir.

Döşeme elemanının diğer karakteristikleri şunlardır:

- Döşeme elemanının tanımı, iki ardışık I- ızgara çizgisi ve iki ardışık J- ızgara çizgisinin kesişiminden oluşan dikdörtgen alana göre yapılır.
- Döşeme elemanının kalınlığı sabittir.
- Döşeme sistemi düzlemseldir ve I - J düzleminde bulunur.
- I - J düzleminde, düzlem içi hareketlere izin verilmez. Bu yüzden döşeme sisteminin bulunduğu düzlemde membran gerilmeleri bulunmaz.
- Döşeme elemanının kendi ağırlığının hesabı döşeme kalınlığına bağlı olarak yapılmalıdır. Döşeme elemanının ağırlığı döşeme elemanın bulunduğu çerçevenin içinde bulunan dört ızgara noktasının üzerine eşit olarak dağıtılmıştır.

- Analizlerle bulunan döşeme elemanının momentleri, kesme kuvveti ve dönmeleri elemanın merkezinde hesaplanması, dört düğüm noktasında bulunan değerlerin ortalaması alınarak yapılır.

6.3.1.4. Destek Elemanları

Döşeme sisteminin destek elemanları sadece ızgara noktalarında bulunurlar.

Döşeme elemanlarının diğer karakteristikleri şunlardır:

- Noktasal destekler üç serbestlik derecesi bulunur. Bunlar : Δ_k , \emptyset_1 ve \emptyset_j olup, bunlarla ilgili yay katsayısı K_{Δ_k} , K_{\emptyset_1} , K_{\emptyset_j} olarak tanımlanır.
- Çizgisel desteklerin iki serbestlik derecesi vardır. Bunlar : Düşey Δ_k ve destekleme çizgisindeki θ dönmeleri olup, bunlarla ilgili yay katsayısı K_{Δ_k} , K_{θ} olarak tanımlanır. I ve J ızgara çizgileri boyunca bulunan çizgisel destekler için, dönme serbestlik derecesi, θ , bunlarla ilgili peklik, K_{θ} , bulunmaktadır. Diyagonal ızgara çizgileri boyunca bulunan çizgisel destekler için, dönme serbestlik derecesi, θ , bunlarla ilgili peklik, K_{θ} , I ve J akslarına göre belirlenir.
- Yüzeysel destekler sadece bir serbestlik derecesine sahiptir. Bunlar Δ_k ve ilgili yay katsayısı K_{Δ_k} olarak tanımlanır.
- Destek elemanlarının ağırlıkları dikkate alınmaz.

6.3.1.5. Düğüm Noktası Serbestlikleri

Belirli bir ızgara çizgisi boyunca, moment ve kesme sürekliliklerinin bulunmadığı yapıların uygun bir şekilde modellenebilmesi için kullanılan bir seçenektir.

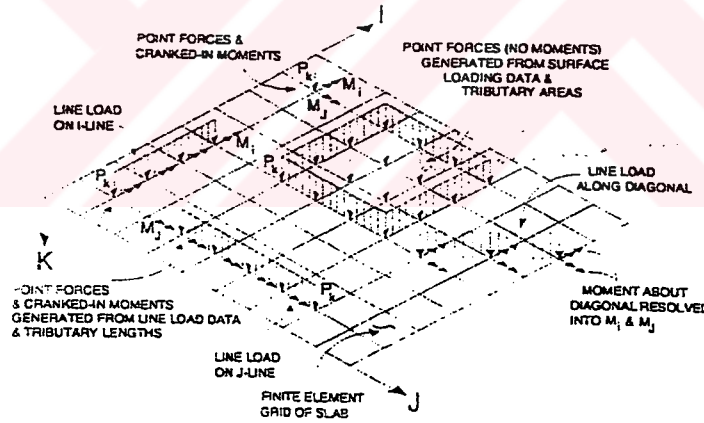
Düğüm noktası serbestliği şartı, ızgara noktasında bulunan üç serbestlik derecesine karşılık, sırasıyla Δ_k , \emptyset_1 ve \emptyset_j olarak adlandırılır. Eğer ızgara noktasında bulunan serbestlik derecelerinden herhangi birinde süreksizlik varsa, bu değer 1 olmak zorundadır.

Kiriş elemanları, kiriş elemanları çerçevesi içinde bulunan mafsallara uygulanan mafsalsal serbestlik şartlarından etkilenmezler. Serbestlikler sadece döşeme elemanlarına etki ederler.

6.3.1.6. Yükleme

Döşeme sisteminde bulunan tüm yüklemeler, noktasal yüklemeler olarak ızgara noktalarına etki ederler. Bu ayrıca, program içinde oluşturulan noktasal yükleri belirlenen uzunlukta ve kullanıcın istediği yoğunlukta, çizgisel yada yüzeysel yükler olarak uygulanabilir.

Uygulanan yüklerin pozitif yönü, I-J-K koordinat sisteminin pozitif yönüne göre uygulanır.



Şekil 6.26 Yükleme Yönleri

6.3.2. Girilecek Bilgilerin Hazırlanması

Döşeme sisteminin analizdeki ilk adım, döşemenin ölçekli planının çizilmesidir. Planda döşeme sınırları, destek elemanlarının(kolon ve duvarların) yerleşimi, döşemede bulunan boşlukların yeri gösterilmelidir.

Döşeme kalınlıklarında değişimler ve döşemeler arasındaki kot farklılıkları da gösterilmelidir. Model içinde bulunan kirişlerde planda yerleştirilmelidir. Yapıya uygulanan tüm yük varyasyonları tanımlanmalıdır. Sistemin kendi ağırlığı program tarafından hesaplanacaktır.

6.3.2.1. Izgara Sisteminin Tanımlanması

Bir sonraki adım olarak döşeme planının üzerine dikdörtgen ızgara sistemi yerleştirilmelidir. Ağın dizaynına etki eden faktörler şunlardır :

- Izgara çizgileri plak sınırlarını, tüm plak boşluklarını ve plak kalınlığındaki değişiklikleri daha belirgin hale getirmelidir.
- Izgara çizgileri döşeme sisteminde bulunan tüm kirişleri kapsayacak şekilde, akslara paralel olmayan kirişler hariç, yerleştirilmelidir. Akslardan herhangi birine paralel olmayan kirişler ızgara çizgileriyle sadece ızgara noktalarında kesişebilirler.
- Izgara çizgileri, tüm noktasal desteklerin bulunduğu noktalarda kesişmelidir.
- Izgara çizgileri, yapısal süreksizliklerin olduğu hat boyunca yerleştirilmelidir.
- Izgara çizgileri, tüm noktasal yüklerin bulunduğu noktalarda kesişmelidir.

Yukarıda bahsedilen şartlar, basit olarak ızgara sisteminin iskeletini verir. İskelet sisteminin arasına fazladan ızgara çizgilerinin eklenmesine; yerdeğiştirmelerin ve eleman kuvvetlerinin daha iyi bulunabilmesine olanak sağlayan uniform iyi ayarlanmış ağı elde etmek için ihtiyaç vardır.

6.3.2.2. Orijin ve I - J - K Aksları

Döşemenin planı I - J düzlemdir. Plak aşağıda belirtilen şartları sağlayacak şekilde düzenlenmelidir :

- Plan üzerinde döşemeye bakıldığında, pozitif I - aksı sayfanın solundan sağına doğru ve ızgara çizgilerine paralel olmalıdır.
- Plan üzerinde döşemeye bakıldığında, pozitif J - aksı sayfanın üstünden altına doğru ve I - aksına dik olmalıdır.
- K - aksı döşeme düzleminden aşağıya doğru olmalıdır.
- I - aksı üzerinde kesişen ızgaraların sayısı, J -aksı üzerinde kesişen ızgaraların sayısından tercihen az yada ona eşit olmalıdır. Eğer bu şartları sağlamıyorsa, düzlem 90 dereceye ayarlanmalı ve işlem yeniden yapılmalıdır. Aksi takdirde uygulama sırasında belirgin hatalar ortaya çıkar.
- I ve J aksı üzerinde bulunan ızgara kesişimleri, 1'den başlanarak numaralandırılmalıdır.

6.3.2.3. Temellerin Analizinde Gözönüne Alınması Gerekenler

Temel için yapısal model, elastik bir yüzey üzerinde bulunan elastik bir levhadan oluşur. Safe programının analitik teknikleri, *Lineer Teori*'ye dayanır, zeminin elastik dayanımı hem çekme hem de basınç için aynıdır.

6.3.3. Girilecek Bilgilerin Detaylı Tanımı

Genel olarak, Safe programında altı veri giriş bölümü vardır.

6.3.3.1. Başlıca Kontrol Verileri

6.3.3.1.1. Genel biçim

6.3.3.1.1.a. Başlık bilgisi

Bu bilgi her sayfanın başında bulunacaktır.

6.3.3.1.1.b. Kontrol bilgisi

Bu bilgi üç veri alanından oluşur. Bunlar :

- *İş Kontrol Bilgisi*

IMAX : I - aksı boyunca ızgara çizgileri 1 ile başlar ve IMAX değerine kadar ardışık olarak artar. $IMAX \leq JMAX$ olacak şekilde döşemenin ayarlanması tercih edilir.

Mutlaka $IMAX \geq 2$ olmalıdır.

JMAX : J - aksı boyunca ızgara çizgileri 1 ile başlar ve JMAX değerine kadar ardışık olarak artar. Mutlaka $JMAX \geq 2$ olmalıdır.

NBMP : Bu alanda, yapıda bulunan farklı tipteki giriş kesit özelliklerinin sayısı tanımlanır.

NSLB : Bu alanda, yapıda bulunan farklı tipteki döşeme kesit özelliklerinin sayısı tanımlanır.

NSP : Bu alanda, yapıda bulunan farklı destekleme tiplerinin sayısı tanımlanır.

NREL : Eğer döşeme sisteminde süreksizlikler varsa bu moment ve kesme serbestlikleri var demektir. Serbestlik var ise bu alan 1, yok ise 0 olarak ayarlanır.

NLD : Bu alanda, yapıya uygulanan yükleme durumlarının sayısı tanımlanır.

NITER : Bu alana, kaç kez ‘Çekmenin Olmadığı’ iterasyonun yapılacağı girilir. Eğer 0 ise iterasyon yapılmaz.

NMW : Çıktının alınacağı kağıttaki karakter sayısı bu alana yazılır. Bu değer 80 ila 130 arasında değişir.

NPST : Bu alana 0 yazılırsa, program uzun dosyalar oluşturur ve bu şekilde saklar.

NTYP : Döşeme elemanın tipi bu alana girilir. İnce plaklar, 0, Kalın plaklar, 1, olarak belirtilmelidir.

- Girdi Yineleme Kontrol Bilgisi

IIB : Kiriş yerleşim verileri bu alanda bulunur. Bu alana 1 işaretlenirse, program çıktı dosyası hazırlar. Eğer 0 işaretlenirse bu bilgi çıktılarda gözükmez.

IIS :Döşeme yerleşim verileri bu alanda bulunur. Bu alana 1 işaretlenirse, program çıktı dosyası hazırlar. Eğer 0 işaretlenirse bu bilgi çıktılarda gözükmez.

IIR : Desteklerin yerleşim verileri bu alanda bulunur. Bu alana 1 işaretlenirse, program çıktı dosyası hazırlar. Eğer 0 işaretlenirse bu bilgi çıktılarda gözükmez.

IIP : Serbestliklerin yerleşim verileri bu alanda bulunur. Bu alana 1 işaretlenirse, program çıktı dosyası hazırlar. Eğer 0 işaretlenirse bu bilgi çıktılarda gözükmez.

III : Uygulanan yüklerin yerleşim verileri bu alanda bulunur. Bu alana 1 işaretlenirse, program çıktı dosyası hazırlar. Eğer 0 işaretlenirse bu bilgi çıktılarda gözükmez.

- Çıktı Kontrol Bilgisi

IDV :Düşey Yerdeğiştirmeler. Bu alana 0-9 arasında değerler yazılmalıdır. Çıktıların kaç desimal alana yazılacağını belirler.

IDI : I - aksına göre dönmeler. Bu alana 0-9 arasında değerler yazılmalıdır. Çıktıların kaç desimal alana yazılacağını belirler.

IDJ : J - aksına göre dönmeler. Bu alana 0-9 arasında değerler yazılmalıdır. Çıktıların kaç desimal alana yazılacağını belirler.

IBM : Kiriş Momentleri. Bu alana 0-9 arasında değerler yazılmalıdır. Çıktıların kaç desimal alana yazılacağını belirler.

IBT : Kiriş burulması. Bu alana 0-9 arasında değerler yazılmalıdır. Çıktıların kaç desimal alana yazılacağını belirler.

IBS : Kiriş kesme kuvveti. Bu alana 0-9 arasında değerler yazılmalıdır. Çıktıların kaç desimal alana yazılacağını belirler.

ISI : I doğrultusunda gerilmeye sebep olan momentler. Bu alana 0-9 arasında değerler yazılmalıdır. Çıktıların kaç desimal alana yazılacağını belirler.

ISJ : J doğrultusunda gerilmeye sebep olan momentler. Bu alana 0-9 arasında değerler yazılmalıdır. Çıktıların kaç desimal alana yazılacağını belirler.

ISIJ : Burulma Momentleri. Bu alana 0-9 arasında değerler yazılmalıdır. Çıktıların kaç desimal alana yazılacağını belirler.

ISVI : Düzlem dışı kesme kuvvetleri. Bu alana 0-9 arasında değerler yazılmalıdır. Çıktıların kaç desimal alana yazılacağını belirler.

ISVJ : Düzlem dışı kesme kuvvetleri. Bu alana 0-9 arasında değerler yazılmalıdır. Çıktıların kaç desimal alana yazılacağını belirler.

IRV : Düşey etkiler. Bu alana 0-9 arasında değerler yazılmalıdır. Çıktıların kaç desimal alana yazılacağını belirler.

IRI : I aksına göre etkileyen momentler. Bu alana 0-9 arasında değerler yazılmalıdır. Çıktıların kaç desimal alana yazılacağını belirler.

IRJ : I aksına göre etkileyen momentler. Bu alana 0-9 arasında değerler yazılmalıdır. Çıktıların kaç desimal alana yazılacağını belirler.

6.3.3.2. Izgara Tanımlama Verileri

6.3.3.2.1. Genel biçim

6.3.3.2.1.a. I - aksı üzerinde aralık değerlerinin (IMAX - 1) belirlenmesini sağlar.

SI1 : I = 1 ile I = 2 arasındaki mesafe

SI2 : I = 2 ile I = 3 arasındaki mesafe

.. ..

SI8 : I = 8 ile I = 9 arasındaki mesafe

6.3.3.2.1.b. . J - aksı üzerinde aralık değerlerinin (JMAX - 1) belirlenmesini sağlar.

SJ1 : J = 1 ile J = 2 arasındaki mesafe

SJ2 : J = 2 ile J = 3 arasındaki mesafe

..

SJ8 : J = 8 ile J = 9 arasındaki mesafe

6.3.3.3. Yapısal Eleman Özellik Verileri

Bu bölümde yapıda bulunan kiriş, döşeme ve destekleme elemanları için özelliklerinin tanımlanması yapılır.

6.3.3.3.1. Genel biçim

6.3.3.3.1.a. Kiriş Özellik Verileri

Eğer NBMP değeri sıfıra eşitse, bu alan boş bırakılır. Eğer 0 değilse,

MB : Tanımlama numarası. Ardışık olmalı ve 1 ile başlamalıdır.

E : Elastisite Modülü.

P : Poisson Oranı. Beton için 0.1 - 0.2 ve çelik için 0.25 - 0.3 değerleri arasındadır.

W : Birim Ağırlık.

XJ : Gerilme Sabiti. Bu alana sıfır yazılırsa, bu sabit ihmal edilmiş olur.

XI : Atalet Momenti. Kirişler iki ızgara noktası arasında prizmatik olmalıdır.

AV : Kesme Alanı. Bu alan sıfır olursa, program kesme deformasyonlarını hesap dışında bırakır.

6.3.3.3.2. Döşeme özellik verileri

Eğer **NSLB** değeri sıfıra eşitse, bu alan boş bırakılır. Eğer 0 değilse,

MP : Tanımlama numarası. Ardışık olmalı ve 1 ile başlamalıdır.

E : Elastisite Modülü.

P : Poisson Oranı. Beton için 0.1 - 0.2 ve çelik için 0.25 - 0.3 değerleri arasındadır.

W : Birim Ağırlık.

TII : I doğrultusundaki eğilme için geçerli kalınlık. Döşeme elemanının kalınlığı sabit olacaktır.

TJJ : I doğrultusundaki eğilme için geçerli kalınlık. Döşeme elemanının kalınlığı sabit olacaktır.

TIJ : Burulma için geçerli kalınlık. Döşeme elemanının kalınlığı sabit olacaktır.

6.3.3.3.3. Destekleme eleman özellik verileri

Eğer **NSP** değeri sıfıra eşitse, bu alan boş bırakılır. Eğer 0 değilse,

MP : Tanımlama numarası. Ardışık olmalı ve 1 ile başlamalıdır.

ST : Destek Tipi. Noktasal destekler için, P, Çizgisel destekler için, L, ve yüzeysel destekler için, S, yazılır.

XV : Düşey destek sabiti.

XR1 : Eksenel destek sabiti. Yüzeysel Destek için kullanılmaz.

XR2 : Eksenel destek sabiti. Yüzeysel ve Çizgisel Destek için kullanılmaz.

6.3.3.4. Yapısal Eleman Yerleştirme Verileri

6.3.3.4.1. Genel biçim

6.3.3.4.1.a. Kiriş Yerleştirme Verileri

Eğer NBMP değeri sıfıra eşitse, bu alan boş bırakılır. Eğer 0 değilse,

IHED : Bu veri alanı ile ilgili veriyi tanımlamak için kullanılır.

I1 : Kiriş eleman şeritinin I ordinatındaki başlangıç yeridir.

I2 : Kiriş eleman şeritinin I ordinatındaki bitiş yeridir.

Eğer I1 sıfıra eşitse, bu değer I2'ye eşit hale gelir. Eğer I2 sıfıra eşitse, bu değer I1'ye eşit hale gelir. Eğer ikisi birden sıfıra eşit ise program hata verir. I1 ve I2 değerleri IMAX değerinden küçük olmalıdır.

J1 : Kiriş eleman şeritinin J ordinatındaki başlangıç yeridir.

J2 : Kiriş eleman şeritinin J ordinatındaki bitiş yeridir.

Eğer J1 sıfıra eşitse, bu değer J2'ye eşit hale gelir. Eğer J2 sıfıra eşitse, bu değer J1'ye eşit hale gelir. Eğer ikisi birden sıfıra eşit ise program hata verir. J1 ve J2 değerleri JMAX değerinden küçük olmalıdır.

IB : Kiriş kesit özelliği tanımlama numarasıdır. Bu numara daha önce tanımlanan kiriş özellik verilerini belirtir. Belirtilmeyen kiriş elemanları için IB değeri sıfırdır.

6.3.3.4.1.b. Döşeme Yerleştirme Verileri

Eğer NSLB değeri sıfıra eşitse, bu alan boş bırakılır. Eğer 0 değilse,

IHED : Bu veri alanı ile ilgili veriyi tanımlamak için kullanılır.

I1 : Dikdörtgen döşeme bölgesinin I ordinatındaki başlangıç yeridir.

I2 : Dikdörtgen döşeme bölgesinin I ordinatındaki bitiş yeridir.

Eğer I1 sıfıra eşitse, bu değer I2'ye eşit hale gelir. Eğer I2 sıfıra eşitse, bu değer I1'ye eşit hale gelir. Eğer ikisi birden sıfıra eşit ise program hata verir. I1 ve I2 değerleri IMAX değerinden küçük olmalıdır. I2 mutlaka I1'den büyük olmalıdır.

J1 : Kiriş eleman şeritinin J ordinatındaki başlangıç yeridir.

J2 : Kiriş eleman şeritinin J ordinatındaki bitiş yeridir.

Eğer J1 sıfıra eşitse, bu değer J2'ye eşit hale gelir. Eğer J2 sıfıra eşitse, bu değer J1'ye eşit hale gelir. Eğer ikisi birden sıfıra eşit ise program hata verir. J1 ve J2 değerleri JMAX değerinden küçük olmalıdır. J2 mutlaka J1'den büyük olmalıdır

IS :Döşeme kesit özelliği tanımlama numarasıdır. Döşemede bulunan boşlukları tanımlamak için IS değeri sıfır olur. Belirtilmeyen kiriş elemanları için IB değeri sıfırdır.

6.3.3.4.1.c. Destek Elemanları Yerleştirme Verileri

IHED : Bu veri alanı ile ilgili veriyi tanımlamak için kullanılır.

STP : Destek elemanı tipi :

= P Noktasal Destek

= L Çizgisel Destek

= S Yüzeysel Destek

I1 : Tanımlanan destek bölgesinin I ordinatındaki başlangıç yeridir.

I2 : Tanımlanan destek bölgesinin I ordinatındaki bitiş yeridir.

Eğer I1 sıfıra eşitse, bu değer I2'ye eşit hale gelir. Eğer I2 sıfıra eşitse, bu değer I1'ye eşit hale gelir. Eğer ikisi birden sıfıra eşit ise program hata verir. I1 ve I2 değerleri IMAX değerinden küçük olmalıdır.

J1 : Tanımlanan destek bölgesinin J ordinatındaki başlangıç yeridir.

J2 : Tanımlanan destek bölgesinin J ordinatındaki bitiş yeridir.

Eğer J1 sıfıra eşitse, bu değer J2'ye eşit hale gelir. Eğer J2 sıfıra eşitse, bu değer J1'ye eşit hale gelir. Eğer ikisi birden sıfıra eşit ise program hata verir. J1 ve J2 değerleri JMAX değerinden küçük olmalıdır.

ISP :Destek özelliği tanımlama numarasıdır.

6.3.3.5. Mafsal Serbestlikleri Yerleştirme Verileri

Eğer NREL değeri sıfıra eşitse, bu alan boş bırakılır.

6.3.3.5.1. Genel biçim

IHED : Bu veri alanı ile ilgili veriyi tanımlamak için kullanılır.

I1 : Mafsal serbestlik bölgesinin I ordinatındaki başlangıç yeridir.

I2 : Mafsal serbestlik bölgesinin I ordinatındaki bitiş yeridir.

Eğer I1 sıfıra eşitse, bu değer I2'ye eşit hale gelir. Eğer I2 sıfıra eşitse, bu değer I1'ye eşit hale gelir. Eğer ikisi birden sıfıra eşit ise program hata verir. I1 ve I2 değerleri IMAX değerinden küçük olmalıdır.

J1 : Kiriş eleman şeritinin J ordinatındaki başlangıç yeridir.

J2 : Kiriş eleman şeritinin J ordinatındaki bitiş yeridir.

Eğer J1 sıfıra eşitse, bu değer J2'ye eşit hale gelir. Eğer J2 sıfıra eşitse, bu değer J1'ye eşit hale gelir. Eğer ikisi birden sıfıra eşit ise program hata verir. J1 ve J2 değerleri JMAX değerinden küçük olmalıdır. Dikdörtgen olarak tanımlanan bölgede bulunan ızgara noktaları I1,I2,J1 ve J2'dir.

KD : Serbestlik Şartı.

= 0 mafsal süreksizliği yok.

= 1 mafsal süreksizliği var.

6.3.3.6. Yükleme Verileri

6.3.3.6.1. Genel biçim

6.3.3.6.1.a. Yükleme Durum Kontrol Veri Alanı

CASE : Bu alana 'CASE' yazılacaktır.

LCN : Yükleme durum numarası yazılacaktır. Bu numara birden başlar ve artan ardaşık numaralardan oluşur.

SWM : Yapısal kendi ağırlık çarpanı.

6.3.3.6.1.b. Yükleme Durumu Başlık Bilgisi

Yükleme durumunu tanımlamak için bu alan kullanılır.

6.3.3.6.1.c. Yük Tanımlama Verileri

IHED : Bu veri alanı ile ilgili veriyi tanımlamak için kullanılır.

LTP : Yük Tipi :

= P Noktasal Yük

= L Çizgisel Yük

= S Yüzeysel Yük

I1 : Tanımlanmış Yük bölgesinin I ordinatındaki başlangıç yeridir.

I2 : Tanımlanmış Yük bölgesinin I ordinatındaki bitiş yeridir.

Eğer I1 sıfıra eşitse, bu değer I2'ye eşit hale gelir. Eğer I2 sıfıra eşitse, bu değer I1'ye eşit hale gelir. Eğer ikisi birden sıfıra eşit ise program hata verir. I1 ve I2 değerleri IMAX değerinden küçük olmalıdır.

J1 : Tanımlanmış Yük bölgesinin J ordinatındaki başlangıç yeridir.

J2 : Tanımlanmış Yük bölgesinin J ordinatındaki bitiş yeridir.

Eğer J1 sıfıra eşitse, bu değer J2'ye eşit hale gelir. Eğer J2 sıfıra eşitse, bu değer J1'ye eşit hale gelir. Eğer ikisi birden sıfıra eşit ise program hata verir. J1 ve J2 değerleri JMAX değerinden küçük olmalıdır. Dikdörtgen olarak tanımlanan bölgede bulunan ızgara noktaları I1,I2,J1 ve J2'dir.

FK : Düşey Yük.

Eğer LTP, P'ye eşit ise bu K doğrultusunda pozitif bir FK kuvveti oluşturur.

Eğer LTP, L'ye eşit ise FK değeri pozitif K doğrultusunda hareket eder.

Eğer LTP, S'ye eşit ise FK değeri pozitif K doğrultusunda hareket eder..

XM1 : Birinci Moment. Yüzeysel yük varsa bu değer ihmal edilir.

XM2 : İkinci Moment. Yüzeysel yada Çizgisel yük varsa bu değer ihmal edilir.

BÖLÜM 7. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Son yıllarda oldukça yaygın hale gelen inşaat mühendisliğinde bilgisayar uygulamaları ve bunların bina sistemlerinin çözümlerine yansımaları sonucunda, bu konularda çeşitli bilgisayar programları yazılmış ve gerek araştırma, gerekse uygulama alanlarına girmiştir. Bu doğrultuda sayısız iki ve üç boyutlu çerçeve programı geliştirilmiş ve bina çözümleri bu sistemler kullanılarak yapılmıştır.

Bu çalışmada yapısal analiz için kullanılan SAP90, PROBİNA ve SAFE yapısal analiz programlarının uygulama yöntemleri ele alınmıştır. Bu programların uygulanması için kullanılacak verilerin düzenlenmesinde dikkate alınması gereken noktalar üzerinde durulmuştur.

Probina yapısal analiz programı ile bina sistemlerinin üç boyutlu analizi, kolon, perde kiriş ve döşeme gibi yapı elemanlarının dizaynı ve donatı hesapları ile temel hesaplarının yapılması mümkündür.

Probina yapısal analiz programı,1975 ve 1996 yılları Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelikleri ile Türk Standartları TS500 şartnamesini desteklemektedir. Statik ve dinamik analizleri farklı yük kombinasyonlarına göre yapabilmektedir. Probina çizim modülü yardımıyla çok katlı yapı sistemlerinin projelendirilmesi de mümkündür.

SAP90 yapısal analiz programında analiz için sonlu elemanlar yöntemi kullanılmaktadır. Bu programın çerçeve, kabuk, solid ve asolid elemanların farklı yük kombinasyonlarında hem statik hem de dinamik analizine imkan sağlayan seçenekleri bulunmaktadır. Bir model içinde elemanların karışık ve birlikte kullanılmasını sınırlayacak bir kısıtlama yoktur. Modeli orjinal hal ve şekil değiştirmiş hal olarak görüntüleme ve çizim seçenekleri vardır.

SAP90 programında düğüm noktası yükleri ve deformasyonlarına ek olarak yerçekimi, ısı ve öngerme yüklemeleri seçenekleri vardır.

SAFE yapısal analiz programı, döşeme sistemlerinin üç boyutlu analizini yapabilmekte ve bunun için sonlu elemanlar yöntemini esas almaktadır. Temel ve donatı hesaplarının yapılması da mümkündür. Ayrıca bu program kullanılarak, iki ya da üç boyutlu modelin şekil değiştirmiş halinin, kirişlere ve döşemelere ait moment ve kesme diyagramlarının görüntülenmesi sağlanmaktadır.

Bu üç programda da tüm veriler tanımlanmış serbest düzende girilmektedir.

Modelleme açısından Safe ve Probeta programları karmaşık olmayan sistemler ele alındığında daha kullanışlıdır. Ancak karmaşık sistemler için SAP90 daha elverişlidir.

Model geometrisini doğrulamak ve yapısal davranışı incelemek açısından, modelin orjinal hal ve şekil değiştirmiş hal olarak görüntülenmesi SAP90 ve Safe yapısal analiz programlarının önemli özelliklerinden biridir.

SAP90 programında donatı hesabı yapılamadığı için alınan sonuçlara göre kullanıcının bilgisayar çıktısından sonuçları seçmesi ve bunları kullanılabilir formda düzenlemesi zaman alan bir işlemdir ve hata yapma olasılığını artırmaktadır.

Herşeyden önce bu programları kullanacak kişilerin proje esasları ve hesap yöntemleri hakkında gerekli teknik bilgiye sahip olmaları, doğabilecek hatalara karşı gerekli kontrolleri yapmaları ve esas olarak bu programların çalışma prensiplerini iyi kavramaları gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Coull, A., (1991), Tall Building Structures : Analysis and Design, John Wiley & Sons.
- CSI, (1995), SAFE Structural Analysis Users Manual, CSI.
- Ersoy, U., Çıtıptıoğlu, E., (1988), Yüksek Yapıların Tasarım ve Yapımında İzlenecek Temel İlkeler, İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi Yayınları, 88/1, Ankara.
- İMO, (1996), Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi Yayınları, 22.
- Moreno, J., (1985), Analysis and Design of High-Rise Concrete Buildings, ACI.
- PROTA, (1995), Probina Kullanım Kılavuzu, Prota Bilgisayar.
- Taranath, B., (1988), Structural Analysis and Design of Tall Buildings, McGraw-Hill.
- Wilson, E., Habibullah, A.,(1992), SAP90 Structural Analysis Users Manual, CSI.

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	16.09.1973	
Doğum yeri	Afyon	
Lise	1987-1990	Afyon Lisesi
Lisans	1991-1995	Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü
Çalıştığı kurumlar	1995-1996 1996- Devam ediyor	İMG Yapı Sanayi Ltd. Şti Gürel Yapı Malz. Tic. A.Ş.

