

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İki Yönlü SBr, Tem, Plak Tem,
Çöz, ve Bil, Pro,

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Yusuf Okay

1988

150
157

118 500070

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İKİ YÖNLÜ SÜREKLİ TEMELLERLE PLAK TEMELLERİN ÇÖZÜMÜ VE
BİLGİSAYAR PROGRAMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ
MÜH. YUSUF OKAY

İSTANBUL 1988

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



İKİ YÖNDE SÜREKLİ TEMELLERLE PLAK TEMELLERİN ÇÖZÜMÜ VE
BİLGİSAYAR PROGRAMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ
MÜH. YUSUF OKAY



İSTANBUL 1988

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
KÜTÜPHANE DOKÜMANTASYON
DAİRE BAŞKANLIĞI

R 150
157
Kot :
Alındığı Yer : FEN BİL. ENS.
Tarih : 15.10.1991
Fatura : - - - - -
Fiyatı : 5000. TL
Ayniyat No : 1/15
Kayıt No : 47749
UDC : 624. 378.242
Ek :



İÇİNDEKİLER

Türkçe Özet	I	
İngilizce Özet	II	
1	<u>SÜREKLİ ALAN TEMELLERİ</u>	1
1.1	Temel zemini-yapı toplam sisteminin davranışı	1
1.1.1	Toplam sistem kavramı	1
1.1.2	Temel zemini ile yapı sistemi arasındaki karşılıklı etkileşim	2
1.1.3	Zeminin sıkışabilirliği ile yapı sistemi rijitliğinin taban basıncı ve kesit kuvvetleri üzerine etkisi	4
1.2	Alan temelinin statik hesabı üzerine genel bilgiler	8
1.2.1	Hesap varsayımları ve hesap esasları	8
1.2.2	Alan temellerinin hesabı için geliştirilen metotlar	11
1.2.3	Basit hesap metotları	11
1.3	Basit hesap metotlarının pratik uygulaması	12
1.4	Geliştirilmiş yük etki alanları metodu	16
2	<u>KOLONLAR ALTINDAKİ İZGARA TEMELLER</u>	21
3	<u>PLAK TEMELLER</u>	28
3.1	Taban basıncı ve kesit kuvvetlerinin hesabı	31
3.1.1	Basit durumlu temel plakları	31
3.1.2	Genel durumlu temel plakları	35
3.2	Plak temellerinin konstruksiyonu	45
3.3	Kirişsiz plak temellerinin çözümünün bilgisayar programı	58

ÖZET

Yapıların en önemli kısmını oluşturan temeller oldukça karmaşık bir problemdir. Bunun nedeni de yapıların kullanılan malzeme ve konstruksiyona göre farklı deformasyonlarda bulunması ve aynı zamanda üzerinde yapı inşa edilen zeminin davranışının üniform olmamasındandır.

Temellerin projelendirilmesinde çeşitli yöntemler kullanılmış ve kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden biri de yüzeysel temellere kolayca uygulanabilen anlaşılması kolay yük-etki alanları metodudur.

Bu tezde ilk aşamada zemin-yapı ilişkisi açıklanmış daha sonra temellerin çözümü için birkaç çözüm metodu ele alınmıştır. Bu metodların biri olan geliştirilmiş yük-etki alanları ayrıntılı biçimde açıklanmıştır. Bu yöntemde her kolon, yükü kendi etki bölgesinde doğrusal yaydığı kabul edilir. İkinci bölümde kısaca iki yönde sürekli temeller ve çözüm yöntemi açıklanmış ve bu konu ile ilgili bir örnek verilmiştir. Daha sonra ise plak temeller açıklanmış geliştirilmiş yük-etki alanları metodunun plak temellere uygulanması bir örnekle gösterilmiştir.

Aynı yöntemin plak temellerin çözümünde kullanılabilecek bilgisayar programı tezin sonuna eklenmiştir. Bigisayar programı basic dilinde yazılmıştır. Bu program IBM AT bilgisayarında çalıştırılmış aynı örneğin bilgisayar çıktıları verilmiştir.

1. SÜREKLİ ALAN TEMELLERİ

SUMMARY

Yüksek çok büyük veya küçük güvenlik basıncaları çok küçük ise, bir

Foundations that constitutes the most important part of structures are very complex problems. Because of structures according to used materials and construction make different deflection and at the same time the ground that carries structure on it is not homogen.

Kind of methods are used and have been using for desinging foundations. One of these methods that can be applied easily to the foundation problems is load-effect areas.

In this thesis, at the first section relationship of ground and structures is explained then later a few methods for solving foundation problems are given. One of these methods, advanced load-effect areas is necessary explained. This method admitted that each column spreads load to its region regularly. At second section, continous foundation in both axes and solving method are shortly explained and an example related to this subject is done. Then, mats are explained and applying the method of advanced load-effect areas to mats is shown by an example.

The computer program with the same method for solving mats is added at the end of thesis. Basic programming is used for computer program. This program is worked on a computer of IEM AT and output of the same axample is also given.

1.1 TEMEL SİSTEMİ-YAPİ TOPLAN SİSTEMİNİN DAVRANIŞI

1.1.1. Toplam sistem davranışı

Yapı sistemleri genellikle malzeme ve seçilen konstrüksiyona göre çok farklı davranışlar gösterir. Aynı zamanda yapı sistemleri arasında bir yapı sistemi yalnızca deformasyonları değil aynı zamanda yük taşıma kapasiteleri de farklıdır. Temel sistemi-yapı toplam sisteminin davranışları ve deformasyonları arasındaki ilişkiyi görmek için aşağıdaki şekilde çalışılmıştır.

Şekil 1.1'de bir temel sistemi-yapı toplam sistemi gösterilmektedir. Burada tekil bölümler yanında, yapı sistemi için diğer bölümler de gösterilmiştir ve tanımlanmıştır.

Yapı sistemi, üst yapı ve alt yapı olarak ikiye ayrılır. Yapı sistemi üst yapı ve alt yapı olarak ikiye ayrılır. Yapı sistemi üst yapı ve alt yapı olarak ikiye ayrılır.

1. SÜREKLİ ALAN TEMELLERİ

Yükler çok büyük veya taban güvenlik basınçları çok küçük ise, bir yapının tümü ya da bir bölümünün duvarları veya kolonları altında sürekli plak veya plak şeridi olarak bir alan (yüzey) temeli düzenlenir.

Sürekli alan temeli deyimi ile, tüm yapı veya yapı bölümleri altındaki kolonların (veya duvarların) yüklerini zemine aktaran, sistemin deformasyonu ve taban basıncı dağılımı genel olarak üst yapı-temel ortak sistemi ile temel zemininin deformasyon yeteneği oranına bağlı olarak belirlenebilen temel gövdeleri amaçlanmıştır.

Böylece sürekli alan temellerinin şekil değiştirmeleri ve buna bağlı olarak taban basıncı dağılımı, bir yandan üst yapı+temel sisteminin toplam rijitliğine, öte yandan temel zemininin deformasyon yeteneğine yani bükülebilirliğine bağlıdır.

Bu nedenle sürekli alan temellerinde taban basınçları genellikle doğrusal yayılı olarak alınamazlar. Taban basıncının gerçektekenden farklı olarak doğrusal yayılı alınması ile yapılacak hesaplar, çoğu kez ekonomik olmayan, bazen de güvensiz sonuçlar verir.

Sürekli alan temelleri ile ilgili sonuçlar çok karmaşıktır ve doğru luğu kesin ilmi bir aydınlatma henüz yapılmış değildir. Bu nedenle zeminin davranışını idealize ederek bazı yaklaşık yöntemler geliştirilmiştir.

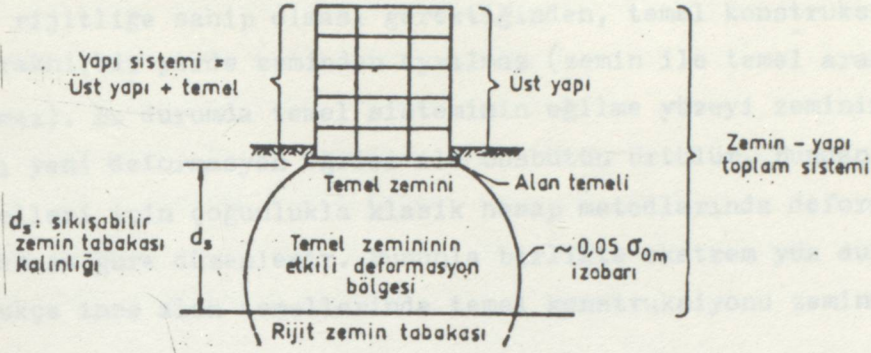
1.1 TEMEL ZEMİNİ-YAPI TOPLAM SİSTEMİNİN DAVRANIŞI

1.1.1. Toplam sistem kavramı

Yapı sistemleri kullanılan malzeme ve seçilen konstruksiyona göre çok farklı deformasyon olanağına (rijitliğine) sahiptir. Alan biçiminde düzenlenen bir yapı sistemi yalnızca deforme olabilen temel zeminini sıkıştırılmaz, aynı zamanda kendisi de uygun biçimde deformasyona uğrar. Temel zemini-yapı toplam sistemindeki kuvvetler ve deformasyonlar arasındaki bağıntı çok karmaşıktır.

Şekil 1.1 de bir temel zemini-yapı toplam sistemi şematik olarak gösterilmiştir. Burada tekil bölümler yanında, yapı sistemi için alışıkla gelmiş genel kavram ve tanımlamalar da topluca verilmektedir.

Yapı sistemi, üst yapı ve alan temelinden oluşur. Yapı sistemi temel zemini ile birlikte temel zemini-yapı toplam sistemini, yani kısaca toplam sistemi oluşturur.



ŞEKİL 1.1 Temel-zemini-yapı toplam sistemi

1.1.2. Temel zemini ile yapı sistemi arasındaki karşılıklı etkileşim

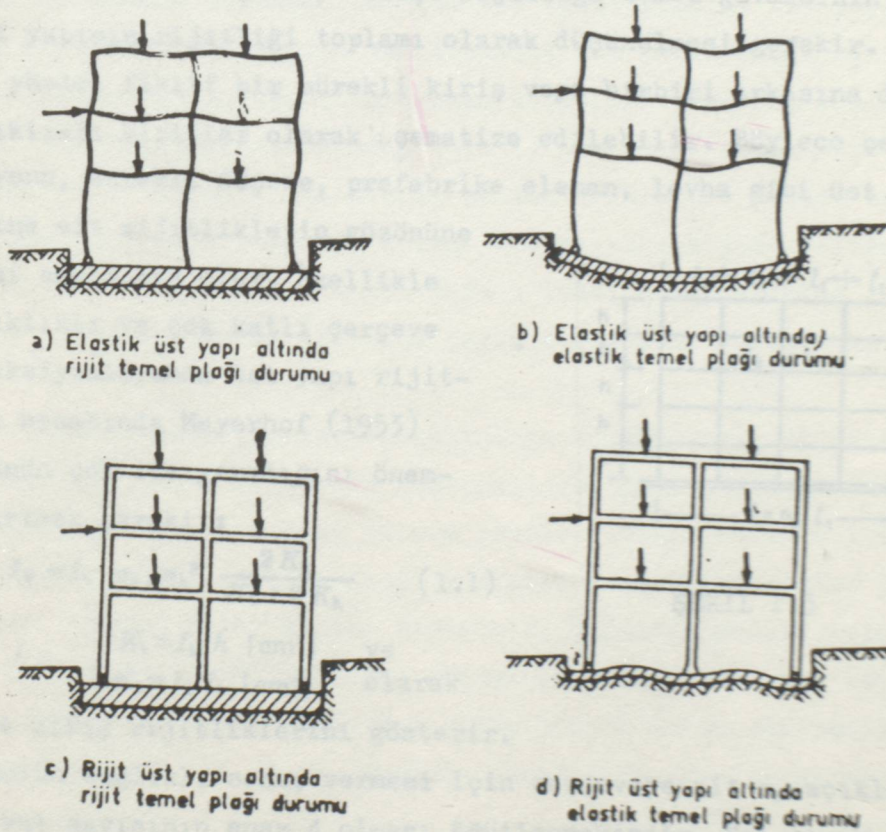
Üst yapı, temel ve temel zemini öğeleri arasındaki karşılıklı etki sistemin bir bütün olarak davranışından elde edilir. Burada üst yapının ve temelin rijitliği, zeminin sıkışabilirliği sistemin tüm davranışı ve taban basıncı üzerine etki eden en önemli faktörlerdir.

Bir yapının stabilite güvenliği yalnız zemin kırılmasına karşı yeterli güvenliğin varlığı ile değil, aynı zamanda zemin kırılmasına ulaşılmadan önce oturma ve oturma farklarının sınırlandırılması ile sağlanır. Bu sınırlandırma, yapı konstruksiyonları üzerinde hiçbir zararlı etki ortaya çıkmayacak biçimde yapılır.

Alan temellerinin tabanında yapı yükleri düzgün yayılı olmayan basınç gerilmeleri (taban basıncı) ile zemine iletilir. Oturmalar, temel sisteminin sehimleri ve üst yapının zorlanmış deformasyonları birbirine bağlıdır. Temel ve üst yapının statik yönden araştırılmasında taban basıncının yanında, öncelikle oturma farklarının bilinmesi gerekir. Çünkü yapıdaki ek zorlamalara yalnızca oturma farkları neden olur. Öncelikle mutlak rijit bir temelde üst yapı konstruksiyonunda hiçbir rölatif deformasyon (oturma) ortaya çıkmaz. Şekil 1.2 de üst yapı ile temelin değişik eğilme rijitlikleri oranına bağlı olarak bir doğrultuda çalışma durumu için deformasyon biçimleri abartılmış biçimde gösterilmiştir. Şekilde mafsallı olarak gösterilen birleşme yerleri uygulamada eğilmeye karşı kısmen veya tamamen rijit olarak da düzenlenebilir. Bununla birlikte çok sağlıklı çözümler dışında, kolon ve perdelerin sürekli temel kirişi ve temel plağına mafsallı bağlandığı varsayımına göre hesap yapılabilir.

Alan temelleri uygulamada konstruktif esaslarından dolayı belirli bir rijitliğe sahip olması gerektiğinden, temel konstruksiyonu genel olarak hiçbir yerde zeminden ayrılmaz (zemin ile temel arasında aralık kalmaz). Bu durumda temel sisteminin eğilme yüzeyi zeminin oturma kalıbı yani deformasyon eğrisi ile büsbütün örtülür. Bundan dolayı alan temelleri için çoğunlukla klasik hesap metodlarında deformasyon koşulu bu esasa göre düzenlenir. Bununla birlikte ekstrem yük durumunda veya oldukça ince alan temellerinde temel konstruksiyonu zeminden ayrılabilir.

Şekil 1.2 a) ve b) de elastik üst yapı altındaki rijit ve elastik temel plağı için deformasyon durumları gösterilmiştir. Elastik temel plağına sahip yapı sistemi zeminin oturma kalıbına büyük ölçüde uyabilmesine karşın, rijit temel plağına sahip yapı sistemi zeminin deformasyonlarına uymaz. Bundan dolayı rijit temel plağı durumunda önemli ölçüde ek zorlamalar doğar. Bu ek zorlama temel gövdesi için ek eğilme momenti anlamına gelir. Burada üst yapı elastik olduğundan ek eğilme momentinin büyük bir bölümünün temel gövdesi tarafından alınması gerekir.



ŞEKİL 1.2. Bir yapı sisteminde değişik rijitlik oranlarına göre deformasyon biçimlerinin abartılmış olarak gösterilişi

Şekil 1.2 c) ve d) de rijit üst yapı altındaki rijit ve elastik temel plaklarının deformasyon durumları gösterilmiştir. Burada rijit temel plağı durumunda daha fazla olmak üzere, her iki durumda da yapı sistemi zeminin deformasyonlarına uyamaz. Bu nedenle önemli ölçüde ek zorlamalar ortaya çıkar. Bu ek momentin rijit temel plağı durumunda, rijit üst yapı ve temel plağına rijitlikleri oranında paylaştırılması gerekir. Elastik temel plağı durumunda ise, ek momentin büyük bir bölümünün rijit üst yapı tarafından alınması zorunludur.

1.1.3. Zeminin sıkışabilirliği ile yapı sistemi rijitliğinin taban basıncı ve kesit kuvvetleri üzerine etkisi

Temel plağı ilk bakışta ters çevrilmiş normal kat plağı olarak düşünülebilir. Temel plağının sürekli kat plağından en önemli farkı, mesnet olarak düşünülen yapı kolonlarının zeminin sıkışabilirliği nedeniyle farklı çökmeler etkisinde bulunmasıdır. Kısaca, temel plağına mesnetleri belirli bir kurala göre çöken ters çevrilmiş normal sürekli plaklar gözüyle bakılması daha doğru olur. Taban basıncı dağılımı yapı sistemi rijitliği ile temel zemini rijitliği arasındaki orana bağlıdır.

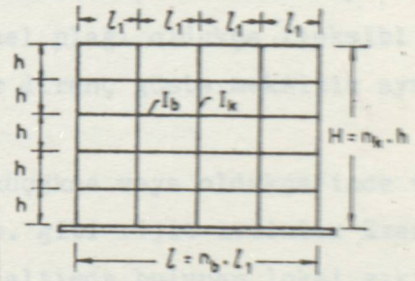
Yapı sisteminin eğilmeye karşı rijitliği temel gövdesinin rijitliği ile üst yapının rijitliği toplamı olarak düşünülmesi gerekir. Üst yapı statik yönden fiktif bir sürekli kiriş veya birbiri arkasına dizilmiş tek açıklıklı kirişler olarak şematize edilebilir. Böylece çerçeve konstruksiyonu, sürekli döşeme, prefabrike eleman, levha gibi üst yapı sistemlerine ait rijitliklerin gözönüne alınması sağlanmış olur. Özellikle çok açıklıklı ve çok katlı çerçeve konstruksiyonlarında üst yapı rijitliğinin hesabında Meyerhof (1953) formülünün çok işe yaradığını önemle belirtmek gerekir:

$$I_B = I_b \cdot n_k \cdot n_b^2 \cdot \frac{2 K_k}{K_b + 2 K_k} \quad (1.1)$$

Burada ; $K_k = I_k/h$ [cm³] ve $K_b = I_b/l_1$ [cm³] olarak

kolon ve kiriş rijitliklerini gösterir.

Bu formülün sağlıklı sonuç vermesi için çerçeveye ait n_b açıklık sayısı ile n_k kat sayısının en az 4 olması öğütlenmektedir. Kat sayısı ve açık-



ŞEKİL 1.3

lık sayısı az olan çerçeve konstruksiyonlarında üst yapının etkisini, temel plağının deformasyonları ile çerçeve sisteminin deformasyonları arasında bağıntı kurarak gözönüne almak uygun olur. Böylece temel plağının deformasyonlarından dolayı çerçeve sisteminde oluşan ek zorlanmaların bulunması da olanaklıdır.

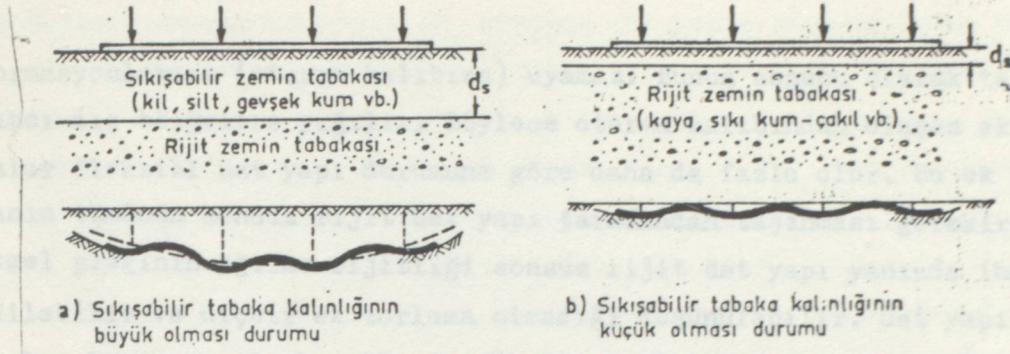
Pratik hesaplarda, pek fazla donatılmamış konstruksiyonlarda ve şüpheli durumlarda en iyisi üst yapının fleksibl olarak kabul edilmesidir. Yapılan pekçok deneydeki ölçümler bu sonucu nitelikli olarak doğrulamaktadır. Azaltılmış üst yapı rijitliği için bulunan değerlerin deney sonuçlarına uygun düşmesinin nedeni, inşaat sırasında betonarme malzemede çatlak oluşumundan rijitlik kaybı ve krip olayı nedeniyle ortaya çıkan statik sistemdeki ve rijitliklerdeki değişmelerin hesapsal olarak gözönüne alınmamış olmasıdır.

Zeminin bükülebilirliği ile üst yapı+temel sistemi rijitliğinin taban basıncı ve eğilme momentleri üzerine etkisinin iyi anlaşılabilmesi için, öncelikle zeminin bükülebilirliği ve üst yapı rijitliğinin sınır durumlarının incelenmesi iyi olur.

I) İlk olarak oldukça fleksibl bir temel plağını üst yapı etkisi olmaksızın düşünelim ($I_u = 0$ tam fleksibl üst yapı durumu) :

a) Bu durumda sıkışabilir tabaka kalınlığı büyükse, toplam yapı yükleri için derinlik etkisinden dolayı, tüm temel plağı boyunca tekil yükler altında artan, açıklıklarda azalan ondülelere sahip, ortalama değeri tekne biçiminde olan bir toplam oturma kalıbı yada deformasyon eğrisi ortaya çıkar (Şekil 1.4 a). Burada temel plağı oldukça fleksibl olduğundan, zeminin oturma kalıbına fazla bir direnç göstermeksizin aynen uyur.

b) Eğer sıkışabilir tabaka kalınlığı küçükse veya oldukça ince temel plağı kaya, sıkı yerleşmiş kum-çakıl vb. gibi rijit zeminler üzerine oturuyorsa, oturma gidişi yalnız yükler altında bulunan lokal sıkışmalarla karakterize edilir. Komşu yüklerin karşılıklı etkisi ya hiç yok veya yok denecek kadar azdır. Zeminin E_s rijitlik modülü betonun elastisite modülünden genellikle çok küçük olduğundan fleksibl temel plaklarında yük aralıklarının oldukça büyük olması durumunda ondüleleri ortaya çıkar (Şekil 1.4 b). Bu durumla genellikle hava alanı kaplamalarında karşılaşılar.



ŞEKİL 1.4. Sıkışabilir tabaka kalınlığının temel plağının deformasyonları üzerine etkisi

II) İkinci olarak üst yapının varolduğu düşünülürse, üst yapı sistemine bağlı olarak birleşme yerlerindeki normal kuvvet ve eğilme rijitliği etkinlik kazanır ve oturma farkları üzerinde dengeleme etkisi yapar.

Şekil 1.4 deki deformasyon biçimlerinden, üst yapının temel plağı üzerine etkisinin özellikle sıkışabilir tabaka kalınlığının büyük olması durumunda olduğu görülür. Sıkışabilir tabaka kalınlığının küçük olması veya oldukça ince temel plağının doğrudan doğruya kaya gibi rijit zeminler üzerine oturması durumunda, üst yapının rijit veya fleksibl olmasının temel plağının deformasyonu, dolayısıyla taban basıncı ve kesit kuvvetleri üzerinde önemli hiçbir etkisi yoktur. Zira bu durumda üst yapı kolonları altındaki oturmalar yaklaşık birbirine eşittir ve oturma farkları yok denecek kadar azdır.

Aşağıda yeter kalınlıkta sıkışabilir zemin tabakası üzerine oturan bükülebilir temel plakları için, fleksibl ve rijit üst yapı durumlarının eğilme zorlamalarına etkisi gösterilmiştir.

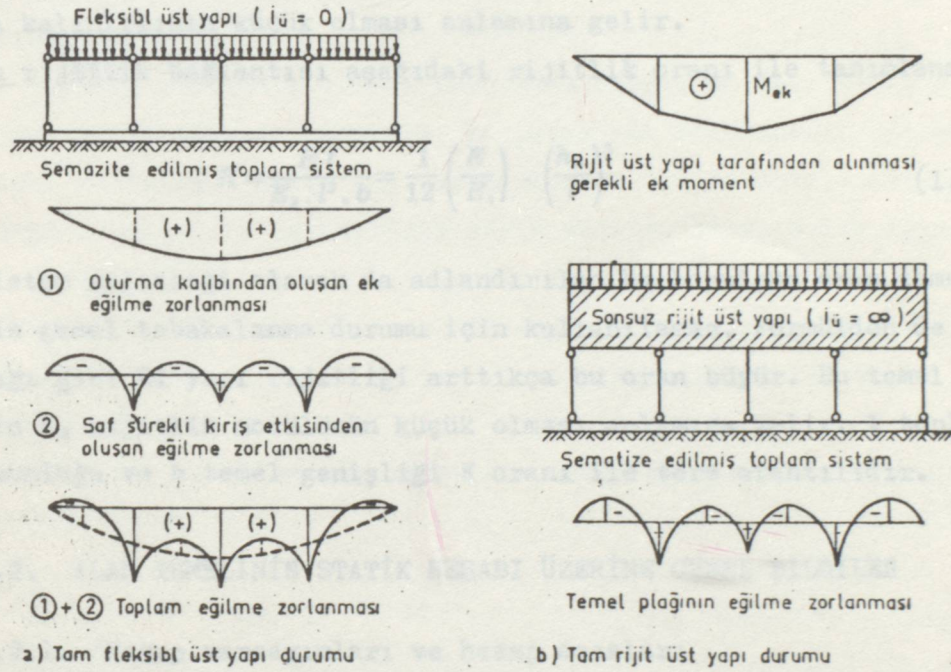
a) Üst yapının tam fleksibl olması durumu ($I_{\bar{u}} = 0$):

Üst yapının tam fleksibl (tam bükülebilir) olması durumunda, toplam eğilme momenti; temel plağının oturma kalıbına uygun biçimde deformasyon oluşu sırasında oluşan ek eğilme zorlaması (1) ile sabit mesnetli sürekli kiriş eğilme momentinin (2) toplamından elde edilir. Üst yapı tam fleksibl olduğundan eğilme zorlamasının tümü bükülebilir temel plağı tarafından taşınmak zorundadır. (Şekil 1.5 a).

b) Üst yapının tam rijit olması durumu ($I_{\bar{u}} = \infty$):

Üst yapının tam rijit (bükülemez) olması durumunda temel plağı kolonlar altında eşit oturmaya zorlanacağından, temel plağı zeminin de-

formasyonlarına (oturma kalıbına) uyamaz. Bunun sonucu olarak taban basıncı dış bölgelere yığılır. Böylece oturma kalıbından oluşan ek zorlamalar fleksibl üst yapı durumuna göre daha da fazla olur. Bu ek zorlamanın tümünün sonsuz rijit üst yapı tarafından taşınması gerekir. Zira temel plağının eğilme rijitliği sonsuz rijit üst yapı yanında ihmal edilebilir ve hiçbir ek zorlama olmadığı düşünülebilir. Üst yapı bu ek zorlamalara göre de boyutlandırılmalıdır. Ters durumda ek zorlamalar üst yapıda istenmeyen çatlak ve hasarlara yol açacağından, yapının kul lanma amacını veya güvenliğini yitirmesine neden olur.



ŞEKİL 1.5. Yeter kalınlıkta sıkışabilir zemin tabakasına oturan bükülebilir temel plağı üzerindeki üst yapının sınır durumları

Bu durumda temel plağının eğilme momenti diagramı ideal sürekli kirişin tipik moment diagramına aynen uyar (Şekil 1.5b). Rijit üst yapılar altındaki bükülebilir temel plaklarında, sürekli temel plağının alttan etki eden taban basıncı yük ve kolonlar mesnet kabul edilerek aynen ters çevrilmiş sürekli kiriş gibi çözülmesi gerçeğe yakın sonuçlar verir.

Rijit üst yapı varsayımında ana amaç temel plağına oturan kolonların rölatif çökmelerinin sıfır olmasıdır. Bu koşulu sağlayamayan elastik (yarı rijit) üst yapılar altındaki temel plaklarının çözümünde; sürekli kiriş momentleri ile kolon çökmelerinden elde edilen ek eğilme

momentleri süperpoze edilirse, gerçeğe çok yakın sonuçlar elde edilir.

Temel sistemlerinin yaklaşık çözümlerinde veya ön hesaplarda basit yoldan işe yarar sonuçlara ulaşılmak istendiğinde, yukarıdaki düşünceler yanında üst yapı rijitliğinin taban basıncı dağılımı üzerine etkisinin gerçeğe yakın bir biçimde tahmin edilmesi gerekir. Genel olarak temel plağı fleksibl duruma yaklaştıkça veya temel zemini rijitleştikçe yük etki noktaları altındaki taban basıncı yığılmaları çok fazlalaşır ve böylece plağın eğilme zorlamaları küçülür. Bu olay plak kalınlığının ince ve kolon aralıklarının büyük olması durumuna karşılık olur. Bu temel zemini yönünden ise rijitlik modülünün büyük ve sıkışabilir tabaka kalınlığının küçük olması anlamına gelir.

Bu rijitlik bağlantısı aşağıdaki rijitlik oranı ile tanımlanabilir:

$$K = \frac{EI}{E_s \cdot l^3 \cdot b} = \frac{1}{12} \left(\frac{E}{E_s} \right) \cdot \left(\frac{h_s}{l} \right)^3 \quad (1.2)$$

Sistem rijitliği olarak da adlandırılan bu boyutsuz oran temel zemininin genel tabakalanma durumu için kullanılamaz. Formülden de anlaşılacağı gibi EI yapı rijitliği arttıkça bu oran büyür. Bu temel zemini için E_s rijitlik modülünün küçük olması anlamına gelir. l toplam temel uzunluğu ve b temel genişliği K oranı ile ters orantılıdır.

1.2. ALAN TEMELİNİN STATİK HESABI ÜZERİNE GENEL BİLGİLER

1.2.1. Hesap varsayımları ve hesap esasları

Bükülebilir alan temelinin hesabı ve boyutlandırılması için yapı sisteminden (üst yapı+alan temeli) oluşan kuvvet ve momentler ile temel zemininin reaksiyon kuvveti olarak taban basıncı büyüklüğü ve dağılımının bilinmesi gerekir. Üst yapıdan gelen yüklerin toplam büyüklüğü ve etki yeri statik hesapla (yüklerin bileşke değerini bularak) daima bulunabilir. Buna karşılık toplam yükün üst yapıdan temel plağına yük aktaran kolonlara dağılımı, toplam sistemin rijitliği ve zeminin bükülebilirliğine bağlı olarak farklı olur. (Şekil 1.5b)de üst yüklerin toplamı bilinmesine karşın, kolonlara gelen yükler belli değildir. Fakat pratikte çoğunlukla alan temeli üzerindeki kolon yükleri, üst yapının rijit bir alan temeline oturduğu varsayıma göre hesaplanarak basitleştirme yapılabilir. (Şekil 1.5 a). Kolon yükleri fleksibl üst yapı varsayımına göre bulunabilir. Aynı bağıntı reaksiyon kuvveti olarak taban

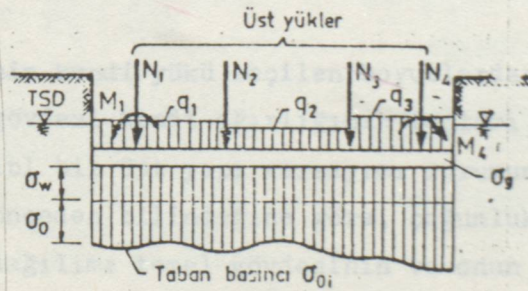
yüzeyindeki basınç için de geçerlidir ve taban basıncı temel plağının üst yükleri ile kendi ağırlığı toplamı altında dengededir.

Bir alan temelinin hesabı uzaysal bir problemdir. Sömel plağının boyutları ve biçimi taban basıncı dağılımı üzerine kesin olarak etki eder. Böylece sorunun çözümü yüksek dereceden hiperstatiktir. Bunun istisnası çok nadir olarak görülür. Üst yapının, temelin ve temel zemininin tüm deformasyon koşullarının kesin matematik formda gösterilmesi olanaklı değildir. Ayrıca alan temeline etki eden dış yüklerin hesabı için elde edilen kapalı formüller arasında bağıntı kurmak ise hiç olanaklı değildir. Bu nedenle tüm hesap metodlarında az veya çok oranda basitleştirme yapılmaktadır.

Üst yapının çok katlı olması durumunda rüzgar kuvveti nedeniyle üst yükler yatay bileşene de sahiptir. Bu yatay yük bileşeninin üst yapı üzerindeki etkisinin, öteki yük bileşenlerine oranla önemli ölçüde büyük olduğu deneyimlere dayanılarak söylenebilir. Yatay özlük ağırlığın zeminin düşey oturmaları üzerine etkisi olduğundan, onun etkisi zeminin deformasyon hesaplarında genellikle gözönüne alınmaz. Hatta çoğunlukla zemin deformasyonundan dolayı taban plağındaki yatay kayma gerilmesi de gözönüne alınmaz.

Elastik alan temellerinin hesabında aşağıdaki dış kuvvet grupları ayırt edilir (Şekil 1.6):

- 1) Üst yükler (N_i , M_i , ve q_i),
- 2) özgül ağırlık (σ_g),
- 3) dinamik kütle kuvvetleri (F_i),
- 4) taban basınçları (σ_{0i}),
- 5) taban suyu basıncı (σ_w),



ŞEKİL 1.6. Bir alan temeline etki eden dış kuvvetler



Bu dış kuvvetlerin büyüklüğü ve dağılımı bilindiğinde, kesit kuvvetlerin hesabı ve alan temelinin boyutlandırılması yalnızca elemanter statığın sorunudur.

Üst yükler; tekil yükler (örneğin, kolon yükleri), yüzey yükleri (örneğin, temel plağı üzerindeki yayılı yükler), çizgisel yükler (örneğin, duvar yükleri) ve momentler (örneğin, kolonların dibindeki ankastrel momentleri) olarak sıralanabilir. Bu üst yüklerin toplam büyüklüğü ve etki yeri denge denklemlerinden kolayca bulunabilir.

Pratikte çoğunlukla elastik veya rijit temel plakları üzerinde fleksibl bir üst yapı varsayımına göre, üst yapının statik hesabından elde edilen kolon yükleri aynen temel yükleri olarak alınır. (Şekil 1.2 a ve b). Kuşkusuz bu varsayım elastik temel plağı durumunda, ancak üst yapıdaki (örneğin, karkas bir yapıdaki) kolonlar düşey doğrultuda serbest olarak birbirine göre yerdeğiştirebilir ve düğüm noktalarının çoğu mafsallı gibi etki ederse gerçeğe yakın olur. Pekçok yapıda en azından inşaat sırasında edinilen deneyimler bu koşulun yaklaşık biçimde yerine getirildiğini gösterdiğinden, yukarıdaki varsayım belirli bir haklılık kazanmaktadır.

Elastik üst yapı fleksibl olarak kabul edilemeyecek oranda bir rijitliğe sahipse veya daha sağlıklı hesap yapılması isteniyorsa, pratik olarak yaklaşık formüllerden bulunan üst yapı rijitliği temel plağı rijitliğine eklenerek hesap yapılabilir. Fakat bu durumda üst yapı hesaba katılmadan bulunan kesit kuvvetleri ile üst yapı rijitliği gözönüne alınarak bulunan kesit kuvvetleri arasındaki farkın (özellikle eğilme momentleri farkının) üst yapı tarafından taşınması gerekir.

Karkas yapı kolonlarının temel sistemine ankastre veya mafsallı olarak bağlanmasının taban basıncı üzerine etkisi önemli değildir. Bununla birlikte bu konu eğilme momenti dağılımı üzerine önemli ölçüde etkilidir.

Temel gövdesinin kendi yükü seçilen boyutlardan kolayca bulunur. Üst yükler ile temel gövdesi kendi ağırlığının toplamı taban basıncı ile dengededir. Fleksibl bir üst yapı varsayımı durumunda üst yükün büyüklüğü ve dağılımı önceden bilindiğine göre, çoğunlukla hesap metodlarında taban basıncı dağılımı temel gövdesinin ve onun altındaki zeminin deformasyon koşulundan bulunur. Elastik bir alan temeli hesabının ana amacı taban basıncı dağılımının bulunmasıdır. Taban basıncı bulunduktan sonra kesit kuvvetleri, üstten gelen kolon yükleri ve alttan etki eden taban basıncı altında izostatik giriş esasına göre hesaplanır.

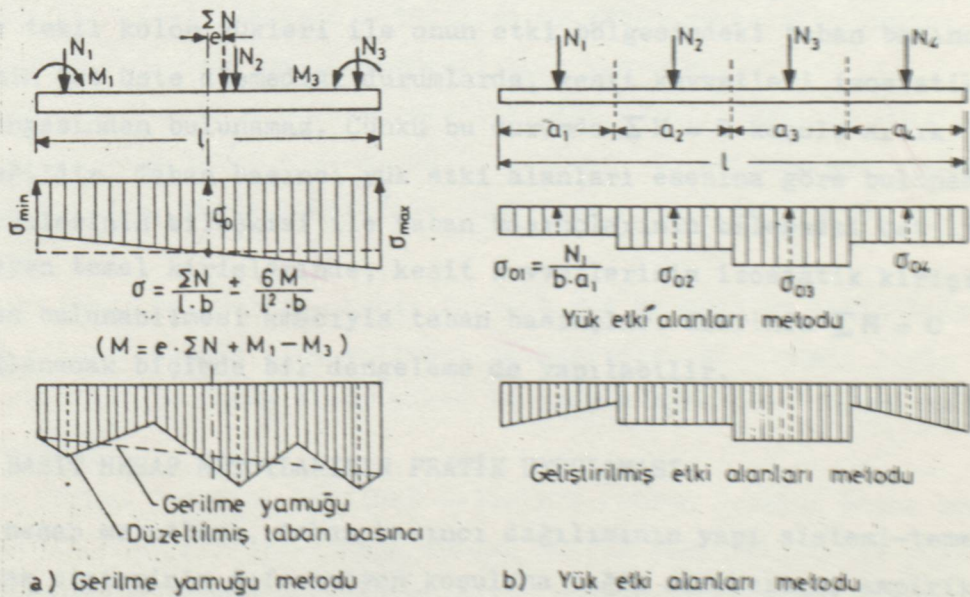
1.2.2. Alan temellerinin hesabı için geliştirilen metodlar

Yapı sistemi ve temel zeminin davranışı hakkında farklı varsayımlar yapılarak, sonunda alan temelinin boyutlandırılmasında farklı kesit kuvvetleri veren bir dizi yaklaşık metod geliştirilmiştir. Kesitlerine göre metodlar; büyük kesit kuvvetleri veren (güvenli) ve küçük kesit kuvvetleri veren (ekonomik) metodlar olmak üzere ikiye ayrılır.

1.2.3. Basit hesap metodları

- a) Taban basıncının sömel uzunluğunca doğrusal yayılı alınması
Gerilme yamuğu metodu:

Gerilme yamuğu metodu kullanılışı en basit ve sonuçları en az sağlamlıklı olan bir metoddur. Bu metotta sömel altındaki taban basıncı yapı sistemi ve temel zemininin deformasyonları gözönüne alınmaksızın denge denklemlerinden hesaplanır. Gerilme yamuğu metodu genellikle güç bükülebilir temel plaklarında iyi sonuçlar verir. Fakat bükülebilir temel plaklarında temel zemini sertleştikçe, gerçekte taban basıncı yük etki noktaları altına yığılması nedeniyle, artık bu metodun iyi sonuçlar vermeyeceği söylenebilir. Bu nedenle böyle durumlarda $\sum V = 0$ ve $\sum M = 0$ denge denklemleri gözönüne alınmak koşuluyla, taban basıncında kolonlar altında bir yükselme ve açıklıklarda bir azaltma yapılarak, gerçekteki dağılıma bir ölçüde yaklaşılabılır. (Şekil 1.7)



ŞEKİL 1.7. Basit hesap metodlarında taban basıncı dağılımları

Bu metottan elde edilen sonuçların güvenli olmayışı çoğu kez yüksek bir güvenlikle boyutlandırma yapılmasını gerektirir. Örneğin, sömel gövdesinin altına ve üstüne aynı donatı düzenlenmesi gibi.

Bununla birlikte gerilme yamuğu metodu tekil sömeler altındaki taban basıncı yayılışı için halen geçerliliğini korumaktadır.

- b) Taban basıncının yük etki alanları boyunca doğrusal yayılı alınması-yük etki alanları metodu:

Bu metot fleksibl üst yapılar altındaki elastik alan temelleri için gerçeğe yakın sonuçlar vermektedir. Metodun ana ilkesi, her kolonun yükünü etki bölgesine üniform olarak yaydığı varsayıma dayanmaktadır. Kolon etki alanlarının her yönde açıklık ortalarına kadar uzadığı düşünülür.

Bu metotta, kolon aralıkları eşit ve çıkma boyları her iki tarafta kolon aralıklarının yarısı kadar seçilirse, tekil kolon yükleri ile taban basıncı bileşkeleri üst üste düşeceğinden $\sum V = 0$ ve $\sum M = 0$ denge denklemleri sağlanır. Böylece kesit kuvvetleri izostatik kiriş dengesinden bulunabilir.

Kolon aralıkları ve çıkma boylarının birbirinden farklı olması genel durumunda, her tekil kolon yükü ile onun etki bölgesindeki taban basıncı bileşkesi birbiriyle çakışmayacağından, $\sum V = 0$ denge koşulu sağlanmasına karşın, $\sum M = 0$ denge koşulu artık geçerliliğini yitirir. Bu nedenle tekil kolon yükleri ile onun etki bölgesindeki taban basıncı bileşkesinin üst üste düşmediği durumlarda, kesit kuvvetleri izostatik kirişin dengesinden bulunamaz. Çünkü bu durumda $\sum M = 0$ koşulu artık geçerli değildir. Taban basıncı yük etki alanları esasına göre bulunan ve kolon yüklerinin bileşkisi ile taban basınçlarının bileşkisi üst üste düşmeyen temel kirişlerinde, kesit kuvvetlerinin izostatik kirişin dengesinden bulunabilmesi amacıyla taban basınçları üzerinde $\sum M = 0$ koşulu sağlanacak biçimde bir dengeleme de yapılabilir.

1.3. BASİT HESAP METOTLARININ PRATİK UYGULAMASI

Basit hesap metotları, taban basıncı dağılımının yapı sistemi-temel zemini ortak sisteminin deformasyon koşuluna bağlı olmaksızın, ampirik olarak alındığı kaba metotlardır.

Sürekli alan temellerindeki deformasyonlar ve buna bağlı olarak bulunan taban basıncı dağılımı, bir yandan üst yapı+temel sisteminin

toplam rijitliğine, öte yandan temel zeminin deformasyon yeteneğine bağlıdır. Üst yapı, temel ve zemin arasındaki bu karmaşık birbirine bağlılıktan dolayı alan temellerine ilişkin doğruluğu kesin çözümün çok güç, hatta olanaksız olduğu; bu nedenle en sağlıklı çözümlerde bile az veya çok yaklaşıklık bulunduğu anlaşılmıştır.

Üst yapı, temel ve zeminin deformasyonları arasındaki karmaşık bağıllıktan dolayı, sağlıklı çözümlerin çok fazla zaman ve emek harcayarak yapılabilmesine karşın, bunlardan elde edilen sonuçların her zaman gerçeğe en yakın olduğu da söylenemez. Hatta pek nadir olmakla birlikte bazı özel durumlarda boyutlandırma için en uygun kesit kuvvetliri basit hesap metotlarından elde edilir. Halen basit hesap metotlarının kullanılır olmasının ve temel gövdesinin boyutlandırılmasında sağlıklı hesap metotları yanında yer almasının en önemli nedenlerinden biri budur. Basit hesap metotlarını ilgi çekici duruma getiren ikinci önemli neden, uygulamasının çok basit, çözümünün çok kısa ve açık olmasıdır.

Basit hesap metotlarında taban basıncı iki ana varsayıma göre bulunabilir:

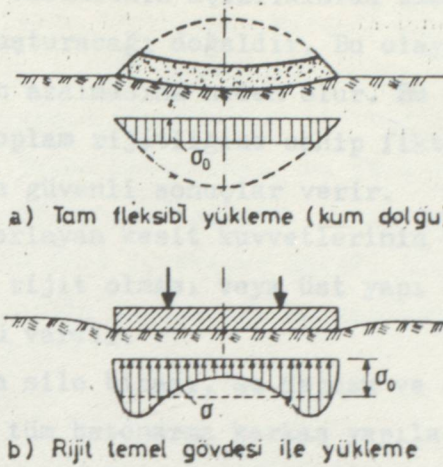
1) Taban basıncını sömel uzunluğunca doğrusal yayılı olarak alan, gerilme yamuğu metodu, ki bu metod genellikle temel zemine oranla oldukça rijit (güçbükülebilir) yapı sistemleri (temel+üst yapı) için uygundur.

2) Taban basıncını fiktif yük etki alanları boyunca doğrusal yayılı olarak alan (Yük etki alanları metodu), ki bu metod genellikle zemine oranla oldukça fleksibl yapı sistemleri için uygundur.

Zeminde basıncın yana yayılma özelliğinden dolayı, zeminin üniform sıkışmalarında bile taban basıncı üniform olmaz. Bu nedenle eşit taban basınçları altında, büyük sömellerde küçüklere oranla daha büyük oturma ortaya çıkar.

Üniform taban basıncının, ancak Şekil 1.8 a da görülen sabit kalınlıklı kum yığını altında elde edilmesi olanaklıdır. Bu durumda zemin oturması eğriseldir. Tekne biçimindeki bu oturma eğrisine "oturma kalıbı" da denilir.

Oturma eğrisi doğrusal yapılmak istenirse, yükün ortadan kenar bölgelere kaydırılması gerekir. Bunun sonucu olarak zemin rijit bir plak altında doğrusal oturmaya zorlanacağından, burada artık taban basıncının kenar bölgelere yığılacağı kolaylıkla anlaşılır. (Şekil 1.8 b).



ŞEKİL 1.8. Taban basıncı dağılımı

Üstten gelen yükler taban basıncına uygun olarak dağıtılabiliyorsa, temel gövdesinde hiçbir eğilme momenti doğmayacağı söylenebilir.

Buradan şu sonuç elde edilir:

Rijit bir temel plağı altındaki temel basıncı gerçektekenden uzaklaşacak biçimde doğrusal sınırlı alınır;

a) Üstten gelen yükler daha çok plak ortasına yığılmışsa, güvensiz tarafta bir boyutlandırma,

b) Yükler daha çok kenar bölgelere yığılmışsa, güvenli tarafta bir boyutlandırma yapılmış olur.

Fakat gerçekte sömel uçlarındaki basınç yığılmaları zeminin plastik deformasyonları sonucu azalır. Ayrıca yapı sisteminin (temel+üst yapı) rijitliği betondaki çatlak oluşumu ve sünme olayı sonucu zamanla önemli ölçüde küçülür. Bu olaylar nedeniyle alan temelleri altındaki taban basıncı yeniden doğrusal dağılım yönünde bir eğilim gösterir. Yapının inşası sırasında yapılan ölçmeler de bu eğilimi doğrulamaktadır. Bunun sonucu olarak doğrusal taban basıncı varsayımı belirli bir haklılık kazanmaktadır.

Yapı sistemi rijitliği temel ve üst yapı rijitliklerinin toplamı olarak elde edilir. Basit hesap metodlarında rijitlik oranları gerçek değerleri ile gözönüne alınmadığından, ancak rijitliğin sınır durumlarının esas alınmasıyla yetinilir.

Taban basıncının genel gidişi üzerine, temelin kendisinin rijit olması veya üst yapı tarafından rijitleştirilmesinin önemli bir etkisi yoktur. Temel-üst yapı toplam rijitliği sabit kalmak üzere temel rijit-

liği azaldıkça, taban basıncının açıklıklarda azalan ve kolon altlarında artan ondüleler oluşturacağı doğaldır. Bu olay temel gövdesindeki eğilme zorlanmalarının azalmasına neden olur. Bu nedenle taban basıncının, üst yapı-temel toplam rijitliğine sahip fiktif bir temel gövdesi için hesaplanması daha güvenli sonuçlar verir.

Temel gövdesinin zorlayan kesit kuvvetlerinin hesabında ise, temel gövdesinin kendisinin rijit olması veya üst yapı tarafından rijitleştirilmesinin önemli rolü vardır.

Kendisi rijit olan silo binası, su deposu ve rijit perdelerden oluşan yapılar dışındaki tüm betonarme karkas yapıların genellikle fleksibl olarak davrandığı varsayılır ve rijitlikleri basit hesaplarda ihmal edilebilir. Basit hesap metotlarında temel gövdesini zorlayan kesit kuvvetleri aşağıdaki varsayımlara göre bulunur:

a) Rijit yapı sistemi (üst yapı+temel) varsayımı:

Rijit yapı sistemi durumunda temel gövdesini zorlayan kesit kuvvetleri yönünden, temelin kendisinin rijit olması ve üst yapı tarafından rijitleştirilmesi olmak üzere iki durum ayırt edilir:

1) Kendisi rijit temeller:

Temele oranla fleksibl sayılacak bir üst yapı altında bulunan alan temelinin kendisi yeter derecede rijit ise (uygulamada normal betonarme karkas binalar altındaki kolon aralıkları küçük olan kısa temel kirişleri ile kısa ve kalın temel plakları bu gruba girer), temel gövdesini zorlayan kesit kuvvetleri üstten etki eden yapı yükleri ile alttan etki eden taban basıncı altındaki izostatik kirişin dengesinden bulunur. Çünkü bu durumda rijit temel gövdesinin deformasyonları çok küçüktür ve üst yapı fleksibl olduğundan bu deformasyonlara hiçbir direnç göstermeksizin uyar.

2) Üst yapı tarafından rijitleştirilmiş bükülebilir temel plağı:

Bükülebilir bir alan temeli üzerine rijit bir üst yapı bulunursa temel gövdesi tek başına zeminin deformasyonlarına kolayca uyabilecek durumda olmasına karşın, rijit üst yapı ile sürekli bağlı olmasından dolayı, üst yapı buna izin vermez. Bu durumda rijit üst yapı kolcolara rölatif olarak oturma yapamayacağından, alan temeli mesnetleri sabit ideal sürekli bir kiriş gibi davranır. Bu nedenle sömel gövdesini zorlayan kesit kuvvetleri, alttan etki eden taban basıncı altında kolon etki yerleri sabit mesnet alınarak ters çevrişmiş sürekli kiriş çözümlen-

den bulunur.

Fakat bu durumda taban basıncının gerçekteki uygun seçilememesinden dolayı, üst yapının statik hesabından bulunan kolon yükleri ile tersçevrilmiş sürekli kirişin çözümünden elde edilen mesnet reaksiyonları birbirine eşit olmaz. Taban basıncının, bu fark kuvvetleri oldukça küçük yapacak biçimde ayarlanması istenir. Taban basıncının uygun biçimde seçilmesi sonucu, bu fark kuvvetler önemli ölçüde azaltılabilir. Fark kuvvetlerin üst yapıda doğuracağı ek zorlamalar üst yapı tarafından alınmak zorundadır.

b) Fleksibl yapı sistemleri:

Bükülebilir alan temeli üzerinde fleksibl sayılabilecek bir üst yapı bulunursa (uygulamada normal betonarme karkas binalar altındaki kolon aralıkları büyük olan oldukça uzun temel kirişleri ile ince temel plakları bu gruba girer), bu durumda ise temel gövdesini zorlayan kesit kuvvetleri, üst yapının statik hesabından elde edilen yükler ile taban basıncı etkisinde bulunan izostatik kirişin dengesinden bulunur.

1.4. GELİŞTİRİLMİŞ YÜK ETKİ ALANLARI METODU

Fuchssteiner tarafından ortaya atılan etki alanları metodunda kenar bölgelerden yukarı doğru bükülmeden dolayı, bu bölgelerde mesnet momentlerinin artırılması gerektiği belirtilmiş olmasına karşın, kenar bölgelerde sömel ucuna doğru taban basıncının artması gerektiğinden hiç söz edilmemiştir. Oysa sıkışarak deforme olabilen bir zemin üzerine oturan plak şeridinde bu kenar bozukluğu ancak içten dışa doğru değeri artan bir taban basıncı dağılımı ile açıklanabilir. Ayrıca etki alanları metodunda kolon aralıklarının eşit olmaması veya çıkma boylarının uygun seçilememesi nedeniyle etki bölgesindeki uzunlukların farklı olması durumunda, metodun nasıl uygulanacağı konusuna çözüm getirilmemiştir.

Etki alanları metodundaki bu eksiklikleri gidermek ve daha sağlıklı sonuçlara ulaşmak amacıyla Köseoğlu tarafından genel ilkeleri aşağıda açıklanan "Geliştirilmiş yük etki alanları metodu" önerilmektedir.

1) Kolon aralıkları eşit olsun olmasın, yük etki alanlarının kenar kolonlarında konsol ucundan kenar açıklık ortasına, ara kolonlarda ise açıklık ortasından açıklık ortasına kadar uzadığı varsayılır.

2) Yük etki alanlarında oluşan tekil sömel parçalarına rijit gözüy-

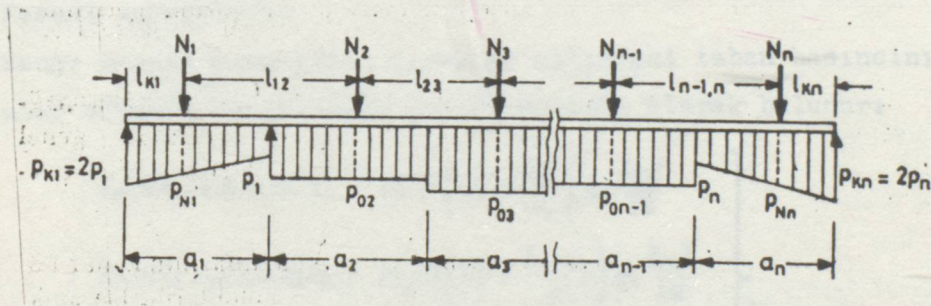
le bakılarak, her kolon yükü kendi etki bölgesine doğrusal yayılı olarak dağıtılır.

3) Fiktif taban basınçlarının ara kolonların etki bölgesinde daima üniform olduğu varsayılır. Kenar kolonların etki bölgelerinde ise; çıkma uzunluğu komşu açıklığın % 40 ına eşit veya ondan büyükse üniform, küçükse dıştaki değeri içtekinin iki katı olan standart yamuk alınır.

4) Kesit kuvvetlerinin hesabı yukarıda belirtilen fiktif taban basınçlarına dayanılarak yarı ampirik olarak bulunur. Kesme kuvvetleri ise doğrudan fiktif taban basıncı alanlarından gidilerek bulunur.

Eğilme momentlerinin hesabı için, önce mesnet momentlerinin tekil sömeller varsayımına dayanan ilk yaklaşım değerleri bulunur. İlk yaklaşım momentleri sürekli temelin kenar bozukluk sınırları da gözönüne alınarak düzeltilmesi sonucu gerçek mesnet momentleri elde edilir. Daha sonra açıklık momentleri ortalama fiktif taban basınçları ve mesnet momentleri etkisindeki basit kirişin dengesinden bulunur.

Geliştirilmiş etki alanları metodu fiktif taban basınçları ve kesit kuvvetlerinin hesabı Şekil 1.9 daki işaretlemeler altında aşağıdaki gibi yapılır:



ŞEKİL 1.9

Yük etki alanı uzunlukları:

Kenar kolonlar için:

$$\left. \begin{array}{l} a_1 = l_{k1} + l_{12}/2, \quad a_n = l_{kn} + l_{n-1,n}/2 \\ \text{Ara kolonlar için:} \\ a_2 = (l_{12} + l_{23})/2, \dots, a_{n-1} = (l_{n-2,n-1} + l_{n-1,n})/2 \end{array} \right\} (1.3)$$

Fiktif net taban basınçları:

Kenar etki bölgelerinde:

$$\left. \begin{aligned} l_{K1} < l_{12}/2,5 \text{ için : } p_1 &= \frac{2}{3} \frac{N_1}{a_1}; p_{K1} = 2p_1 \text{ ve } p_{N1} = \left(1 + \frac{l_{12}}{2a_1}\right) p_1 \\ l_{Kn} < l_{n-1,n}/2,5 \text{ için : } p_n &= \frac{2}{3} \frac{N_n}{a_n}; p_{Kn} = 2p_n \text{ ve } p_{Nn} = \left(1 + \frac{l_{n-1,n}}{2a_n}\right) p_n \\ l_{K1} \geq l_{12}/2,5 \text{ ve } l_{Kn} \geq l_{n-1,n}/2,5 \text{ için : } p_{01} &= N_1/a_1 \text{ ve } p_{0n} = N_n/a_n \end{aligned} \right\} \quad (1.4)$$

Ara etki bölgelerinde:

$$p_{02} = N_2/a_2, \quad p_{03} = N_3/a_3; \dots, \quad p_{0n-1} = N_{n-1}/a_{n-1} \quad (1.5)$$

Açıklıklar için geçerli net taban basınçları:

Kenar açıklıklarda:

$$\left. \begin{aligned} l_{K1} < l_{12}/2,5 \text{ için : } p_{1,2} &= (p_{N1} + p_1 + 2p_{02})/4 \\ l_{Kn} < l_{n-1,n}/2,5 \text{ için : } p_{n-1,n} &= (p_{Nn} + p_n + 2p_{0n-1})/4 \\ l_{K1} \geq l_{12}/2,5 \text{ ve } l_{Kn} \geq l_{n-1,n}/2,5 \text{ için ;} \\ p_{1,2} &= (p_{01} + p_{02})/2 \text{ ve } p_{n-1,n} = (p_{0n-1} + p_{0n})/2 \end{aligned} \right\} \quad (1.6)$$

Ara açıklıklarda:

$$p_{2,3} = (p_{02} + p_{03})/2, \dots, \quad p_{n-2, n-1} = (p_{0n-2} + p_{0n-1})/2 \quad (1.7)$$

Eğilme momentlerinin bulunması:

Mesnet momentleri:

Kenar mesnet momentleri çıkımlar altındaki taban basıncının kenar kolonlar altında oluşturduğu konsol momentini olarak bulunur:

$$\left. \begin{aligned} l_{K1} < l_{12}/2,5 \text{ için : } M_1 &= \left(10 + \frac{l_{12}}{a_1}\right) p_1 \frac{l_{K1}^2}{12} \\ l_{Kn} < l_{n-1,n}/2,5 \text{ için : } M_n &= \left(10 + \frac{l_{n-1,n}}{a_n}\right) p_n \frac{l_{Kn}^2}{12} \\ l_{K1} \geq l_{12}/2,5 \text{ için : } M_1 &= p_{01} \cdot l_{K1}^2/2 \\ l_{Kn} \geq l_{n-1,n}/2,5 \text{ için : } M_n &= p_{0n} \cdot l_{Kn}^2/2 \end{aligned} \right\} \quad (1.8)$$

Ara mesnet momentleri için ilk yaklaşım değerleri:

$$M_{i0} = N_i \cdot a_i / 8 \quad (1.9)$$

formülünden bulunur. Bu mesnet momentini bilindiği üzere kolon aralıklarının eşit olması durumunda rijit tekil sömelen mesnet momentine karşılıktır. Komşu kolon aralıklarının birbirinden çok farklı, olmadığı durumlarda, kolon altındaki mesnet momentinin ilk yaklaşım değeri olarak yi-

ne $M_{i0} \approx N_i \cdot a_i / 8$ olarak alınması uygundur. Bu konu kolonun her iki tarafına doğru farklı olmak üzere toplam değerleri $N/2$ biçimde üniform yayılı hayali bir yük dağılımı ile açıklanabilir. Böylece mesnet momentinin yukarıda verilen başlangıç değeri, kolon ekseninin hiç dönmediği varsayımına göre bulunan konsol momentlerinin ortalaması olur. Daha sonra deformasyon uyumluluğunu sağlamak amacıyla, bu ilk yaklaşım değerini $2/3$ oranında küçültülerek gerçek mesnet momenti:

$$M_i = N_i \cdot a_i / 12 \quad (1.10)$$

olarak bulunur. Esasen bu moment çok açıklıklı ideal bir sürekli kirişin mesnet momentidir. Bazı özel durumlarda; örneğin üç kolonlu kısa bir temel girişinde çıkma boyları $(l_{K1} + l_{Kn}) \geq (l_{12} + l_{n-1, n}) / 5$ koşulunu sağlayacak uzunlukta düzenlenmişse, orta kolon altındaki mesnet momentinde bir azaltma yapılmadan sözkonusu mesnet momentinin $M_2 = N_2 \cdot a_2 / 8$ olarak alınması önerilmektedir. Bu, kenar bozukluğunun bu koşullar altında temel girişinin tüm uzunluğu boyunca geçerli olduğu anlamına gelir.

En büyük açıklık momentleri:

Mutlak değer olarak en büyük açıklık momentleri, komşu mesnet momentlerinin ortalamasından ortalama fiktif taban basınçları etkisinden oluşan basit giriş açıklık momentinin çıkarılmasıyla yaklaşık olarak elde edilebilir:

$$\left. \begin{aligned} M_{1-2} &= \frac{M_1 + M_2}{2} - \frac{p_{12} \cdot l_{12}^2}{8}, & M_{2-3} &= \frac{M_2 + M_3}{2} - \frac{p_{23} \cdot l_{23}^2}{8}, \\ \dots, & M_{n-1, n} &= \frac{M_{n-1} + M_n}{2} - \frac{p_{n-1, n} \cdot l_{n-1, n}^2}{8} \end{aligned} \right\} \quad (1.11)$$

Kesme kuvvetleri:

Kesme kuvvetleri fiktif net taban basıncı alanlarından bulunur:

$$\left. \begin{aligned} Q_{1, sol} &= (p_{K1} + p_{N1}) \cdot l_{K1} / 2, & Q_{1, sağ} &= Q_{1, sol} - N_1 \\ Q_{2, sol} &= Q_{1, sağ} + p_{12} \cdot l_{12}, & Q_{2, sağ} &= Q_{2, sol} - N_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ Q_{n, sol} &= Q_{n-1, sağ} + p_{n-1, n} \cdot l_{n-1, n}, & Q_{n, sağ} &= Q_{n, sol} - N_n \\ \text{Kontrol: } & Q_{n, sağ} &= (p_{Nn} + p_{Kn}) \cdot l_{Kn} / 2 \end{aligned} \right\} \quad (1.12)$$

Kesme kuvveti formülleri kenar bölgelerde yamuk taban basıncı varsayımına göre yazılmıştır. $l_{K1} \gg l_{12}/2,5$ olması durumunda kenar bölgelerde de taban basıncı üniform yayılı alınacağından, $Q_{1sol} = p_{01} \cdot l_{K1}$ olarak bulunacağı açıktır.

Geliştirilmiş etki alanları metodu sağlıklı hesap metotları değerleri arasında, gerçeğe çok yakın sonuçlar verdiği görülmüştür.

Geliştirilmiş etki alanları metodu sonuçlarının incelenmesi:

Geliştirilen bu metotta sonuçların sağlık derecesi aşağıdaki koşulların yerine getirilmesine bağlıdır:

1) Kolon aralıkları birbirinden çok farklı olmamalıdır:

Kolon aralıkları bir artıp bir azalan sömellerde, kolon aralıklarının farklı olmasının fazla bir önemi yoktur. Kolon aralıklarının hep artarak veya azalarak gitmesi durumunda, çok sağlıklı sonuçlara ulaşılabilmesi için kolon aralıklarının birbirinden % 20 den fazla farklı olmaması istenir.

2) Çıkma boyları uygun boyda seçilmeli ve olabildiğince çıkmasız sömelden kaçınılmalıdır. En uygun çıkma boyu $l_{K1} \approx l_{12}/3,5$ olarak seçilmiştir. Bununla birlikte en elverişsiz durum olan çıkmasız temel kirişinde bile, hatta sınırı-izin verilen bir değeri pek fazla aşmaz. Pratikte çıkma boylarının komşu açıklığın dörtte biri ile üçte biri arasında seçilmesi uygun olur.

3) Üst yapı rijitliği yeterince küçük ve ortalama fiktif taban basınçları birbirine çok yakın olmalıdır. $p_{01} = N_1/a_1$, $p_{02} = N_2/a_2, \dots$, $p_{0n} = N_n/a_n$ ortalama net taban basınçları birbirine eşit veya çok yakın olursa, sonuçlar da çok sağlıklı olur. Gerçekte bu koşul, üst yapıdan kolonlara gelen yüklerin genellikle etki alanları ile orantılı olması nedeniyle çoğunlukla kendiliğinden sağlanır.

Sonuç olarak; geliştirilmiş etki alanları metodunda N_i/a_i oranları birbirine çok yakın, kolon aralıkları birbirinden çok farklı olmayacak ve çıkma boyları komşu açıklığın dörtte birinden küçük olmayacak biçimde seçilirse, üst yapıdan gelen kolon yükleri ile fiktif taban basınçları ve ampirik mesnet momentleri etkisindeki sürekli kirişin dengesinden elde edilen mesnet reaksiyonları arasındaki ΔN farkı daima %5 in altında kalır. Böylece çözüm pratik olarak sağlıklı sayılır.

sömellerde kolon yüklerinin bu ilkeye göre parçalanmasına ilişkin pratik formüller M. Reti tarafından verilmiştir.

Aşağıda iki yönde sürekli sömellerde kolon yükünün her iki doğrultuya bölünmesinde sık sık başvurulan etki bölgeleri yönteminin ana ilkelere verilmiştir. Bu basit hesap yöntemi iki varsayıma dayanmaktadır:

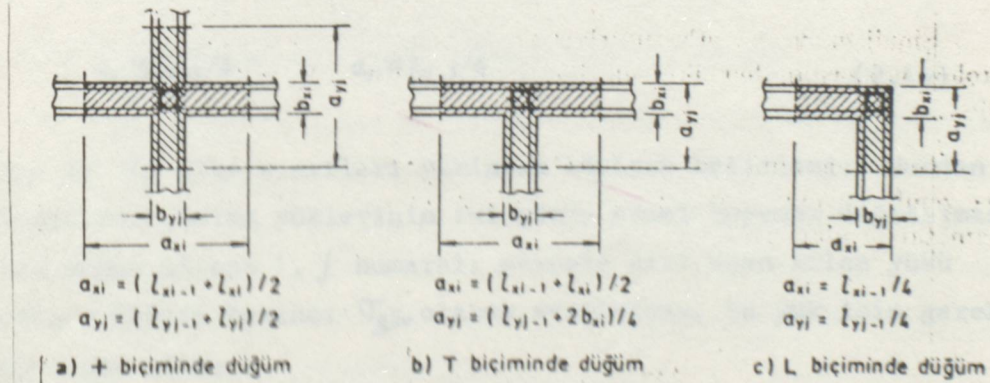
- Kolon yükleri, her iki doğrultuda etki bölgeleri boyunca sömel tabanına üniform dağılmaktadır,

- Kolon yükleri, her iki doğrultuda kolonun etki bölgesindeki taban alanları ile orantılı dağılmaktadır.

Bu iki varsayım altında, kolon yüklerini her iki doğrultuya uygun biçimde bölmek olanaklıdır. Kolon yükleri her iki doğrultuya bu şekilde dağıtıldıktan sonra, her bir doğrultudaki şerit sömeller kendi paylarına düşen kolon yükleri altında, aynen bir doğrultuda sürekli şerit sömellerde olduğu gibi hesaplanır.

Alan metodu olarak adlandırılan bu çözüm yönteminde en önemli sorun etki bölgeleri sınırının belirlenmesidir. İki doğrultudaki açıklık ve taban genişlikleri birbirine yakın şerit sömellerde, mesnedin etki bölgesi sınırları, aşağıdaki gibi alınabilir:

İki doğrultuda sürekli şerit sömelde Şekil 2.1 de görüldüğü gibi x yönündeki açıklıklar $l_{x12}, l_{x23}, \dots, l_{xn-1n}$ ve y yönündeki açıklıklar $l_{y12}, l_{y23}, \dots, l_{yn-1n}$ olarak verilmiştir. Izgara sömelde çıkma yapılıp yapılamadığına göre üç tür düğüm noktası ortaya çıkar (Şekil 2.2):



ŞEKİL 2.2. Izgara sömel düğüm noktalarında etki bölgesi sınırları

a) + biçiminde orta düğümler :

Eğer kenar ve köşe düğümlerde $l_{x1} \geq l_{x1}/3$ olacak şekilde çıkmalar düzenlenirse, bu düğümler de aynen orta düğümler gibi hesaplanabilir. Bu durumda etki bölgesi sınırları :

$$a_{xi} = (l_{xi-1} + l_{xi})/2 \quad a_{yi} = (l_{yi-1} + l_{yi})/2 \quad (2.1a)$$

b) T biçiminde düğümler :

Bu düğümlerle, çıkma yapılamayan kenar mesnetlerle, yalnızca bir doğrultuda çıkma yapılabilen köşe mesnetlerde karşılaşılır. Böyle bir düğümden sürekli yöndeki etki alanları açıklık ortalarına kadar uzamasına karşın, tek kollu (çıkmasız) doğrultudaki etki alanı açıklığın dörttebirine kadar uzanıyor alınabilir. Kısa çıkmalar yapılabiliyorsa (örneğin, $l_{x1} \approx l_{x1}/5$), bu durumda etki alanınının kısa çıkma doğrultusunda açıklığın üçtebirine kadar uzanması uygun olur.

Bu durumda etki bölgesi sınırları :

$$a_{xi} = (l_{xi-1} + l_{xi})/2 \quad a_{yi} = l_{yi-1}/4 + b_{xi}/2 \quad (2.1b)$$

c) L biçiminde düğümler :

Bu düğümlerle, her iki doğrultuda çıkma yapılamıyacak köşe mesnetlerde karşılaşılır. Bu durumda etki bölgesi sınırları :

$$a_{xi} = l_{xi-1}/4 \quad a_{yi} = l_{yi-1}/4 \quad (2.1c)$$

a_{xi} ve a_{yi} etki sınırları yaklaşık böylece belirlenir. Bundan sonra yapılacak adım kolon yüklerinin iki yönde sömel boyunca dağıtılmasıdır.

Göz önüne alınan i, j numaralı mesnede etki eden kolon yükü ise ve zemin güvenlik basıncı $\sigma_{g\u00fcd}$ olarak verilmişse, bu yük için gerekli toplam taban alanı :

$$A_{ij} = \frac{N_{ij}}{\sigma_{g\u00fcd} - \sigma_g} \quad (2.2)$$

formülü ile hesaplanır.

Şekil 2.2 deki işaretlemeler altında toplam taban alanı :

$$A_{ij} = a_{xi} \cdot b_{xi} + a_{yj} \cdot b_{yj} - b_{xi} \cdot b_{yj} \quad (2.3)$$

denklemleri ile tanımlanabilir. Bu denklemlerde A_{ij} Formül 2.2 ye göre ve a_{xi} , a_{yj} Formül 2.1 e göre belli olduğundan, bilinmeyen b_{xi} ve b_{yj} taban genişlikleri bulunabilir.

Temel taban genişlikleri böylece belirlendikten sonra, kolon yükünün her bir doğrultuya düşen bölümleri aşağıdaki gibi bulunabilir :

Öncelikle ;

$$N_{ij} = N_{xij} + N_{yij} \quad \text{ve} \quad \frac{N_{xij}}{A_{xij}} = \frac{N_{yij}}{A_{yij}}$$

eşitlikleri yazılır ve $A_{xij} = a_{xi} \cdot b_{xi}$ ve $A_{yij} = a_{yj} \cdot b_{yj}$ olarak düşünülürse, sonuç olarak x ve y doğrultusundaki N_{xij} ve N_{yij} aksenal yükleri aşağıdaki gibi hesaplanabilir :

$$N_{xij} = \frac{A_{xij}}{A_{xij} + A_{yij}} N_{ij} \quad \text{ve} \quad N_{yij} = \frac{A_{yij}}{A_{xij} + A_{yij}} N_{ij} \quad (2.4)$$

Eğer $a_{xi} = a_{yj}$ olarak seçilirse, $b_{xi} = b_{yj}$ alınarak veya genel olarak $a_{xi}/a_{yj} = b_{yj}/b_{xi}$ olacak şekilde b_{xi} ve b_{yj} genişlikleri seçilerek,

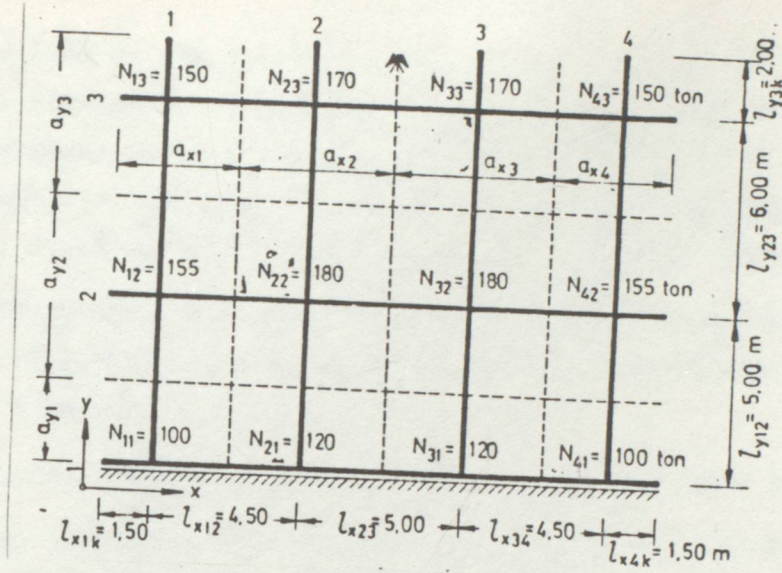
$$N_{xij} = N_{yij} = N_{ij}/2$$

olarak her bir doğrultuya kolon yükünün yarısı düşürülmüş olur.

ÖRNEK 1 KOLONLAR ALTINDAKİ İZGARA TEMELİN HESABI

Şekil 2.3 te genel planı ve kolon eksenleri görülen yapının temeli iki doğrultuda uzanan sürekli temellerin oluşturduğu ızgara temelin çözümü istenmektedir. Yapının bir tarafı önceden yapılan komşu yapı duvarına dayandığından, çıkma yapılamamaktadır. Binanın öteki üç tarafındaki temel çıkmaları, ekonomik sonuçlara ulaşmak amacıyla komşu kenar açıklığının 1/3 ü olarak seçilmiştir.

Zeminin taban güvenlik basıncı $\sigma_{0, \text{güv}} = 14,0 \text{ ton/m}^2$ olarak verildiğine göre, 12 kolonlu ızgara temelin hesabını etki bölgeleri yöntemine göre yapınız.



Şekil 2.3

Çözüm :

a) Taban genişliklerinin belirlenmesi :

Izgara temeli oluşturan sürekli temel genişlikleri her iki doğrultuda eşit seçilir. Kolon yüklerinin her iki doğrultuda etki uzunlukları boyunca üniform yayıldığı varsayılırsa, her kolon yükünden oluşan taban basıncı taban güvenlik basıncına eşitlenerek temel genişliği bulunur. Her bir şerit temel boyunca hesaplanan taban genişliklerinden en büyüğü ortak genişlik alınarak çözüm basitleştirilir. Hatta sistemin bütünü için hesaplanan taban genişliklerinden en büyüğü ortak genişlik alınarak tüm şerit temeller aynı genişlikte tasarlanabilir.

Kolon yükleri için etki uzunlukları :

$$a_{x1} = a_{x4} = L_{x1k} + L_{x12} / 2 = 1,50 + 4,50 = 3,75 \text{ m,}$$

$$a_{x2} = a_{x3} = (L_{x12} + L_{x23}) / 2 = (4,50 + 5,00) / 2 = 4,75 \text{ m}$$

Benzer biçimde $a_{y1} = 2,50 \text{ m}$, $a_{y2} = 5,50 \text{ m}$, ve $a_{y3} = 5,00 \text{ m}$ olarak bulunur.

Kolon etki alanları ve temel genişlikleri :

$$A_{f1} = a_{x1} \cdot b + a_{y1} \cdot b - b = 3,75 \cdot b + 2,50 \cdot b - b$$

$$= N_{f1} / \sigma_{güv} = 100 / 14,0 = 7,14 \text{ m}^2$$

Bu denklemden b çözülürse, $b_{f1} = 1,50 \text{ m}$ bulunur. Benzer denklemler öteki

kolonlar için de yazılır ve çözülürse ;

$b_{12} = 1,40$ m, $b_{13} = 1,47$ m, $b_{21} = 1,48$ m, $b_{22} = 1,46$ m, $b_{23} = 1,47$ m bulunur. Simetriden dolayı öteki düğüm noktalarındaki taban genişliklerinin hesabına gerek yoktur. Bu genişliklerin birbirine yakın çıkması bina temel boyutlarının iyi tasarlandığını gösterir. Burada tüm temeller için ortak genişlik olarak $b = 1,50$ m alınması uygundur.

Düğüm noktalarının tümünde genişlik $1,50$ m den küçük veya en fazla $1,50$ m olduğundan, taban basınçları güvenlik basıncından küçük veya en fazla ona eşittir.

b) Kolon yüklerinin her iki doğrultudaki temellere paylaşılması:

Bunun için genel ilkeleri daha önce açıklanan etki bölgeleri yönteminde yararlanılır. Buna göre x ve y yönündeki taban alanlarına bağlı olarak yükler aşağıdaki gibi dağıtılır :

$$N_{x11} = \frac{A_{x11}}{A_{x11} + A_{y11}} \cdot N_{11} = \frac{a_{x11} \cdot b}{a_{x11} \cdot b + a_{y11} \cdot b} \cdot N_{11} = \frac{a_{x11}}{a_{x11} + a_{y11}} N_{11}$$

(1,1) kolonu altında (T) biçiminde bir düğüm bulunduğundan, Şekil 2.2 ye göre,

$$a_{x11} = a_{x1} = 3,75 \text{ m ve } a_{y11} = a_{y1}/2 = 1,25 \text{ m}$$

olarak bulunur. (1,2) kolonu altında (+) biçiminde bir düğüm olduğundan,

$$a_{x12} = a_{x1} = 3,75 \text{ m ve } a_{y12} = a_{y2} = 5,50 \text{ m}$$

bulunur. Benzer biçimde öteki tüm a_{xij} ve a_{yij} uzunlukları hesaplanırsa

$$a_{x13} = a_{x1} = 3,75 \text{ m, } a_{x21} = a_{x22} = a_{x23} = a_{x2} = 4,75 \text{ m,}$$

$$a_{x31} = a_{x32} = a_{x33} = a_{x3} = 4,75 \text{ m, } a_{x41} = a_{x42} = a_{x43} = a_{x4} = 3,75 \text{ m}$$

$$a_{y21} = a_{y31} = a_{y41} = a_{y1}/2 = 2,50/2 = 1,25 \text{ m,}$$

$$a_{y22} = a_{y32} = a_{y42} = a_{y2} = 5,50 \text{ m,}$$

$$a_{y13} = a_{y23} = a_{y33} = a_{y43} = a_{y3} = 5,00 \text{ m}$$

olarak bulunur. N_{ij} ve a_{xij} , a_{yij} değerlerinden yararlanılarak, N_{xij} ve N_{yij} yükleri hesaplanırsa aşağıdaki sonuçlar elde edilir:

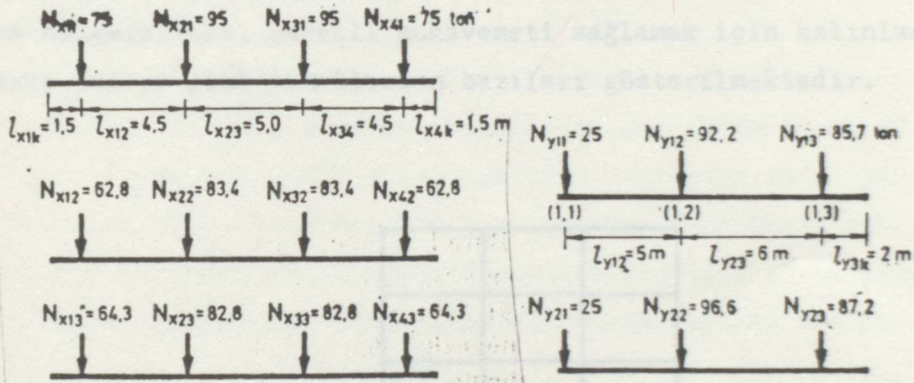
$$N_{x11} = \frac{a_{x11}}{a_{x11} + a_{y11}} \cdot N_{11} = \frac{3,75}{3,75 + 1,25} \times 100 = 75 \text{ ton}$$

$$N_{y11} = \frac{a_{y11}}{a_{x11} + a_{y11}} \cdot N_{11} = \frac{1,25}{3,75 + 1,25} \times 100 = 25 \text{ ton veya}$$

$$= N_{11} - N_{x11} = 100 - 75 = 25 \text{ ton}$$

Benzer işlemler öteki düğümlere de uygulanırsa, her kolon yükünün x ve y doğrultusuna düşen bölümleri bulunmuş olur. Böylece 12 kolonlu ızgara temel x doğrultusunda 3 ve y doğrultusunda 4 olmak üzere toplam 7 şerit temele indirgenmiş olur. Her şerit temel kendi doğrultusu için hesaplanan yükler altında aynen sürekli şerit temel gibi çözülür.

Izgara temelde x doğrultusunda uzanan 3 ve y doğrultusunda uzanan 4 şerit temele gelen kolon yükleri yukarıda açıklandığı gibi hesaplanmış ve Şekil 2.4 de topluca gösterilmiştir.

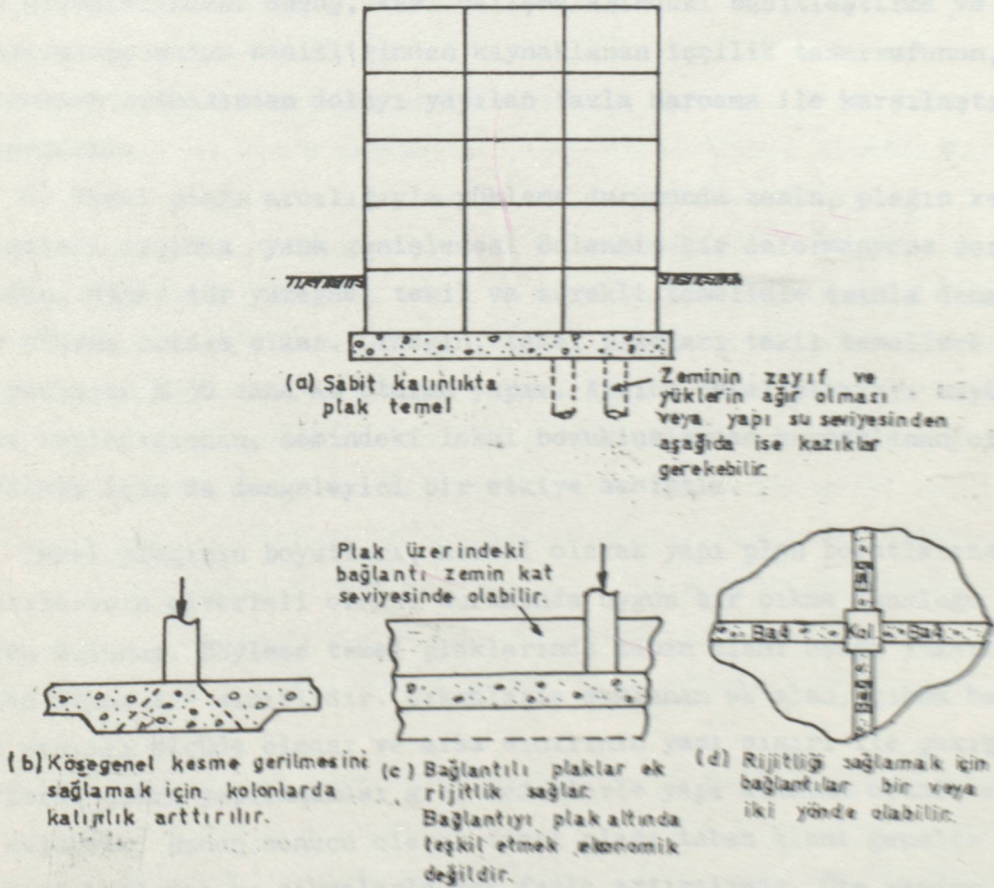


ŞEKİL 2.4

3. PLAK TEMELLER

Plak temeller, yapının tümü veya bir bölümü altında uzanan kirişli veya kirişsiz temel plaklarının oluşturduğu yüzey temelleridir.

Temel plaklarının yapılmasının nedeni, üst yapı yüklerinin çok büyük veya zeminin taban güvenlik basıncı çok küçük olmasındandır. Diğer bir neden de yapının taban suyuna karşı yalıtılmasıdır. Plakların ekonomik olması açısından nispeten ince kalınlıkta yapılırlar. Bu durumda kolonlar arası bağlantı gerekebilir. Diğer bir seçenekte, plaklar kolon bölgelerinde, gerekli mukavemeti sağlamak için kalınlaştırılabilir. Şekil 3.1 de plak temellerden bazıları gösterilmektedir.



ŞEKİL 3.1 Plak temeller

Temel plağı diğer tekil ve sürekli temel türlerine göre aşağıdaki üstünlüklere sahiptir :

a) Yapı temelini plak temel olarak seçilmesi ile çalışma tekniği yönünden inşaatın seyrinde hissedilir ölçüde bir kolaylık sağlanabilir. Çoğunlukla basit bir temel kazısı ile temiz ve rahat bir çalışma alanı elde edilir.

b) Temel plağı geniş ölçüde derzsiz olarak uygulanabildiğinden, özellikle prefabrike yapılarda taban suyuna karşı yalıtımda kolaylık sağlanır.

c) Tekil ve sürekli temellerin boyutları çok büyük çıkarsa, böyle durumlarda çoğunlukla temel plağının seçimi ekonomik olur. Bu durumda temel plağının ekonomik olup olmadığının araştırılması amacı ile, kalıp giderlerindeki düşüş, kazı çalışmalarındaki basitleştirme ve donatı konstruksiyonunun basitliğinden kaynaklanan işçilik tasarrufunun, temel betonunun artmasından dolayı yapılan fazla harcama ile karşılaştırılması gerekir.

d) Temel plağı arcılığıyla yükleme durumunda zemin, plağın kenar bölgeleri dışında yana genişlemesi önlenmiş bir deformasyona zorlandığından, diğer tür yüzeysel tekil ve sürekli temellere oranla daha küçük bir oturma ortaya çıkar. Örneğin, temel plamları tekil temellere oranla yaklaşık % 30 daha az oturma yapar. Ayrıca temel plakları büyük alanları kapladığından, zemindeki lokal bozukluklardan kaynaklanan oturma farkları için de dengeleyici bir etkiye sahiptir.

Temel plağının boyutları, normal olarak yapı plan boyutlarına arsa sınırlarının elverişli olması durumunda uygun bir çıkma uzunluğu eklenerek bulunur. Böylece temel plaklarında taban alanı aşağı yukarı yapı taban alanı ile sınırlıdır. Çıkma alanı ile sağlanan ek alan, çıkma boylarının sınırlı ölçüde olması ve arsa sınırının yapı sınırı ile çakıştığı yerlerde çıkma yapılamaması gibi nedenlerle yapı alanına oranla oldukça küçüktür. Bunun sonucu olarak temel plağı taban alanı genelde yapı alanına bağlıdır ve çıkma alanı pek fazla artırılamaz. Öte yandan temel plağının ortalama oturmasında zeminde oluşan ortalama taban basıncı ile orantılıdır. Ortalama taban basıncı üst yapı yükleri ile temel ağırlığı toplamının taban alanına bölünmesi sonucu elde edildiğine göre, taban basıncı da temel plaklarında pek fazla değiştirilemez. Temel

plaklarında üst yükler ile temel ağırlığı toplamının mertebesinden, taban basıncının mertebesi aşağı yukarı belirlenmiş olur. Elde edilen taban basıncı, zeminin taban güvenlik basıncından küçük veya en fazla ona eşit olması gerekir ;

$$\sigma_0 = \frac{\Sigma N + G}{A} \leq \sigma_{güv}$$

Eğer taban basıncı, taban güvenlik basıncından büyükse, taban alanı yukarıda belirtilen nedenlerle daha fazla artırılamayacağından, zeminin taban güvenlik basıncını artırıcı önlemlere başvurulması gerekir. Bunun için ya zemin sağlamlaştırma yöntemleri ile zeminin taşıma gücü artırılır; ya da mevcut zayıf zemin kazılıp atılarak, yerine yeter kalınlıkta taşıma gücü yüksek (örneğin, sıkıştırılmış kum-çakıl karışımı) bir zemin tabakası konulur. Böylece zemine gelen ortalama gerilme taban güvenlik basıncının altına düşürülmüş olur. Sonucu durumda kum-çakıl tabakasının yük altında yana kaçmasını önlemek için, ya bu tabaka planda taban boyutlarından yeter ölçüde daha büyük yapılır ya da etrafına duvar örülerek sağlam zeminin yanlara kaçması önlenir. Temel tabanı altına konulan sağlam zemin tabakasının tümü arazi yüzeyi altında ise, gerekli önlem alınmak koşuluyla çevre duvarı yapılmayabilir.

Taban basıncının taban güvenlik basıncından büyük olması durumunda başvurulacak başka bir yol, temel derinliğini artırarak taban güvenlik basıncını artırmaktır. Temel plaklarının üstü yapının kullanma alanında kaldığından dolayı dolgu malzemesi ile doldurulmaz. Bu nedenle temel plakları altındaki zeminin güvenlik basıncı aynı özelliklere sahip zeminde bile derinlere inildikçe artar. Çünkü derindeki zeminin taşıma gücünde en azından temel çukurundan uzaklaştırılan toprak ağırlığı kadar bir artış görüleceği doğaldır. Hatta temel çukurundan uzaklaştırılan toprak ağırlığının yapı ağırlığına eşit olması özel durumunda teorik olarak hiç bir basınç artışı ya da oturma oluşmayacağı söylenebilir.

Temel plaklarının tasarımı ve boyutlandırılmasında önemli olan bir konu da taban suyunun kaldırma kuvvetidir. Taban suyu kaldırma kuvvetinin temel plağının tasarımı ve boyutlandırılması üzerine etkisi aşağıdaki gibi açıklanabilir:

Öncelikle, temel plağı kesit kuvvetlerinin hesabında esas alınan net taban basıncının toplam değeri, denge denkleminde dolayı üst yapı

yüklerinin toplamına eşit olması gerekir. Böylece net taban basıncının toplam değeri, suyun kaldırma kuvveti bileşkesi üst yapı yüklerinin bileşke değerinden küçük olduğu sürece suyun kaldırma kuvveti ile değişmez. Hatta taban basıncı üniform yayılı olarak alındığında, taban suyu kaldırma kuvvetinin kesit kuvvetleri üzerine de etkisi yoktur. Eğer taban basıncı üniform yayılı değil de, gerçekte olduğu gibi kenar bölgelere yığılmış olarak alınır, su kaldırma kuvvetindeki değişikliğin plağın kesit kuvvetlerini de değiştirebilir. Örneğin, kenarlardan kolon veya duvarlar aracılığıyla yüklenmiş, tek açıklıklı basit bir plakta su kaldırma kuvveti açıklık momentlerini de arttırıcı yönde etki eder.

Öte yandan taban suyu kaldırma kuvveti oturmaların küçülmesine neden olur. Çünkü zemindeki oturmalar, üst yüklerden oluşan zemin basıncından su basıncının çıkarılmasıyla elde edilen efektif basınca bağlıdır.

Yukarıda belirtilen hususlar su kaldırma kuvveti bileşke değerinin tüm yapı yüklerinin toplamından küçük olması durumunda geçerlidir. Eğer taban suyu kaldırma kuvvetinin toplam değeri üst yapı+temelin toplam ağırlığından daha fazla ise, sistemin dengesi tehlikeye girer. Bu kaldırma kuvveti fazlalığı çevre sürtünmesini de yenebilecek büyüklükte ise, yapı toptan yukarı doğru hareket eder. Bu olay çoğunlukla, taban suyu düzeyi indirilerek kuruda temel çalışması yapılırken, üst yükler yeter ölçüde oluşmadan sandık biçiminde temel birdenbire taban suyu etkisinde kalırsa ortaya çıkabilir. Bu olay uygulamada çoğunlukla gözden kaçmakta ve büyük hasarlara yolaçmaktadır. Bu olaya karşı gerektiğinde, yapı yeter ölçüde yükleninceye kadar üzerine fazladan ağırlıklar konularak önlem alınabilir.

3.1 Taban basıncı ve kesit kuvvetlerinin hesabı

Temel plakları taban basıncı ve kesit kuvvetlerinin bulunması yönünden basit durumlu temel plakları ve genel durumlu temel plakları olmak üzere iki ana grupta incelenebilir.

3.1.1 Basit durumlu temel plakları

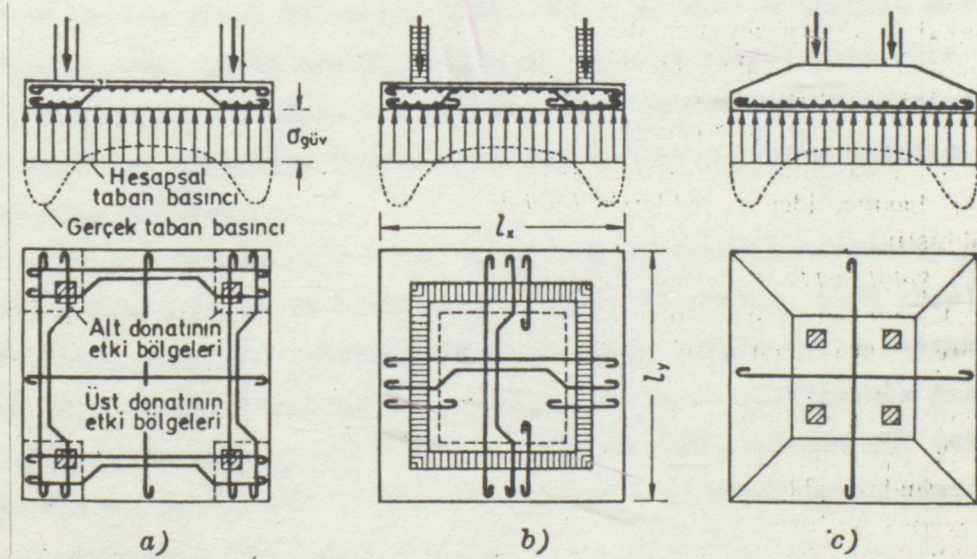
Bu temel plakları genellikle rijit yapılar altında bulunan ve oldukça rijit olan basit durumlu temel plaklarıdır. Bu tür temel plakları genellikle rijit üst yapıların kolonları veya duvarları tarafından yüklenmiştir. Bu temel plaklarını da statik bakımdan kalın temel plakları ve bir yönde nervürlü temel plakları olmak üzere iki ana gruba ayırmak mümkündür:

a) Kalın temel plakları

Rijit yapılar altındaki kirişsiz kalın temel plaklarına en güzel örnek kare ve kareye yakın tabanlı kule temelleridir. Kule yapıları genellikle rijit üst yapılar sınıfına girer. Bunların oturduğu temel plakları da çoğunlukla çevresinden duvarlarla veya köşelerinden kolonlarla yüklendiği için oldukça kalın olarak düzenlenirler. Oldukça kalın böyle bir temel plağında taban basıncının merkezi yükler altında üniform, eksantrik yükler altında yamuk biçiminde olmak üzere doğrusal sınırlı olduğu varsayılabilir. Bu varsayım genellikle kolon basınçları plağın deformasyonlarından kısmen veya tümüyle bağımsız olan rijit temel plakları için doğrudur.

1) Merkezi yüklü temel plakları:

Gerçek taban basıncının, doğrusal yayılı taban basıncından farklı olmak üzere Şekil 3.2 deki kesik çizgiye uygun olarak kenar bölgelere yığıldığı söylenebilir. Bu basınç yığılması plağın üstten dışbükey olan elastik deformasyonu ile daha da büyüme eğilimi gösterir (Şekil 3.2 a ve b).



ŞEKİL 3.2 Basit bir temel plağında değişik zorlanma türleri

Kenar bölgelerde zeminin plastik deformasyonu nedeniyle kırılma yüküne yaklaşıldığında basınç yığılması ortadan kalkar. Böylece sistem yeniden doğrusal sınırlı basınç dağılımına zorlanır. Bu olay nedeniyle plağın açıklık momentleri büyüyerek, basit hesap varsayımına yeniden uygun düşer.

Şekil 3.2 c deki kule temelinde durum büsbütün başkadır. Burada plak doğrusal yayılı bir $\sigma_0 = \sigma_{güv}$ taban basıncına göre boyutlandırılırsa gerçek taban basınçları bundan daha büyük bir konsol momenti oluşturur. Bu durumda güvensizlik yalnızca zeminde değil, aynı zamanda plak kesitlerinde de ortaya çıkar. Bu hesap yönteminde plak alt tarafında daha büyük bir çatlama tehlikesi olduğu varsayılır. Fakat bunun elastik anlamda yapıları öteki betonarme yapılarından daha büyük olmadığı ve sistemin güvenliğine pek fazla zarar vermeyeceği söylenebilir.

Bundan başka gerilme yığılması yalnızca zemindeki plastik olaylar nedeniyle oluşmayabilir. Temel plağının elastik bükülmesi de gerilme yığılmasına etkili bir katkı sağlayabilir. Plak ne denli ince olursa bu katkı da o denli büyük olur. Zira plağın elastik şekil değiştirmesi kenarlarındaki gerilme yığılmaları üzerinde oldukça etkilidir.

Şekil 2.3 deki temel plaklarının boyutlandırılmasında kenarlara ve köşegenlere paralel olan kesitler eğilme momenti ve kesme kuvvetine göre araştırılması gerekir.

2) Eksantrik yüklü temel plakları:

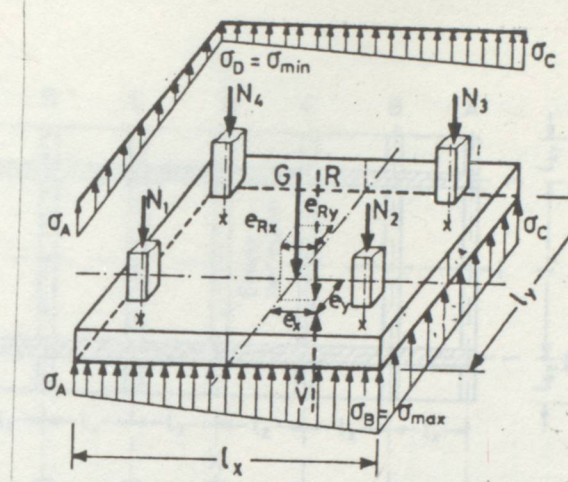
Eğer toplam yükün bileşkesi temel plağı tabanının ağırlık merkezine düşürülemezse, taban basıncı doğrusal dağılım varsayımına göre üçgen veya pamuk biçiminde olur. İki doğrultuda eksantrik yüklü dikdörtgen temel plakları altındaki taban basıncı dağılımı doğrusal dağılım varsayımına göre bulunur.

$V = \sum N + G$ toplam yükü temel plağı tabanı ağırlık merkezine göre her iki doğrultuda e_x ve e_y kadar eksantrik bulunursa, plak köşelerinde oluşan taban basınçları bileşke yükün çekirdek içinde kalıp kalmaması durumuna göre farklı formüllerden hesaplanır. Temel plaklarında genellikle $e_x \leq l_x / 6$ ve $e_y \leq l_y / 6$ koşulu sağlandığından, bileşke yük çekirdek içinde kalır. Bu durumda plağın dört köşesinde oluşan taban basıncı değerleri aşağıdaki formülden bulunur:

$$\sigma = \frac{V}{l_x \cdot l_y} \left(1 \pm \frac{6e_x}{l_x} \pm \frac{6e_y}{l_y} \right)$$

Formülde, işaretlerin pozitif alınması sonucu σ_{max} değeri, işaretlerin negatif alınması sonucu σ_{min} değeri elde edilir.

Temel plağı taban boyutları genellikle $\sigma_0 = V / (l_x \cdot l_y) \leq \sigma_{güv}$ koşulundan belirlenir.



ŞEKİL 3.3 Eksantrik yüklü temel plağı altındaki taban basıncı

Bununla birlikte $\sigma_{max} \leq k \cdot \sigma_{g\u00f6v}$ koşulunun sağlandığı da gösterilmiştir. k katsayısı $(e/l)_{max}$ değerine bağlı olarak aşağıdaki tablodan alınabilir.

k	e/l_x									$1/6 \leq e/l \leq 1/3$
	0	1/100	1/50	1/30	1/20	1/15	1/12	1/10	1/8	
	1,00	1,04	1,08	1,12	1,17	1,21	1,25	1,28	1,31	1,33

TABLO 3.1

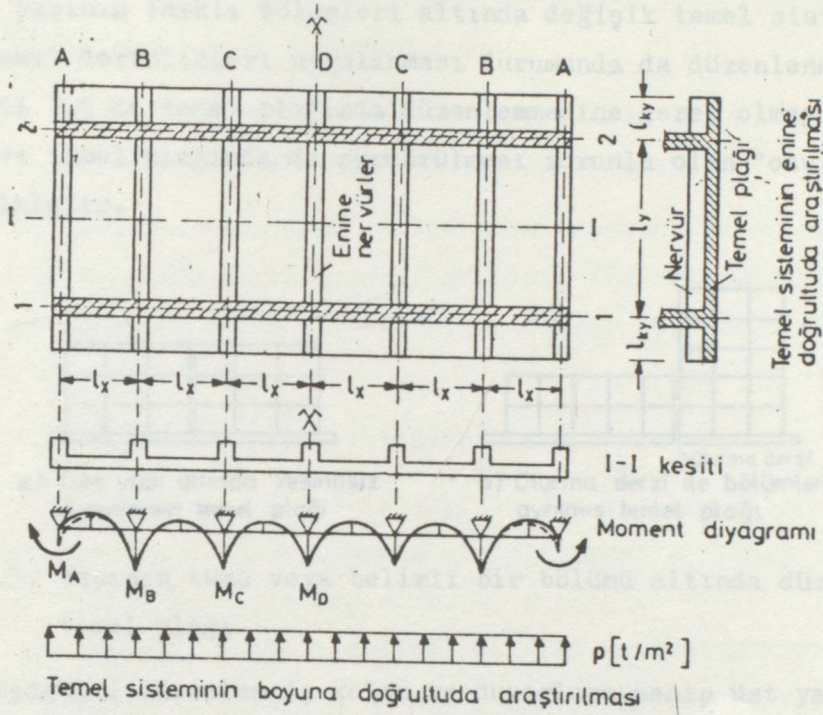
Tablodan da görüleceği üzere $1 \leq k < 1,33$ arasında değişen bir katsayı olup, $k=1$ değeri $e=0$ olan üniform taban basıncına ve $k=1,33$ değeri $e \geq 1/6$ olan üçgen taban basıncına karşılıktır.

Taban basıncı yukarıdaki gibi hesaplandıktan sonra temel plağını zorlayan kesit kuvvetleri $\sigma' = \sigma - \sigma_B$ net taban basıncı altında ters çevrilmiş plak esasından bulunur. Plağı zorlayan net taban basıncı üst yüklerin R bileşkesi ve onun noktasının e_{Rx} , e_{Ry} yük eksantrikliğine bağlı olarak da doğrudan bulunabilir:

$$\sigma' = \frac{R}{l_x \cdot l_y} \left(1 \pm \frac{6 e_{Rx}}{l_x} \pm \frac{6 e_{Ry}}{l_y} \right)$$

b) Bir doğrultuda nervürlü temel plakları:

Bu temel plakları Şekil 3.4 de görüldüğü gibi çoğunlukla birbirine paralel rijit iki duvar arasında uzanan nervürlü plaklardır. Temel plağının kalınlığını fazla artırmamak ve sisteme yeter derecede rijitlik kazandırmak amacıyla enine doğrultuda sık sık nervürler düzenlenmiştir.



ŞEKİL 3.4. Bir doğrultuda nervürlü basit temel plağı

Genellikle enine kirişlerin aralıkları temel plağının tek doğrultuda çalışmaya göre hesabını sağlayabilmek amacıyla $l_y/l_x \geq 2$ olacak biçimde düzenlenmiştir.

Temel sistemi rijit olduğundan, basit hesap varsayımında taban basıncı üniform ve boyuna doğrultuda sürekli plak şeridi için mesnetler sabit alınabilir. Bunun sonucu olarak temel plağı boyuna doğrultuda birim (1m) genişlikte şerit için $p = (\sigma_0 - \sigma_g) = \sigma'_0 [t/m^2]$ net taban basıncına göre aynen ters çevrilmiş sürekli kiriş gibi çözülebilir.

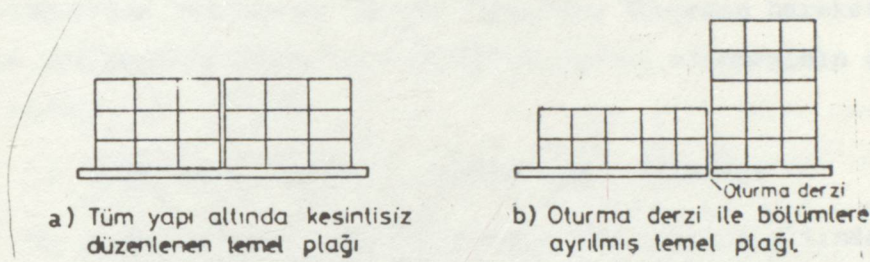
3.1.2 Genel durumlu temel plakları

Yapıların tümü veya belirli bir bölümü altındaki bir çok kolon veya duvar dizisini taşıyan ve her iki yönde sürekli uzanan kirişli ve kirişsiz temel plakları "Genel durumlu temel plakları" oluşturur.

Büyük alanlı yapılarda düzenlenen genleşme derzinden aynı zamanda oturma derzi olarak da yararlanılması sözkonusu değilse, tüm yapı altında tek bir temel plağı düzenlenmesi statik, konstruktif ve ekonomik yönden yararlıdır. Oturma derzleri temel zemini özelliklerinin ve üst yapı yüklerinin tüm genel alanı boyunca düzgün bir biçimde dağılması nedeniyle ortaya çıkabilecek oturma ve oturma farklarının yapı üzerindeki

zararlı etkilerini azaltmak amacıyla düzenlenirler. Ayrıca oturma derzlerinin yapının farklı bölümleri altında değişik temel sistemleri ve değişik temel derinlikleri uygulanması durumunda da düzenlenmesi gerekir.

Şekil 3.5 de temel plağında düzenlemesine gerek olmayan "genleşme derzi" ve temel plağında da sürdürülmesi zorunlu olan "oturma derzi" gösterilmiştir.



ŞEKİL 3.5. Yapının tümü veya belirli bir bölümü altında düzenlenen temel plağı

Gelişigüzel düzenlenmiş kolon ve duvarlara sahip üst yapı tarafından yüklenen bir temel plağında uzaysal bir deformasyon durumu ortaya çıkar. Bu uzaysal deformasyon bir taraftan üst yapının uzaysal rijitliğine, diğer taraftan zeminin uzaysal deformasyon yeteneğine bağlı olduğundan, üst yapı-temel ve temel zemini arasındaki kuvvet ve deformasyon bağıntısı çok karmaşıktır. Böyle uzaysal çalışma etkili etkili temel sistemlerinin ekzakt çözümü de son derece güç, hatta bazı durumlarda olanaksızdır.

Bu nedenle gerek sağlıklı hesap metotlarında, gerekse basit hesap metotlarında temel plağının çözümü için bazı basitleştirici varsayımlar yapmak zorunluluğu vardır. Bu amaçla temel plakları üzerinde bulunan üst yapı ya tam rijit veya tam fleksibl olarak alınır. Üst yapı için yapılan bu idealleştirmeden sonra, taban basıncı dağılımının bulunması için bazı varsayımlar yapılır: Taban basıncı iki ana varsayıma göre bulunmaktadır. Birincisi, tüm sistemin rijit bir cisim gibi davrandığı ilkesinden hareket ederek, taban basıncı temel plağının tümü altında doğrusal yayılı olarak alınır (bu varsayım rijit yapı sistemleri için uygun düşer). İkincisi, her kolonun yükünü etki alanına üniform yaydığı ilkesinden hareket ederek, taban basıncı birbirinden bağımsız olduğu düşünülen etki alanları boyunca üniform alınır (bu varsayım fleksibl yapı sistemleri için uygun düşer).

Bundan başka temel plaklarının çözümü için iki ana yöntem sözkonusu-

dur: Birincisi temel plağının ters çevrilmiş plak-kiriş sistemi olarak çözülmesi, ikincisi temel plağının ikis yönde birbirinden bağımsız plak şeritlerine ayrılarak çözülmesidir.

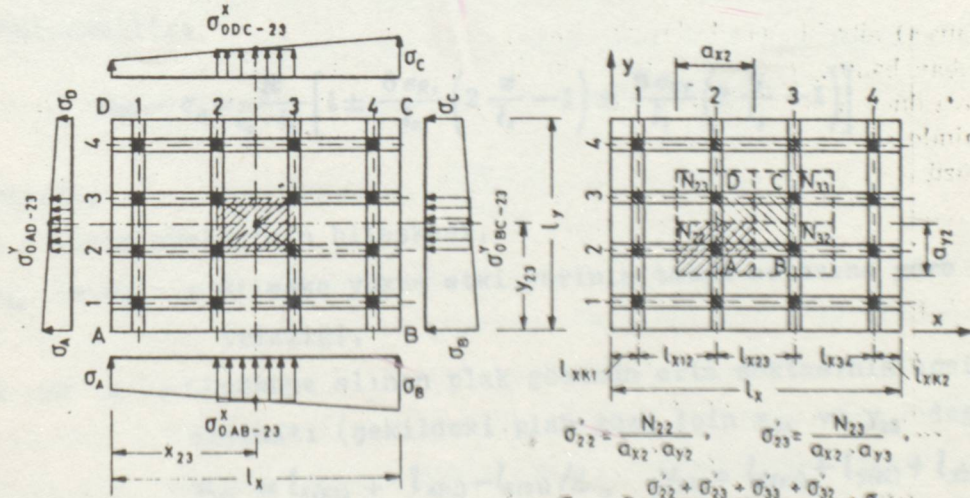
a) Temel plağı gözlerinin iki doğrultuda sürekli çalıştığı ilkesine dayanarak geleneksel yöntemle göre çözümü:

Bu çözüm yöntemi temel plaklarının hesabını ters çevrilmiş döşeme sistemlerine benzeterek yapmayı amaçlar. Yöntemin hareket noktası üzerine üst yapının rijit veya fleksibl olarak alınmasının çok önemli etkisi vardır.

1) Rijit üst yapılar altındaki temel plakları

Bu çözüm yöntemi genellikle rijit üst yapılar altında bulunan, taban boyutları pek büyük olmayan kirişli temel plakları ile kalın kirişsiz temel plakları için uygundur.

Taban basıncı tekil temellerdeki gibi merkezi yükleme durumunda üniform, eksantrik yükleme durumunda yamuk biçiminde yayılı olarak alınabilir. Elverişli çözümlere ulaşılabilmesi amacıyla plak kenarlarında uygun boyda çıkmalar yapılarak üst yüklerin bileşkesi ile tabanın ağırlık merkezi üst üste düşürülür.



a) Rijit yapı sistemi için taban basıncı varsayımı

b) Feksibl yapı sistemi için taban basıncı varsayımı

ŞEKİL 3.6

Bu durumda taban basıncı düzgün yayılı olarak alınabilir:

$$\sigma_0 = \frac{\Sigma N + G}{l_x \cdot l_y} \leq \sigma_{\text{göv}}$$

Üst yüklerin bileşkesi iki doğrultuda eksantrik ise, taban basıncı da her iki doğrultuda yamuk biçiminde olur. Bu durumda taban basıncının plak köşelerindeki ekstrem değerleri:

$$\sigma = \frac{\Sigma N + G}{l_x \cdot l_y} \left(1 \pm \frac{6 e_x}{l_x} \pm \frac{6 e_y}{l_y} \right) \leq k \cdot \sigma_{\text{güv}}$$

olarak elde edilir.

Bileşke yükün e_x ve e_y eksantrikliği küçük ise, temel plaklarında taban alanı büyük olduğundan eksantriklik relatif olarak oldukça küçüktür, temel plağı taban alanı $\sigma \leq \sigma_{\text{güv}}$ olacak biçimde boyutlandırılabilir.

Temel plağının kesit kuvvetleri hesabı, üst yapı rijit olduğundan $(\sigma - \sigma_{\text{g}})$ net taban basıncı altında aynen ters çevrilmiş kirişli döşeme gibi yapılabilir. Kolon yüklerinin bileşkesi temel plağı ortasında ise veya bileşkenin eksantrikliği çok küçük ise (örneğin, $e_x \leq l_x/60$ veya $e_y \leq l_y/60$ olursa) sürekli temel plağının tüm gözleri için $(\sigma - \sigma_{\text{g}})$ üniform yayılı net taban basıncı esas alınabilir. Temel plağına gelen kolon yüklerinin bileşkesi önemli ölçüde eksantrik ise, taban basıncı her iki yönde yamuk biçiminde olacağından, N_{22} , N_{23} , N_{32} ve N_{33} kolonları arasında kalan plak gözü için ortalama net taban basıncı aşağıdaki gibi bulunabilir:

$$\sigma_{0xy} - \sigma_{\text{g}} = \frac{R}{l_x \cdot l_y} \left[1 \pm \frac{6 e_{Rx}}{l_x} \left(2 \frac{x}{l_x} - 1 \right) \pm \frac{6 e_{Ry}}{l_y} \left(2 \frac{y}{l_y} - 1 \right) \right]$$

Burada;

R : Kolon yüklerinin bileşkesi,

e_{Rx} ve e_{Ry} : Bileşke yükün etki yerinin taban ortasına göre eksantrikliği,

x ve y : Gözönüne alınan plak gözünün orta noktasının apsis ve ordinatı (şekildeki plak gözü için x_{23} ve y_{23} değeri:

$$x_{23} = l_{x(k1)} + l_{x(k2)} - l_{x(23)}/2, \quad y_{23} = l_{y(k1)} + l_{y(k2)} + l_{y(23)}/2)$$

l_x ve l_y : Taban plağının x ve y doğrultularındaki toplam uzunluklarını tanımlar.

Basitleştirmek amacıyla σ_{0xy} ortalama taban basıncının ilgili plak gözü alanına üniform dağıldığı varsayılarak, her gözün üniform taban basıncı etkisinde bulunduğu düşünülebilir. Böylece her bir plak gözü $(\sigma_{0xy} - \sigma_{\text{g}})$ net taban basıncı yüküne göre ters çevrilmiş sürekli plak gibi hesaplanır. Sürekli plak gözleri iki yönde plak şeritlerine yük dağıtma yöntemi ile hesaplanabilir.

Sürekli plağın kesit kuvvetleri bu şekilde bulunduktan sonra, plaklardan kirişlere yamuk veya üçgen biçimde yük aktarılma ilkesine göre her bir açıklık için kiriş yükleri bulunur. En sonunda temel kirişleri bu yükler altında aynen ters çevrilmiş sabit mesnetli sürekli kiriş gibi hesaplanır.

Bu durumda taban basıncı yükleri altında sürekli kiriş hesabından bulunan mesnet tepkileri ile üstten gelen kolon yüklerinin birbirine tam eşit olmayacağı açıktır. Bu fark kuvvetlerin olabildiğince küçük olması istenir. Fark kuvvetlerinin küçük olması temel plağı tasarımının üniform taban basıncı ve rijit üst yapı varsayımına uygun düştüğü anlamına gelir.

2) Fleksibl üst yapılar altındaki bükülebilir temel plakları:

Bu çözüm yöntemi genellikle fleksibl üst yapılar altındaki kirişli veya kirişsiz bükülebilir temel plakları için uygun düşer.

Üst yapı fleksibl olduğunda her kolon yükünün kendi etki alanına üniform yayıldığı varsayılabilir. Kolon etki alanları her yönde açıklık ortalarına (kenarlarda plak kenarına) kadar uzanan dikdörtgen(veya kare) alanlar olarak alınmıştır.

Temel plağı taban boyutlarının bulunmasında oturmaya etkili ortalama taban basıncı esas alınmalıdır. Buna göre $\sigma_0 \leq \sigma_{g\bar{v}}$ eşitsizliğinden taban boyutları için aşağıdaki koşul elde edilir:

$$A_t = l_x \cdot l_y \geq \frac{\Sigma N + G}{\sigma_{\bar{v}}}$$

Temel plağının kesit kuvvetleri hesabı kolon etki alanlarındaki net taban basınçları esas alınarak yapılır. Herhangi bir plak gözündeki ortalama net taban basıncı plak gözü köşelerindeki 4 kolonun etki alanlarındaki net taban basınçlarından elde edilir. Bir plak gözü için esas alınacak ortalama net taban basıncı pratik olarak gözün köşelerinde bulunan 4 kolon yükü toplamının, bu komşu kolonlarının eksenleri ile sınırlanan plak gözü alanının 4 katına bölünmesi ile bulunur. Şekil 3.6 b deki notasyonlar altında ortalama net taban basıncı:

$$\sigma_{ABCD} = \sigma_g = \frac{\sigma_{22}' + \sigma_{23}' + \sigma_{33}' + \sigma_{32}'}{4} = \frac{N_{22} + N_{23} + N_{33} + N_{32}}{4(l_{x23} \cdot l_{y23})}$$

Kolon yükleri ile açıklıklar eşit ise $\sigma'_0 = N/(a_x \cdot a_y)$ olacaktır.

Her plak gözüne alttan etki eden ortalama net teben basınçları bu şekilde bulunduktan sonra, birçok plak gözünden oluşan sürekli temel plağı aynen ters çevrilmiş kirişli döşeme gibi hesaplanır. Bunun için Westergaard tarafından ortaya atılan moment katsayıları ile hesap yapılabilir.

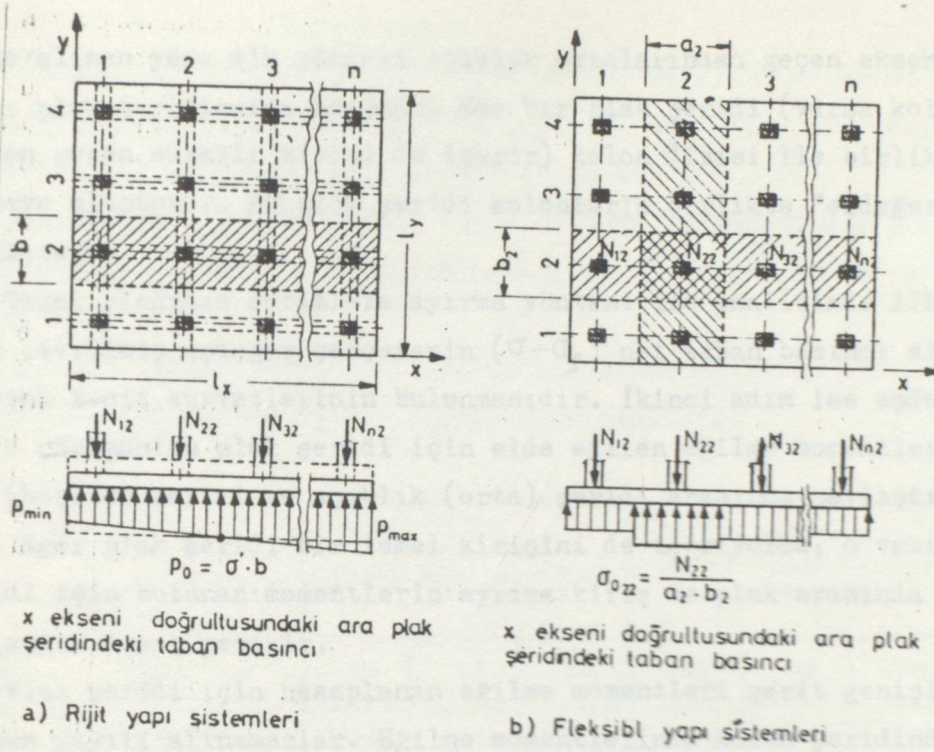
Temel kirişleri plak gözlerinden yamuk veya üçgen biçiminde etki eden net taban basıncı ve tekil kolon yükleri altındaki bükülebilir temel kirişi olarak hesaplanır. Bükülebilir temel kirişi izostatik kiriş veya etki alanları metotları ile çözülebilir.

Temel plaklarında her iki yöndeki kolon aralıkları ve yükleri birbirinden çok farklı ise, bu geleneksel çözüm yöntemi kullanılması iyidir. Ters durumda temel plağının şeritlere ayırma yöntemine göre çözülmesi en sağlıklı yoldur.

b) Temel plağının her iki eksen doğrultusunda plak şeritlerine ayırma yöntemiyle çözümü:

Büyük taban alanlı yapılar altındaki temel plakları genellikle çok sayıda kolon dizisi ile yüklendiğinden, taban basıncı ve kesit kuvvetleri iyi bir yaklaşımla her iki eksen doğrultusunda plak şeritlerine ayırma yöntemi ile bulunur. Her iki yöndeki plak şeritleri kolon yüklerinin tamamı için hesaplanır. Temel plağında deformasyonların uyumlu olması için üst yapıdan gelen eşit yüklerin yaklaşık olarak eşit kolon etki alanları aracılığıyla zemine iletilmesi istenir. Bu koşulun yerine getirilmesi amacıyla temel plağı kenarlarında uygun çıkıntılar düzenlenmesi yoluna gidilir. Böylece simetrik yüklü kolon dizileri altındaki plak şeritleri için üniform taban basıncı varsayımı ile gerçeğe yakın sonuçlar elde edilebilir.

Temel plağının her iki eksen doğrultusunda şeritlere ayırma yöntemine göre çözümünde şeritlerin birbirinden bağımsız olduğu ve birbirlerine burulma etkisiyle yük aktarmadıkları varsayılmaktadır.



ŞEKİL 3.7

1) Rijit üst yapılar altındaki temel plakları

Bu çözüm yöntemi taşıyıcı sistemi boyuna ve enine taşıyıcı duvarlarla veya benzer statik etkili konstruksiyonlarla rijitleştirilmiş üst yapılar altındaki kirişli ve kirişsiz temel plakları için uygundur. Temel plağı oldukça rijit ise, doğrusal yayılı taban basıncı kenar bölgelerde uygun biçimde artırılabilir. Temel plağının rijitliği azaldıkça taban basıncı açıklıklarda azalan, mesnetlerde artan ondüleler oluştu-racak biçimde düzenlenebilir. Kaya zeminlerde olduğu gibi, sıkışma (rijitlik) modülü çok yüksek zeminler üzerindeki temel plaklarında taban basıncı ondüleleri açıklık orta bölgelerinde sıfır değerine kadar düşebilir. Böyle durumlarda kolon eksenleri altında tepe noktaları olan bir basınç yayılımı da taktir edilebilir.

Bununla birlikte uygulamada çoğunlukla yamuk (veya dikdörtgen) biçiminde taban basıncı ile hesap yapılması yeterli görülmektedir.

Rijit üst yapılar altındaki temel plaklarının çözümü ($\sigma = \sigma_0$) taban basıncı yüklemesi altında aynen ters çevrilmiş döşeme gibi yapılmaktadır.

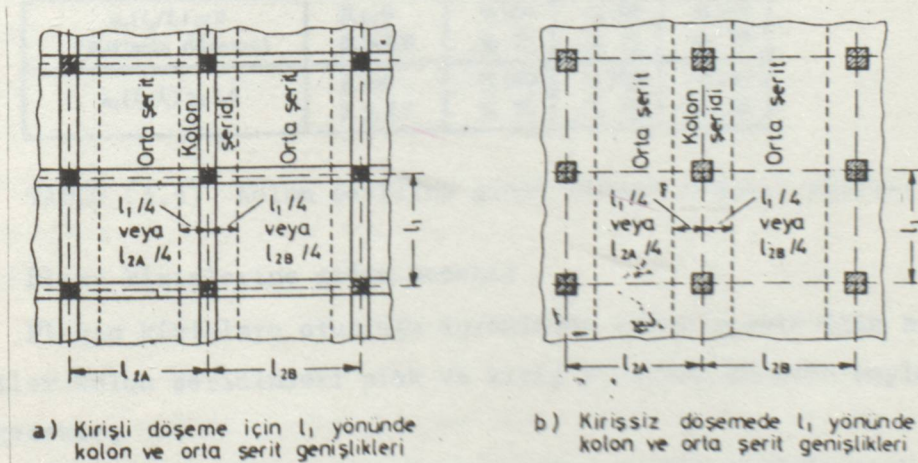
Temel plağı her iki yönde her bir kolon dizisi için genişliği göz-

önüne alınan yöne dik yöndeki açıklık ortalarından geçen eksenlerle sınırlı plak şeritlerine bölünür. Her bir plak şeridi (varsa kolon dizisinden geçen sürekli kirişi de içerir) kolon dizisi ile birlikte bir çerçeve oluşturur. Bu plak şeridi kolonlarla birlikte "eşdeğer çerçeve" oluşturur.

Temel plağının şeritlere ayırma yöntemi ile analizinde ilk adım ters çevrilmiş eşdeğer çerçevenin ($\sigma - \sigma_p$) net taban basıncı altında çözümlenerek kesit kuvvetlerinin bulunmasıdır. İkinci adım ise eşdeğer çerçevenin çözümünden plak şeridi için elde edilen eğilme momentlerinin kolon (başlık) şeridi ve açıklık (orta) şeridi arasında paylaşılmasıdır. Eğer plak şeridi bir temel kirişini de içeriyorsa, o vakit kolon şeridi için bulunan momentlerin ayrıca kiriş ve plak arasında yeniden paylaşılması gerekir.

Plak şeridi için hesaplanan eğilme momentleri şerit genişliğince düzgün yayılı alınamazlar. Eğilme momentlerinin kolon şeridinde açıklık şeridine göre daha fazla yoğunlaşacağı doğaldır.

Eşdeğer çerçeve çözümünden bulunan açıklık ve mesnet momentleri ŞEKİL (3.8) de gösterilen kolon ve orta şeritleri arasında paylaşılır. Kolon şeritinin genişliği, kolon (veya perde) ekseninin her iki tarafında $l_1/4$ veya $l_2/4$ den küçük olanı temel alınarak belirlenir. Kolon şeritleri arasında kalan plak parçası da orta şerit olarak tanımlanır.



Şekil 3.8

Kolon şeridine giden moment:

Eşdeğer çerçeve çözümünden elde edilen açıklık ve mesnet momentlerinin kolon şeridine düşen bölümü l_2/l_1 ve $\alpha_1(l_2/l_1)$ oranlarına bağlı olarak TABLO (3.2) ve (3.3) de verilmiştir.

Burada; $\alpha_1 = EI_2/EI_1$ olmak üzere çerçeve yönündeki kiriş eğilme rijitliğinin, eşdeğer çerçeveyi oluşturan plak şeridi eğilme rijitliğine oranıdır.

β_1 kenar kiriş burulma rijitliğinin, kiriş açıklığı genişliğinde olan plak parçasının eğilme rijitliğine oranıdır.

$l_2/l_1 \rightarrow$	Kolon şeridine giden Açıklık momenti yüzdesi			Kolon şeridine giden Mesnet momenti yüzdesi (Ara mesnet için)		
	0,5	1,0	2,0	0,5	1,0	2,0
$\alpha_1(l_2/l_1) = 0$ (Kirişsiz döşeme)	% 60	% 60	% 60	% 75	% 75	% 75
$\alpha_1(l_2/l_1) \geq 1,0$	% 90	% 75	% 45	% 90	% 75	% 45

TABLO (3.2) Kolon şeridine giden moment yüzdeleri

	β_1	l_2/l_1		
		0,5	1,0	2,0
$\alpha_1(l_2/l_1) = 0$ (Kirişsiz döşeme)	$\beta_1 = 0$	% 100	% 100	% 100
	$\beta_1 \geq 2,5$	% 75	% 75	% 75
$\alpha_1(l_2/l_1) \geq 1,0$	$\beta_1 = 0$	% 100	% 100	% 100
	$\beta_1 \geq 2,5$	% 90	% 75	% 45

TABLO (3.3) Kolon şeridine giden mesnet momenti yüzdesi

Plak kirişlerine giden moment:

Plakın kirişlere oturduğu durumlarda kolon şeridi için bulunan momentler kolon şeridindeki plak ve kiriş arasında yeniden paylaşılması gerekir;

$\alpha_1(l_2/l_1) = 1$ olduğu durumlarda, kolon şeridi momentinin % 85'inin kirişe gittiği varsayılır.

$\alpha_1(l_2/l_1)$ oranının 0 ile 1,0 arasında olduğu durumlarda, kirişin aldığı momentin toplam kolon şeridi momentine oranı % 0 ile % 85 arasında

doğrusal interpolasyon yapılarak bulunmalıdır.

Açıklık şeridine giden moment:

Açıklık şeridine giden momentler, başlık şeridi tarafından alınmayan mesnet ve açıklık momentlerinin başlık şeridinin her iki tarafında bulunan yarı açıklık şeritlerine orantılı olarak dağıtılması ile bulunur. Her açıklık şeridi her iki yarı açıklık şeridine düşen momentlerin toplamını taşıyacak şekilde boyutlandırılır.

2) Fleksibl üst yapılar altındaki temel plakları

Fleksibl üst yapılar zemin ve temel gövdesinin deformasyonlarına direnç göstermeden uyum sağlayan üst yapılardır. Uygulamada tam bir fleksibl yapı ile karşılaşılmaz. Her üst yapı temel sisteminin deformasyonlarına karşı az veya çok bir rijitliğe sahiptir.

Pratikte,,duvar ve perdelerle rijitleştirilmiş normal betonarme karkas yapılar altındaki plak temellerin basit çözümünde üst yapının fleksibl olarak davrandığı varsayılabilir.

Hatta temel sistemi karşısında rijit davrandığından kuşku duyulan kısmen rijit üst yapılarda bile, temel plağı kesit kuvvetlerinin fleksibl üst yapı varsayımına göre bulunması daha iyi olur. Çünkü fleksibl üst yapı, rijit olana göre temel plağında daha elverişsiz kesit kuvvetleri verir. Böylece temel plağının boyutlandırılması yönünden daha güvenli bir çözüm yapılmış olur. Bununla birlikte temel plağının boyutlandırılmasında gerektiğinde üst yapı rijitliğinin etkisi de gözönüne alınmalıdır.

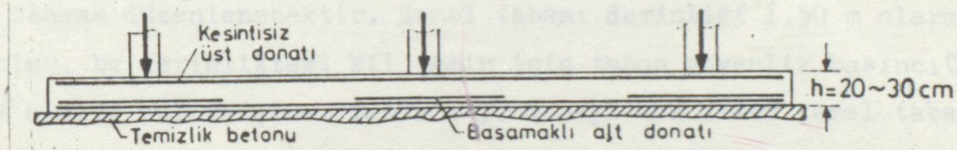
Fleksibl üst yapılar altındaki temel plağı da rijit üst yapılar altındakilerde olduğu gibi, her iki eksen doğrultusunda birbirinden bağımsız plak şeritlerine ayrılarak çözülür. Bu plak şeritlerindeki kesit kuvvetleri, üstten etki eden fleksibl yapı yükleri ve alttan etki eden $(\sigma - \sigma_p)$ net taban basıncı altında izostatik kirişin dengesinden bulunur.

Plak şeritlerinin kesit kuvvetleri, izostatik kirişin dengesi, yük etki alanları ve geliştirilmiş yük etki alanları metotları ile bulunabilir. Kesit kuvvetleri bu şekilde bulunduktan sonra, eğilme momentlerinin kolon (başlık) ve açıklık (orta) şeritlerine dağıtılması aynen rijit üst yapılar altındaki temel plaklarında olduğu gibi yapılır.

3.2 PLAK TEMELLERİN KONSTRUKSİYONU

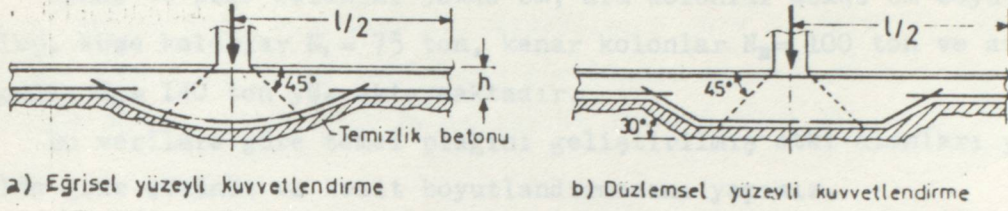
Temel plakları özellikle bağlantılı zeminlerde 6~8 cm kalınlığındaki bir temizlik betonu (grobeton) üzerine düzenlenir. Yeraltı suyunun yüksek olduğu bağlantılı zeminlerde, temel plağının yapımında önce drenaj sorununun kesinlikle çözüme kavuşturulması gerekir. Bina tesisatı ile ilgili boruların temel plağının üzerinden döşenmesine özen gösterilmelidir. Bu olanaklı değilse, tesisat boruları içinden yürünebilecek galerilerden geçirilmelidir. Böylece boruların bakımı ve onarımı temel plağına zarar verilmeden yapılabilir.

İnce temel plakları için genellikle 20 ila 30 cm lik bir kalınlık yeterlidir. Böyle temel plaklarının donatısı için özellikle hasır çelik kullanılması elverişlidir. Buna karşılık kolon bölgelerinde kullanılan alt hasır donatısının bir bölümü basamaklı olarak düzenlenebilir. (Şekil 3.9) Temel plaklarında kural olarak kayma donatısına gerek yoktur.



ŞEKİL 3.9 İnce temel plakları için hasır donatı düzenlenmesi

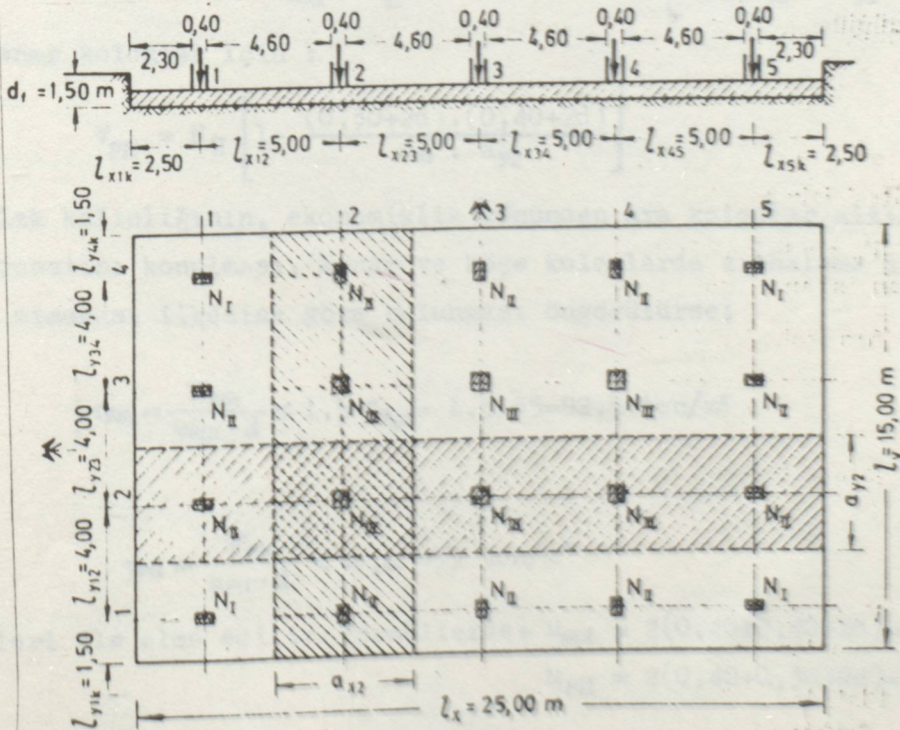
Pek fazla yüklü olmayan tekil kolonlar altında plak kalınlığı yeterli olarak seçildiğinde, çoğunlukla bir zımbalama tehlikesi ortaya çıkmaz. Bununla birlikte fazla yüklü narin kolonlar altındaki temel plaklarında zımbalama tehlikesi söz konusudur. Böyle durumlarda zımbalama donatısından kaçınmak istendiğinde, temel kalınlığının kolon bölgesinde artırılması gerekir. Temel plağının üst tarafından bodrum olarak yararlanılması istendiğinde, kalınlık artırılmasının yalnızca alt taraftan yapılması uygundur. Bu amaçla Leonhardt, hiçbir kayma donatısı gerektirmeyecek kalınlıkta düzenlenmiş basık tekne biçiminde bir kuvvetlendirme önermektedir. Böylece tekne biçiminde kuvvetlendirme için gerekli alt donatı, önceden hiç bir bükme işlemi yapılmaksızın kolayca yerine yerleştirilebilir. (Şekil 3.10) Bununla birlikte bu öneri, temel tabanına uygun biçim verme yönünden uygulamada güçlük doğurabilir. Şekil 3.10b de önerilen ters başlık, donatı için bir bükme işlemi gerektirmesine karşın, kazı ve betona biçim verme yönünden daha elverişlidir.



ŞEKİL 3.10

ÖRNEK 2 FLEKSİBL ÜST YAPILAR ALTINDAKİ KİRİŞSİZ TEMEL PLAĞININ HESABI

Fleksibl sayılabilecek betonarme iskeletli bir binanın temel planı Şekil 3.11 de gösterilmiştir. Üst yapı x yönünde 5 sıra y yönünde 4 sıra olmak üzere toplam 20 kolona sahiptir. Yapı temeli, taban güvenlik basıncı yapı yüklerine orala küçük olması nedeniyle, kirişsiz temel plağı olarak düzenlenecektir. Temel tabanı derinliği 1,50 m olarak seçilmiş olup, bu derinlikteki kil zemin için taban güvenlik basıncı $\sigma_{giv} = 8,0$ ton/m² olarak bulunmuştur. Taban suyu düzeyi her zaman temel tabanı altında bulunduğundan, su kaldırması sözkonusu değildir.



ŞEKİL 3.11 Kirişsiz temel plağı plan ve kesiti

Kenar ve köşe kolonlar 30x40 cm, ara kolonlar 40x40 cm boyutunda olup, köşe kolonlar $N_I = 75$ ton, kenar kolonlar $N_{II} = 100$ ton ve ara kolonlar $N_{III} = 140$ ton yük aktarmaktadır.

Bu verilere göre temel plağını geliştirilmiş etki alanları yöntemine göre çözünüz ve kesit boyutlandırmasını yapınız.

ÇÖZÜM :

a) Temel plağı kalınlığının belirlenmesi :

Kirişsiz temel plaklarında genellikle plak kalınlığı zımbalama donatısı gerektirmeyecek büyüklükte seçilir. Malzeme BS 20 ve BÇ III öngörüldüğüne göre zımbalama kayma gerilmesi :

$$\tau_p = \frac{V_p}{\gamma \cdot u_p \cdot d} \leq \tau_{p,sv}$$

Eksenel yükleme için $\gamma = 1,0$ ve BS 20 için $\tau_{p,sv} = 5,5$ kgf/cm² olarak alınır. V_p zımbalama yükü, N kolon yükünden zımbalama piramidi içinde kalan taban basıncı bileşkesinin düşülmesiyle elde edilen yüküdür.

Ara kolonlar için :

$$V_{pIII} = N_{III} - \frac{N}{a_{x2} \cdot a_{y2}} (0,40+2d)^2 = N_{III} \left[1 - \frac{(0,40+2d)^2}{a_{x2} \cdot a_{y2}} \right]$$

Kenar kolonlar için :

$$V_{pII} = N_{II} \left[1 - \frac{(0,30+2d) \cdot (0,40+2d)}{a_{x1} \cdot a_{y2}} \right]$$

Plak kalınlığının, ekonomiklik yönünden ara kolonlar altına zımbalama donatısı konulması, kenar ve köşe kolonlarda zımbalama donatısına gerek olmaması ilkesine göre bulunması öngörülürse;

$$\tau_{pIII} = \frac{V_{pIII}}{u_{pIII} \cdot d} \leq 1,5 \tau_{p,sv} = 1,5 \cdot 5,5 = 8,25 \text{ ton/m}^2$$

$$\tau_{pII} = \frac{V_{pII}}{u_{pII} \cdot d} \leq \tau_{p,sv} = 5,5 \text{ ton/m}^2$$

formüllerini ile elde edilir, formüllerinde $u_{pIII} = 2(0,40+0,40+2d) = 1,6+4d$

$$u_{pII} = 2(0,40+0,30+2d) = 1,4+4d$$

olarak yerine konursa d yararlı yüksekliğine göre 2. dereceden iki denklem elde edilir. Bu denklemler çözülürse, $d_{III} = 0,45$ m ve $d_{II} = 0,50$ m olarak elde edilir. Plak kalınlığı $h = d + d' = 0,50 + 0,05 = 0,55$ m seçilmiştir.

b) Taban basıncı ve güvenlik kontrolü :

1) Ortalama taban basıncı için :

Temel plağı üstünde 10 cm tesviye betonu+kaplama bulunduğuna göre öz ağırlık $\sigma_g = 2,4 \cdot 0,55 + 2,3 \cdot 0,10 = 1,55$ t/m² ve hareketli yük $p = 0,50$ t/m² olduğuna göre ortalama taban basıncı ;

$$\sigma_0 = \frac{\sum N}{l_x \times l_y} + \sigma_g + p = \frac{4 \times 75 + 10 \times 100 + 6 \times 140}{25,00 \times 15,00} + 2,05 = 7,76 < \sigma_{0\text{güv}} = 8,0 \text{ ton/m}^2$$

olarak bulunur.

2) Etki alanlarındaki fiktif taban basınçları için :

Yük etki alanı boyutları :

$$a_{x1} = l_{x1k} + \frac{l_{x12}}{2} = 2,50 + \frac{5,00}{2} = 5,00 \text{ m}, \quad a_{x2} = \frac{l_{x12} + l_{x23}}{2} = \frac{2 \times 5,00}{2} = 5,00 \text{ m}$$

$$a_{y1} = l_{y1k} + \frac{l_{y12}}{2} = 1,50 + \frac{4,00}{2} = 3,50 \text{ m}, \quad a_{y2} = \frac{l_{y12} + l_{y23}}{2} = \frac{2 \times 4,00}{2} = 4,00 \text{ m}$$

-Köşe kolonlar için fiktif net taban basınçları :

$$\sigma'_I = \frac{N_I}{a_{x1} \times a_{y1}} = \frac{75}{5,00 \times 3,50} = 4,29 \text{ ton/m}^2$$

-Kenar kolonlar için fiktif net taban basınçları :

$$\sigma'_{IIx} = \frac{N_{II}}{a_{x1} \times a_{y2}} = \frac{100}{5,00 \times 4,00} = 5,00 \text{ ton/m}^2$$

$$\sigma'_{IIy} = \frac{N}{a_{x2} \times a_{y1}} = \frac{100}{5,00 \times 3,50} = 5,71 \text{ ton/m}^2$$

-Ara kolonlar için fiktif net taban basınçları :

$$\sigma'_{III} = \frac{N}{a_{x2} \times a_{y2}} = \frac{140}{5,00 \times 4,00} = 7,00 \text{ ton/m}^2$$

$$\max \sigma = \sigma'_{III} + \sigma_g + p = 7,00 + 2,05 = 9,05 \leq 1,3 \cdot \sigma_{0\text{güv}} = 1,3 \times 8,0 = 10,4 \text{ ton/m}^2$$

c) Temel plağı eğilme momentlerinin hesabı :

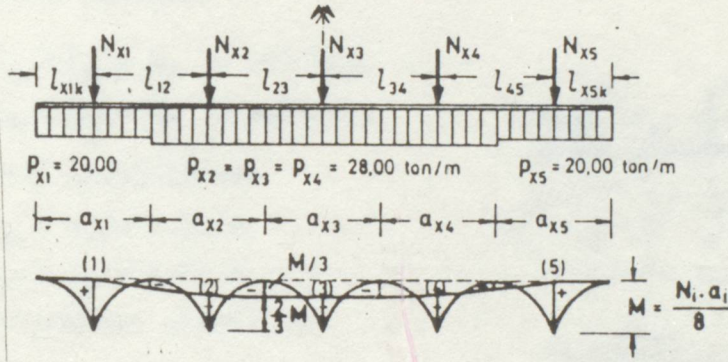
Eğilme momentleri temel plağı x ve y yönünde plak şeritlerine ayrılarak bulunur.

1) x yönünde ara plak şeritleri (şerit genişliği $a_{y2} = 4,00$ m)

$$N_{x1} = N_{x5} = N_{II} = 100 \text{ ton}, \quad N_{x2} = N_{x3} = N_{x4} = N_{III} = 140 \text{ ton}$$

$$a_{x1} = a_{x2} = a_{x3} = a_{x4} = a_{x5} = 5,00 \text{ m}$$

Bu yöndeki çıkma boyları $l_{x1k} > l_{12} / 2,5$ ve $l_{x5k} > l_{45} / 2,5$ olduğundan kenar etki alanlarındaki fiktif taban basınçları da üniform alınır.



ŞEKİL 3.12

$$p_{x1} = p_{x5} = N_{x1} / a_{x1} = 100 / 5,00 = 20,00 \text{ ton/m},$$

$$p_{x2} = p_{x3} = N_{x2} / a_{x2} = 140 / 5,00 = 28,00 \text{ ton/m}$$

$$M_{x1} = M_{x5} = \frac{p_{x1} \times l_{x1k}^2}{2} = \frac{20,00 \times 2,50^2}{2} = 62,50 \text{ ton m}$$

Ara mesnetler için ilk yaklaşım momentleri :

$$M_{x02} = M_{x03} = M_{x04} = \frac{N_{III} \times a_{x2}}{8} = \frac{140 \times 5,00}{8} = 87,50 \text{ ton m}$$

Dengelenmiş mesnet momentleri :

$$M_{x2} = M_{x3} = M_{x4} = 2/3 \times M_{x02} = 2/3 \times 87,50 = 58,33 \text{ ton m}$$

Açıklık momentleri:

$$P_{x12} = P_{x45} = (P_{x1} + P_{x2}) / 2 = (20,00 + 28,00) / 2 = 24,00 \text{ ton/m}$$

$$P_{x23} = P_{x34} = P_{x2} = 28,00 \text{ ton/m}$$

$$M_{x12} = (M_{x1} + M_{x2}) / 2 - P_{x12} \times l_{x12}^2 / 8 = (62,50 + 58,33) / 2 - 24,00 \cdot 5,00 / 8 = -14,59 \text{ ton m}$$

$$M_{x23} = M_{x2} - P_{x23} \times l_{x23}^2 / 8 = M_{x2} - \frac{3}{2} M_{x2} = -\frac{1}{2} M_{x2} = -\frac{1}{3} M_{x02} = -\frac{1}{3} 87,50 = -29,17 \text{ ton m}$$

2) y yönünde ara plak şeritleri (şerit genişliği: $a_{x2} = 5,00 \text{ m}$):

Kolon yükleri:

$$N_{y1} = N_{y4} = N_{II} = 100 \text{ ton,}$$

$$N_{y2} = N_{y3} = N_{III} = 140 \text{ ton,}$$

Etki uzunlukları:

$$a_{y1} = a_{y4} = 3,50 \text{ m,}$$

$$a_{y2} = a_{y3} = 4,00 \text{ m.}$$

Bu yöndeki çıkma uzun-

lukları;

$$l_{y1k} = 1,50 < l_{y12} / 2,5 = 4,00 / 2,5 = 1,60 \text{ m}$$

ve

$$l_{y4k} = 1,50 < l_{y34} / 2,5 = 1,60 \text{ m}$$

koşulunu sağlandığından, fiktif taban basıncı kenar bölgelerde dıştaki değeri içtekinin iki katı olan standart yamuk olarak alınacaktır.

Fiktif taban basınçları:

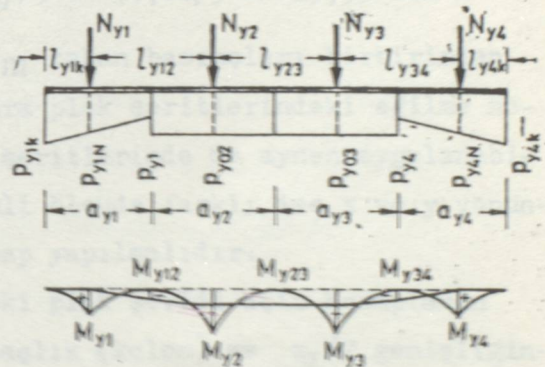
$$P_{y1} = P_{y4} = \frac{2}{3} \frac{N_{y1}}{a_{y1}} = \frac{2}{3} \cdot \frac{100}{3,50} = 19,05 \text{ ton/m,}$$

$$P_{y1k} = P_{y4k} = 2P_{y1} = 2 \cdot 19,05 = 38,10 \text{ ton/m}$$

$$P_{y1N} = P_{y4N} = \left(1 + \frac{l_{y12}}{2a_{y1}}\right) \cdot P_{y1} = \left(1 + \frac{4,00}{2 \cdot 3,50}\right) \cdot 19,05 = 29,94 \text{ ton/m}$$

$$P_{y02} = P_{y03} = \frac{N_{y2}}{a_{y2}} = \frac{140}{4,00} = 35,00 \text{ ton/m} = P_{y22}$$

$$P_{y12} = P_{y34} = (P_{y1N} + P_{y1} + 2P_{y02}) / 4 = (29,94 + 19,05 + 2 \cdot 35,00) / 4 = 29,75 \text{ ton/m}$$



Şekil 3.13

Mesnet momentleri:

$$M_{y1} = M_{y4} = \left(10 + \frac{l_{y12}}{a_{y1}}\right) \frac{P_{y1} \cdot l_{y1k}^2}{12} = \left(10 + \frac{4,00}{3,50}\right) \times \frac{19,05 \cdot 1,50^2}{12}$$
$$= 39,80 \text{ ton/m}$$

$$M_{y02} = M_{y03} = \frac{N_{y2} \cdot a_{y2}}{8} = \frac{140 \cdot 4,00}{8} = 70,00 \text{ ton m}$$

$$M_{y2} = M_{y3} = \frac{2}{3} \cdot M_{y02} = \frac{2}{3} \times 70,00 = 46,67 \text{ ton m}$$

Açıklık momentleri:

$$M_{y12} = M_{y34} = \frac{M_{y1} + M_{y2}}{2} - \frac{P_{y12} \times l_{y12}^2}{8} = \frac{39,80 + 46,67}{2} - \frac{29,75 \cdot 4,00^2}{8}$$
$$= -16,27 \text{ ton m}$$

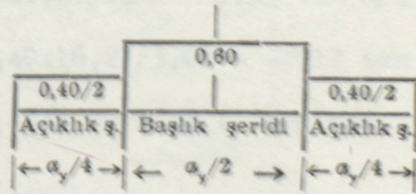
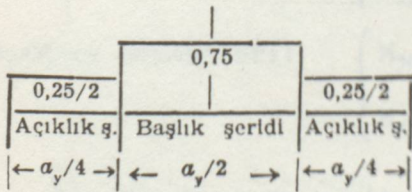
$$M_{y23} = M_{y2} - P_{y23} \cdot l_{y23}^2 / 8 = -M_{y2} / 2 = -M_{y02} / 3 = -70,00 / 3 = -23,33 \text{ ton m}$$

olarak elde edilir. Eğer σ_I , σ_{II} ve σ_{III} taban basınçları birbirinden fazla farklı değilse, x ve y yönünde ara plak şeritlerindeki eğilme momentleri için hesaplanan donatı kenar şeritlerinde de aynen uygulanabilir. Taban basınçları birbirinden önemli ölçüde farklı ise x ve y yönündeki kenar şeritler için de ayrıca hesap yapılmalıdır.

Yukarıda x yönünde a_y genişliğindeki plak şeridi için hesaplanan eğilme momentleri $a_y/2$ genişliğinde başlık (kolon) ve $a_y/2$ genişliğinde açıklık (orta) şeritlerine (a_y etki genişliğinin küçük olanıdır) aşağıdaki oranlarda dağıtılır:

Mesnet momentleri için:

Açıklık momentleri için:



Örneğimizde x yönündeki $a_{y2} = 4,00$ m genişlikli ara plak şeridi momentleri, başlık ve açıklık şeritlerine yukarıdaki oranlarda dağıtılır:

$a_{y2} / 2 = 2,00$ m genişliğindeki başlık şeridi için:

Mesnet momentleri: $\left\{ \begin{array}{l} M_{x1} = M_{x5} = 0,75 \times 62,50 / 2,00 = 23,44 \text{ ton m/m} \\ M_{x2} = M_{x3} = M_{x4} = 0,75 \times 58,33 / 2,00 = 21,87 \text{ ton m/m} \end{array} \right.$

Açıklık momentleri:
$$\begin{cases} M_{x12} = M_{x45} = -0,60 \times 14,59 / 2,00 = -4,38 \text{ ton m/m} \\ M_{x23} = M_{x24} = -0,60 \times 29,17 / 2,00 = -8,75 \text{ ton m/m} \end{cases}$$

$a_{y2} / 2 = 2,00$ m genişliğindeki açıklık şeridi için:

Mesnet momentleri:
$$\begin{cases} M_{x1} = M_{x5} = 0,25 \times 62,50 / 2,00 = 7,81 \text{ ton m/m} \\ M_{x2} = M_{x3} = M_{x4} = 0,25 \times 58,33 / 2,00 = 7,29 \text{ ton m/m} \end{cases}$$

Açıklık momentleri:
$$\begin{cases} M_{x12} = M_{x45} = -0,40 \times 14,59 / 2,00 = -2,92 \text{ ton m/m} \\ M_{x23} = M_{x24} = -0,40 \times 29,17 / 2,00 = -5,83 \text{ ton m/m} \end{cases}$$

Benzer biçimde y yönündeki $a_x = 5,00$ m genişlikli ara plak şeridi için bulunan momentler $a_y < a_x$ olmasından dolayı, yine $a_y / 2$ genişliğindeki başlık ve $(a_x - a_y / 2)$ genişliğindeki açıklık şeritlerine aynı oranda dağıtılır:

$a_y / 2 = 2$ m genişliğinde başlık şeridi için:

Mesnet momentleri:
$$\begin{cases} M_{y1} = M_{y4} = 0,75 \times 39,80 / 2,00 = 14,93 \text{ ton m/m} \\ M_{y2} = M_{y3} = 0,75 \times 46,67 / 2,00 = 17,50 \text{ ton m/m} \end{cases}$$

Açıklık momentleri:
$$\begin{cases} M_{y12} = M_{y34} = -0,60 \times 16,27 / 2,00 = -4,88 \text{ ton m/m} \\ M_{y23} = -0,60 \times 23,33 / 2,00 = -7,00 \text{ ton m/m} \end{cases}$$

$(a_x - a_y / 2)$ m genişliğindeki açıklık şeridi için:

Mesnet momentleri:
$$\begin{cases} M_{y1} = M_{y4} = 0,25 \times 39,80 / 3,00 = 3,32 \text{ ton m/m} \\ M_{y2} = M_{y3} = 0,25 \times 46,67 / 3,00 = 3,89 \text{ ton m/m} \end{cases}$$

Açıklık momentleri:
$$\begin{cases} M_{y12} = M_{y34} = -0,40 \times 16,27 / 3,00 = -2,17 \text{ ton m/m} \\ M_{y23} = -0,40 \times 23,33 / 3,00 = -3,11 \text{ ton m/m} \end{cases}$$

d) Temel plağı kesit boyutlandırılması:

1) Eğilmeye göre kesit boyutlandırılması:

Malzeme: BS 20, BÇ III, güv $\sigma_c / \sigma_s = 80 / 2200 \text{ kgf/cm}^2$

İki doğrultuda çalışan kirişsiz plaklar için iki yöndeki donatı yüzdelerinin toplamı BÇ I için 0,004, BÇ III ve BÇ IV için ise 0,0035 den az olmamalıdır. Donatı aralığı plak kalınlığının 1,5 katından ve 25 cm den fazla olmamalıdır.

Plak kalınlığı zımbalama güvenliği yönünden $h = 55$ cm olarak saptan-

mişti. x yönündeki plak şeritleri için $d = h - d' = 55 - 5 = 50$ cm alınabilir.

Bir yönde gerekli minimum donatı:

$$a_{s\min} = 0,0035 \times b \times d / 2 = 0,0035 \times 100 \times 50 / 2 = 8,75 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Seçilen minimum donatı $\Phi 16/22$ cm ($9,14 \text{ cm}^2/\text{m}$) olup, bu donatı tarafından taşınabilecek en büyük eğilme momenti $M = 9,35$ ton m/m olarak bulunur.

x yönündeki plak şeritleri için kesit kontrolü ve donatı hesabı:

Başlık şeridi M [ton m/m]	1 Mesnedi $M_{x1} = 23,44$	1-2 Açıklığı $M_{x12} = -4,38$	2 Mesnedi $M_{x2} = 21,87$	2-3 Açıklığı $M_{x23} = -8,75$	3 Mesnedi $M_{x3} = -21,87$
d [cm]	50	50	50	50	50
σ_c [kgf/cm ²]	68	—	64	—	68
a_s [cm ² /m]	23,82	$a_{s\min}$	22,13	$a_{s\min}$	22,13
Üst donatı		10 $\Phi 16/22$		10 $\Phi 16/22$	
Alt donatı	2 $\times \Phi 16$		2 $\times \Phi 16$		2 $\times \Phi 20/20$
Ek donatı	11 $\Phi 20/20$	—	11 $\Phi 20/20$	—	11 $\Phi 20/20$

Açıklık şeridi M [ton m/m]	1 Mesnedi $M_{y1} = 7,81$	1-2 Açıklığı $M_{y12} = -2,92$	2 Mesnedi $M_{y2} = 7,29$	2-3 Açıklığı $M_{y23} = -5,83$	3 Mesnedi $M_{y3} = 7,29$
d [cm]	50	50	50	50	50
σ_c [kgf/cm ²]	38	—	34	—	34
a_s [cm ² /m]	7,62	$a_{s\min}$	7,07	$a_{s\min}$	7,07
Üst donatı		10 $\Phi 16/22$		10 $\Phi 16/22$	—
Alt donatı	2 $\Phi 10/40$		2 $\Phi 10/40$		
Ek donatı	11 $\Phi 10/20$	—	11 $\Phi 10/20$	—	11 $\Phi 10/20$

y yönünde yararlı yükseklik: Mesnetler için: $d = 50 - 2 = 48$ cm

Açıklıklar için: $d = 50 - 1,6 = 48,4$ cm

y yönünde plak şeritleri için kesit kontrolü ve donatı hesabı:

Başlık şeridi M [ton m/m]	1 Mesnedi $M_{y1} = 14,93$	1-2 Açıklığı $M_{y12} = -4,88$	2 Mesnedi $M_{y2} = 17,50$	2-3 Açıklığı $M_{y23} = -7,00$
d [cm]	48	48,4	48	48,4
σ_c [kgf/cm ²]	54	—	60	—
a_s [cm ² /m]	15,52	$a_{s\min}$	18,34	$a_{s\min}$
Üst donatı		10 $\Phi 16/22$		10 $\Phi 16/22$
Alt donatı	2 $\times \Phi 16$		2 $\times \Phi 16$	
Ek donatı	9 $\Phi 16/25$	—	11 $\Phi 16/20$	—

Açıklık şeridi M [ton m/m]	1 Mesnedi $M_{y1} = 3,32$	1-2 Açıklığı $M_{y12} = -2,17$	2 Mesnedi $M_{y2} = 3,89$	2-3 Açıklığı $M_{y23} = -3,11$
d [cm]	48	48,4	48	48,4
σ_c [kgf/cm ²]	—	—	—	—
a_s [cm ² /m]	—	$a_{s\min}$	—	$a_{s\min}$
Üst donatı		14 $\Phi 16/22$		14 $\Phi 16/22$
Alt donatı	2 $\Phi 10/40$		2 $\Phi 10/40$	
Ek donatı	—	—	—	—

2) Zımbalamaya göre kesit kontrolü ve donatı hesabı:

Plak kalınlığı, daha önce $h=55$ cm olarak bulunmuştu. Bu plak kalınlığı için ara kolonlar altındaki zımbalama gerilmesi; $\tau_{p_{g\bar{u}v}} = 55 < \tau_p < 1,5\tau_{p_{g\bar{u}v}}$
 $= 8,25 \text{ kgf/cm}^2$ olduğundan, V_p zımbalama kuvvetinin tümünün zımbalama donatısı tarafından alınması gerekir. Ara kolonlar için zımbalama kuvveti:

$$V_p = N_{III} \times \left[1 - \frac{(0,40+2d)^2}{a_{x2} \times a_{y2}} \right] = 140 \times \left(1 - \frac{1,40^2}{20,00} \right) = 126,3 \text{ ton,}$$

gerekli düşey zımbalama donatısı alanı: $A_{sp} = V_p / \sigma_{s_{g\bar{u}v}} = 126,3 / 2,2 = 57,41 \text{ cm}^2$. Zımbalama bölgesine düşen $2 \times 2\phi 10$ montaj etriyeleri düşey kol alanları toplamı: $A_{sw} = 6,28 \text{ cm}^2$.

Zımbalama donatısı olarak eğimli kolları yatayla 60° açı yapan kısa pliye biçiminde bir donatı öngörülürse, gerekli eğik kol alanı:

$$A'_{sp} = (A_{sp} - A_{sw}) / \sin \alpha = (57,41 - 6,28) / 0,866 = 59,04 \text{ cm}^2.$$

Her iki yönde seçilen toplam donatı: $2 \times 2 \times 8\phi 16 / 14 \text{ cm} \quad (64,32 \text{ cm}^2)$.

Aynı problemin bilgisayarla çözümünün çıkışları aşağıdadır:

```
AX1 : 5      AX2 : 5
AY1 : 3.5    AY2 : 4
X1= -.8541658      X2= .4541658
X11= -.8419271     X22= .4919271
H1= .5            H2= .55
75 100 100 100 75
100 140 140 140 100
100 140 140 140 100
75 100 100 100 75
TABAN BASINCI EMNİYETLİDİR = 7.8
EN BÜYÜK BASINC = 7
MAX TABAN BASINCI : 9.05
BASLIK SERIDI ICIN MOMENTLER ASAGIDA GOSTERILMISTIR
-----
MESNET MOMENTLERI : 23.4375 <===== > 21.875
ACIKLIK MOMENTLERI : -4.375001 <===== > -8.750001
ACIKLIK SERIDI ICIN MOMENTLER ASAGIDA GOSTERILMISTIR
-----
MESNET MOMENTLERI : 7.8125 <===== > 7.291667
ACIKLIK MOMENTLERI : -2.916667 <===== > -5.833334
```

BASLIK SERIDI ICIN MOMENTLER ASAGIDA GOSTERILMISTIR

MESNET MOMENTLERI : 14.92347 <=====> 17.5

ACIKLIK MOMENTLERI : -4.877552 <=====>-7

ACIKLIK SERIDI ICIN MOMENTLER ASAGIDA GOSTERILMISTIR

MESNET MOMENTLERI : 3.316327 <=====> 3.888889

ACIKLIK MOMENTLERI : -2.167801 <=====>-3.111111

X YONUNDEKI PLAK SERITLERI KESIT KONTROLU ve DONATI TABLOSU

	1 MESNEDI	1-2 ACIKLIGI	2 MESNEDI	2-3 ACIKLIGI	3 MESNEDI
M [tonM/M]	Mx1= 23.44	Mx12=-4.38	Mx2= 21.88	Mx23=-8.75	Mx3= 21.88
d [cm]	50	50	50	50	50
rc [kgf/cm ²]	68	-	64	-	68
as [cm ² /m]	23,82	a_{smin}	22,13	a_{smin}	22,13
Ust donati	: 10 Φ 16/22 :			: 10 Φ 16/22 :	
Alt donati	: 2x4 Φ 16 :		: 2x4 Φ 16 :		: 2x4 Φ 20/20 :
Ek donati	: 11 Φ 20/20 :	-	: 11 Φ 20/20 :	-	: 11 Φ 20/20 :

	1 MESNEDI	1-2 ACIKLIGI	2 MESNEDI	2-3 ACIKLIGI	3 MESNEDI
M [tonM/M]	Mx1= 7.81	Mx12=-2.92	Mx2= 7.29	Mx23=-5.83	Mx3= 7.29
d [cm]	50	50	50	50	50
rc [kgf/cm ²]	38	-	34	-	34
as [cm ² /m]	7,62	a_{smin}	7,07	a_{smin}	7,07
Ust donati	: 10 Φ 16/22 :			: 10 Φ 16/22 :	
Alt donati	: 2x4 Φ 10/40 :		: 2 Φ 10/40 :		
Ek donati	: 11 Φ 10/20 :	-	: 11 Φ 10/20 :	-	: 11 Φ 10/20 :

Temel plâğı donatı detayları Çekil 3.14 de gösterilmiştir.

Y YONUNDEKİ PLAK SERİTLERİ KESİT KONTROLU ve DONATI TABLOSU

BASLIK SERIDI	: 1 MESNEDI	: 1-2 ACIKLIGI	: 2 MESNEDI	: 2-3 ACIKLIGI
M [tonM/M]	: My1= 14.92	: My12=-4.88	: My2= 17.5	: My23=-7
d [cm]	: 48	: 48.4	: 48	: 48.4
rc [kgf/cm ²]	: 54	: -	: 60	: -
as [cm ² /m]	: 15,52	: a_{smin}	: 18,34	: a_{smin}
Ust donati	: 10 Φ 16/22		: 10 Φ 16/22	
Alt donati	: 2x4 Φ 16		: 2x4 Φ 16	
Ek donati	: 9 Φ 16/25	: -	: 11 Φ 16/20	: -

BASLIK SERIDI	: 1 MESNEDI	: 1-2 ACIKLIGI	: 2 MESNEDI	: 2-3 ACIKLIGI
M [tonM/M]	: My1= 3.32	: My12=-2.167801	: My2= 3.89	: My23=-3.11
d [cm]	: 48	: 48.4	: 48	: 48.4
rc [kgf/cm ²]	: -	: -	: -	: -
as [cm ² /m]	: -	: a_{smin}	: -	: a_{smin}
Ust donati	: 14 Φ 16/22		: 14 Φ 16/22	
Alt donati	: 2 Φ 10/40		: 2 Φ 10/40	
Ek donati	: -	: -	: -	: -

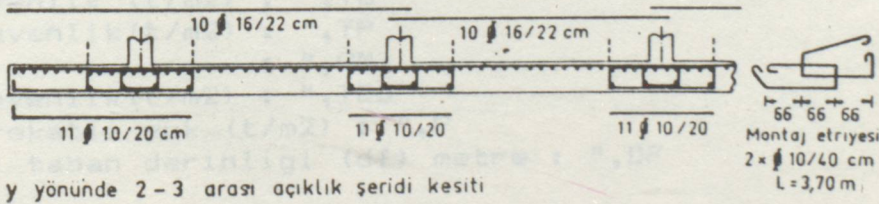
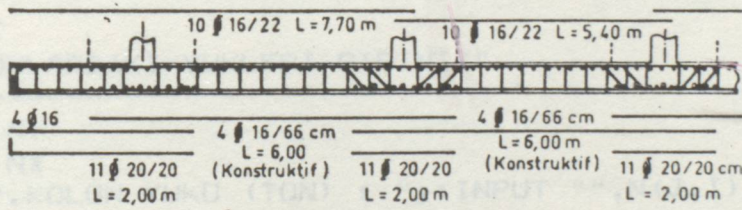
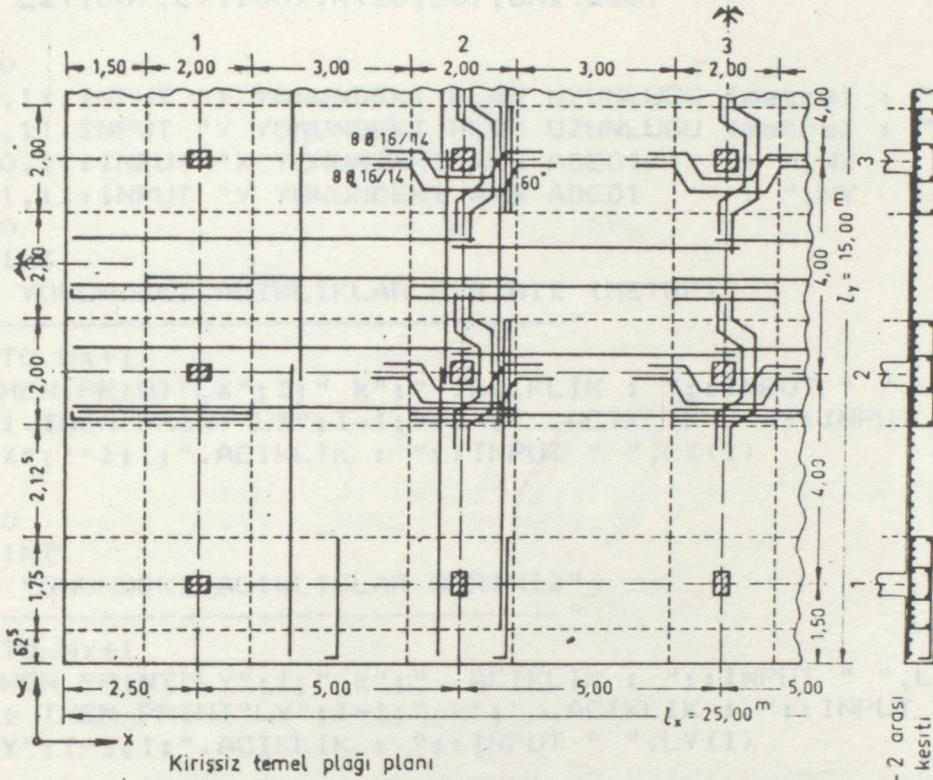
VP= 126.28

ASP= 57.4

ASPU : 59.03002

Her iki yönde seçilen toplam donatı: 2x2x8 Φ 16/14 cm (64,32 cm²)

Temel plağı donatı detayları Şekil 3.14 de gösterilmiştir:



y yönünde 1-2 arası açıklık şeridi kesiti

3.3 KİRİŞSİZ PLAK TEMELLERİN ÇÖZÜMÜNÜN BİLGİSAYAR PROGRAMI

```
10 CLEAR: DIM LX(100), LY(100), N(20,20), GMX(200)
20 REM
40 GOSUB 770
50 LOCATE 8,11: INPUT "X YONUNDEKI PLAK UZUNLUGU (metre) : ", LX
60 LOCATE 9,11: INPUT "Y YONUNDEKI PLAK UZUNLUGU (metre) : ", LY
70 LOCATE 10,11: INPUT "X YONUNDEKI AKS ADEDI : ", NX
80 LOCATE 11,11: INPUT "Y YONUNDEKI AKS ADEDI : ", NY
90 GOSUB 770
100 PRINT: PRINT
110 PRINT " X YONUNDEKI ACIKLIKLAR GIRINIZ (METRE)"
120 PRINT " -----"
130 FOR I=1 TO NX+1
140 IF I=1 THEN PRINT "LX"; I; " k"; " .ACIKLIK : "; INPUT " ", LX(I): GOTO 270
150 IF I=NX+1 THEN PRINT "LX"; I-1; " k"; " .ACIKLIK : "; INPUT " ", LX(I): GOTO 270
160 PRINT "LX"; I-1; I; " .ACIKLIK : "; INPUT " ", LX(I)
170 NEXT I
180 GOSUB 770
190 PRINT: PRINT
200 PRINT " Y YONUNDEKI ACIKLIKLAR GIRINIZ"
210 PRINT " -----"
220 FOR I=1 TO NY+1
230 IF I=1 THEN PRINT "LY"; I; " k"; " .ACIKLIK : "; INPUT " ", LY(I): GOTO 360
240 IF I=NY+1 THEN PRINT "LY"; I-1; " k"; " .ACIKLIK : "; INPUT " ", LY(I): GOTO 360
250 PRINT "LY"; I-1; I; " .ACIKLIK : "; INPUT " ", LY(I)
260 NEXT I
270 GOSUB 770
280 PRINT: PRINT
290 PRINT " KOLONLARDAKI YUKLERI GIRINIZ"
300 PRINT " -----"
310 FOR J=1 TO NY
320 FOR I=1 TO NX
330 PRINT J; I; ".KOLON YUKU (TON) : "; INPUT " ", N(J,I)
340 NEXT I: NEXT J
350 GOSUB 770: PRINT: PRINT
360 INPUT "σ guvenlik (t/m2) : ", TG
370 INPUT "to guvenlik (t/m2) : ", TP
380 INPUT " : ", GM
390 INPUT "σ0 guvenlik (t/m2) : ", TGO
400 INPUT "p hareketli yuk (t/m2) : ", P
410 INPUT "temel taban derinligi (df) metre : ", DF
420 GOSUB 770
430 PRINT: PRINT
440 PRINT " KOLON EBATLARI GIRINIZ B/H"
450 PRINT " -----"
460 FOR J=1 TO NY
470 FOR I=1 TO NX
480 LOCATE 10,5: PRINT J; I; ".KOLON EBATLARI (metre) : "; INPUT " ", B(J,I): LOCATE
490 PRINT " / "
500 LOCATE 10,45: INPUT " ", B(J,I): LOCATE 10,5: PRINT STRING$(50, " ")
510 NEXT I: NEXT J
520 REM AX1 ILE AX2 nin HESABI (YUK ETKI ALANLARI)
530 AX1=LX(1)+LX(2)/2: AX2=(LX(2)+LX(3))/2
540 AY1=LY(1)+LY(2)/2: AY2=(LY(2)+LY(3))/2
550 PRINT "AX1 : "; AX1, "AX2 : "; AX2
```

```
10 PRINT"AY1 : ";AY1,"AY2 : ";AY2
10 REM FLAK KALINLIGININ TAYINI
10 REM ARA KOLON ICIN
10 K=1.5*TP*AX2*AY2
10 A=4*K+4*N(2,2):B=2*K*H(2,2)+2*K*B(2,2)+2*H(2,2)*N(2,2)+2*B(2,2)*N(2,2)
10 C=(-AX2*AY2*N(2,2))+B(2,2)*H(2,2)*N(2,2)
15 DELTA=B^2-4*A*C
10 G=TP*1.5
10 IF DELTA<0 THEN CLS:PRINT" COZUM YOK":END
10 X1=(-B-SQR(DELTA))/(2*A)
15 X2=(-B+SQR(DELTA))/(2*A)
10 PRINT "X1= ";X1,"X2= ";X2
1 IF X1>X2 THEN DD1=X1 ELSE DD1=X2
10 REM IKINCI DENKLEM
1 K1=TP*AX1*AY2
2
4*K1+4*N(1,2):B1=2*K1*H(1,2)+2*K1*B(1,2)+2*H(1,2)*N(1,2)+2*B(1,2)*N(1,2)
3 C1=(-AX1*AY2*N(1,2))+B(1,2)*H(1,2)*N(1,2)
4 DELTA1=B1^2-4*A1*C1
5 IF DELTA1<0 THEN CLS:PRINT" COZUM YOK":END
6 X11=(-B1-SQR(DELTA1))/(2*A1)
7 X22=(-B1+SQR(DELTA1))/(2*A1)
8 PRINT "X11= ";X11,"X22= ";X22
10 IF X11>X22 THEN DD2=X11 ELSE DD2=X22
1 IF DD1>DD2 THEN H1=DD1 ELSE H1=DD2
2 H1=H1*10:H1=CINT(H1):H1=H1/10:H2=H1+.05:PRINT "H1=";H1,"H2=";H2:GOTO 800
10 CLS:KEY OFF:LOCATE 5,11:COLOR 0,7:PRINT" UST YAPILAR ALTINDAKI KIRISSIZ
1E
PLAGI ILE ILGILI HESAPLAR ":COLOR 7,0
10 RETURN
10 REM TABAN BASINCI VE GUVENLIK KONTROLU
10 SG=2.4*H2+.23
10 FOR J=1 TO NY
10 FOR I=1 TO NX
10 PRINT N(J,I);:TPN=TPN+N(J,I)
10 NEXT I:PRINT
10 NEXT J
10 OG=TPN/(LX*LY)+SG+P:OG=OG*10:OG=CINT(OG):OG=OG/10
10 IF OG<TG THEN PRINT"TABAN BASINCI EMNIYETLIDIR = ";OG
10 REM FIKTIF TABAN BASINCLARI
10 FOR I=1 TO NY
10 FOR J=1 TO NX
10 REM KOSE KOLONLAR ICIN
10 IF I=1 AND J=1 THEN G11=N(I,J)/(AX1*AY1):GOTO 1000
10 IF I=1 AND J=NX THEN G1NX=N(I,J)/(AX1*AY1):GOTO 1000
10 IF J=1 AND I=NY THEN GNY1=N(I,J)/(AX1*AY1):GOTO 1000
10 IF J=NX AND I=NY THEN GNYNX=N(I,J)/(AX1*AY1):GOTO 1000
10 REM KENAR KOLONLAR ICIN KU DIZISI KENAR ICIN KULLANILMISTIR.
10 IF J<>1 AND J<>NX AND I=1 THEN U=U+1:KU(U)=N(I,J)/(AX1*AY2)
10 IF J<>1 AND J<>NX AND I=NY THEN U1=U1+1:KU1(U1)=N(I,J)/(AX1*AY2)
10 IF I<>1 AND I<>NY AND J=1 THEN U2=U2+1:KU2(U2)=N(I,J)/(AX2*AY1)
10 IF I<>1 AND I<>NY AND J=NX THEN U3=U3+1:KU3(U3)=N(I,J)/(AX2*AY1)
10 REM IC KOLONLAR ICIN IR DIZISI KULLANILMISTIR
10 IF I<>1 AND J<>1 AND I<>NY AND J<>NX THEN R=R+1:IR(R)=N(I,J)/(AX2*AY2)
10 NEXT J:NEXT I
```

```
DMX2=.75*MX2D/(AY2/2);PRINT
DMX12=.6*MX12/(AY2/2)
10 GMX(1)=G11:GMX(2)=G1NX:GMX(3)=GNY1:GMX(4)=GNYNX
20 FOR I=5 TO 4+U
30 Y1=Y1+1:GMX(I)=KU(Y1)
40 NEXT I
42 FX=4+U+1
45 FOR I=FX TO FX+U1-1
50 Y2=Y2+1:GMX(I)=KU1(Y2)
55 NEXT I
57 FY=4+U+U1+1
60 FOR I=FY TO FY+U2-1
70 Y3=Y3+1:GMX(I)=KU2(Y3)
80 NEXT I
90 FZ=4+U+U1+1+U2
92 FOR I=FZ TO FZ+U3-1
95 Y4=Y4+1:GMX(I)=KU3(Y4)
96 NEXT I
97 FW=4+U+U1+1+U2+U3
98 FOR I=FW TO FW+R-1
99 Y5=Y5+1:GMX(I)=IR(Y5)
00 NEXT I
10 ENB=GMX(1)
20 FOR I=1 TO FW+R-1
30 IF GMX(I)>ENB THEN ENB=GMX(I)
40 NEXT I
50 PRINT"EN BUYUK BASINC = ";ENB
60 MAG=ENB+SG+P
70 PRINT "MAX TABAN BASINCI : ";MAG
00 REM TEMEL PLAGININ EGILME MOMENTLERI
10 REM X YONUNDEKI ARA PLAK SERITLERI
20 PX1=N(2,1)/AX1:PXSON=N(2,NX)/AX1
30 PX2=N(2,2)/AX2
40 MX1=(PX1*LX(1)^2)/2:MXSON=(PXSON*LX(NX+1)^2)/2
50 REM ARA MESNETLER ICIN ILK YAKLASIM MOMENTLERI
60 MX02=(N(2,2)*AX2)/8:MX2D=MX02*2/3
00 REM ACIKLIK MOMENTLERI
10 PX12=(PX1+PX2)/2:PX23=PX2
20 MX12=(MX1+MX2D)/2-(PX12*LX(2)^2)/8
30 MX23=MX2D-(PX23*LX(3)^2/8)
40 REM Y YONUNDEKI ARA PLAK SERITLERI
50 PY1=2/3*N(1,2)/AY1:PYSON=2/3*N(NY,2)/AY1
60 PY1K=2*PY1
70 PY1N=(1+(LY(2)/(2*AY1)))*PY1
80 PY02=N(2,2)/AY2
90 PY12=(PY1N+PY1+2*PY02)/4
00 REM Y YONUNDEKI MESNET MOMENTLERI
10 MY1=(10+LY(2)/AY1)*((PY1*LY(1)^2)/12)
20 MY02=N(2,2)*AY2/8
30 MY2D=2/3*MY02
00 REM ACIKLIK MOMENTLERI
10 MY12=(MY1+MY2D)/2-(PY12*LY(2)^2)/8
20 MY23=MY2D-PY02*LY(3)^2/8
40 REM DAGITMA MOMENTLERI
45 PRINT"BASLIK SERIDI ICIN MOMENTLER ASAGIDA GOSTERILMISTIR"
46 PRINT"-----"
50 DMX1=.75*MX1/(AY2/2);PRINT"MESNET MOMENTLERI : ";DMX1;"<=====>"
```

```
LPRINT "
560 DMX2=.75*MX2D/(AY2/2):PRINT DMX2
570 DMX12=.6*MX12/(AY2/2)
580 DMX23=.6*MX23/(AY2/2)
590 PRINT"ACIKLIK MOMENTLERI : ";DMX12;"<=====>";DMX23
600 PRINT"ACIKLIK SERIDI ICIN MOMENTLER ASAGIDA GOSTERILMISTIR"
601 PRINT"-----"
610 AMX1=.25*MX1/(AY2/2)
620 AMX2=.25*MX2D/(AY2/2)
630 PRINT"MESNET MOMENTLERI : ";AMX1;"<=====>";AMX2
640 AMX12=.4*MX12/(AY2/2)
650 AMX23=.4*MX23/(AY2/2)
660 PRINT"ACIKLIK MOMENTLERI : ";AMX12;"<=====>";AMX23
661 PRINT
662 PRINT"BASLIK SERIDI ICIN MOMENTLER ASAGIDA GOSTERILMISTIR"
663 PRINT"-----"
664 DMY1=.75*MY1/(AY2/2):PRINT"MESNET MOMENTLERI : ";DMY1;"<=====>";
665 DMY2=.75*MY2D/(AY2/2):PRINT DMY2
666 DMY12=.6*MY12/(AY2/2)
667 DMY23=.6*MY23/(AY2/2)
668 PRINT"ACIKLIK MOMENTLERI : ";DMY12;"<=====>";DMY23
669 PRINT"ACIKLIK SERIDI ICIN MOMENTLER ASAGIDA GOSTERILMISTIR"
670 PRINT"-----"
671 AMY1=.25*MY1/(AX2-AY2/2)
672 AMY2=.25*MY2D/(AX2-AY2/2)
673 PRINT"MESNET MOMENTLERI : ";AMY1;"<=====>";AMY2
674 AMY12=.4*MY12/(AX2-AY2/2)
675 AMY23=.4*MY23/(AX2-AY2/2)
676 PRINT"ACIKLIK MOMENTLERI : ";AMY12;"<=====>";AMY23
690 LPRINT CHR$(15);WIDTH "LPT1:",140;DMX1=CINT(100*DMX1):DMX1=DMX1/100
691 AMX1=CINT(100*AMX1):AMX1=AMX1/100
692 AMY1=CINT(100*AMY1):AMY1=AMY1/100
693 DMY1=CINT(100*DMY1):DMY1=DMY1/100;GOTO 3000
695 LPRINT "          X YONUNDEKI PLAK SERITLERI KESIT KONTROLU ve DONATI
TABLOS
"
700 LPRINT " :-----"
"
710 LPRINT " : BASLIK SERIDI : 1 MESNEDI : 1-2 ACIKLIGI : 2 MESNEDI : 2-3
CIK
IGI : 3 MESNEDI : ";DMX12=CINT(DMX12*100):DMX12=DMX12/100
715 DMX2=CINT(DMX2*100):DMX2=DMX2/100
716 DMX23=CINT(DMX23*100):DMX23=DMX23/100
717 LPRINT " :-----"
"
720 LPRINT " : M [tonM/M] : Mx1=";DMX1;" : Mx12=";DMX12;" : Mx2=";DMX2;" :
k2
=";DMX23;" : Mx3=";DMX2;" : "
727 LPRINT " :-----"
"
730 LPRINT " : d[ cm ] : ";H1*100;" : ";H1*100;" :
:H1*10
" : ";H1*100;" : ";H1*100;" :
```

```
737 LPRINT " :-----  
: "  
740 LPRINT " :  $\sigma_c$  [kgf/cm2] : : : :  
: : "  
747 LPRINT " :-----  
: "  
750 LPRINT " :  $a_s$  [cm2/m] : : : :  
: : "  
757 LPRINT " :-----  
: "  
760 LPRINT " : Ust donati : : : :  
: : "  
770 LPRINT " : Alt donati : : : :  
: : "  
777 LPRINT " :-----  
: "  
780 LPRINT " : Ek donati : : : :  
: : "  
790 LPRINT " :-----  
: "  
795 LPRINT  
800 LPRINT " :-----  
: "  
810 LPRINT " : ACIKLIK SERIDI: 1 MESNEDI: 1-2 ACIKLIGI : 2 MESNEDI : 2-3  
IK  
811 : 3 MESNEDI :":AMX12=CINT(AMX12*100):AMX12=AMX12/100  
815 AMX2=CINT(AMX2*100):AMX2=AMX2/100  
816 AMX23=CINT(AMX23*100):AMX23=AMX23/100  
817 LPRINT " :-----  
: "  
820 LPRINT " : M [tonM/M] : Mx1=";AMX1;" : Mx12=";AMX12;" : Mx2=";AMX2;"  
3=";AMX23;" : Mx3=";AMX2;" : "  
827 LPRINT " :-----  
: "  
830 LPRINT " : d [ cm ] : ";H1*100;" : ";H1*100;" :  
H1*10  
" : ";H1*100;" : ";H1*100;" : "  
837 LPRINT " :-----  
: "  
840 LPRINT " :  $\sigma_c$  [kgf/cm2] : : : :  
: : "  
847 LPRINT " :-----  
: "  
850 LPRINT " :  $a_s$  [cm2/m] : : : :
```

```

:
: "
857 LPRINT " :-----:
:
: "
870 LPRINT " : Ust donati      :           :           :           :
:           :           :           :           :
875 LPRINT " : Alt donati       :           :           :           :
:           :           :           :           :
877 LPRINT " :-----:
:
: "
880 LPRINT " : Ek donati        :           :           :           :
:           :           :           :           :
890 LPRINT " :-----:
:
: "
900 LPRINT :LPRINT
995 LPRINT "
ABLOS
Y YONUNDEKI PLAK SERITLERI KESIT KONTROLU ve DONATI
900 LPRINT " :-----:
:
: "
910 LPRINT " : BASLIK SERIDI : 1 MESNEDI : 1-2 ACIKLIGI : 2 MESNEDI : 2-3
:
915 : " : DMY12=CINT (DMY12*100) : DMY12=DMY12/100
916 DMY2=CINT (DMY2*100) : DMY2=DMY2/100
917 DMY23=CINT (DMY23*100) : DMY23=DMY23/100
917 LPRINT " :-----:
:
: "
920 LPRINT " : M [tonM/M] : My1=" ; DMY1 ; " : My12=" ; DMY12 ; " : My2=" ; DMY2 ; " :
: " ; DMY23 ; " : "
927 LPRINT " :-----:
:
: "
930 LPRINT " : d [ cm ] : " ; H1*100-2 ; " : " ; H1*100-1.6 ; " :
: " ; " : " ; H1*100-1.6 ; " : "
937 LPRINT " :-----:
:
: "
940 LPRINT " : σc [kgf/cm^2] :
: " :
: " :
947 LPRINT " :-----:
:
: "
950 LPRINT " : as [cm^2/m] :
: " :
: " :
957 LPRINT " :-----:
:
: "
960 LPRINT " : Ust donati :
: " :
: " :

```

```
67 LPRINT " :-----:
: "
70 LPRINT " : Alt donati : : : :
: "
77 LPRINT " :-----:
: "
80 LPRINT " : Ek donati : : : :
: "
90 LPRINT " :-----:
: "
95 LPRINT
00 LPRINT " :-----:
: "
10 LPRINT " : BASLIK SERIDI : 1 MESNEDI : 1-2 ACIKLIGI : 2 MESNEDI : 2-3
IK
11 : " : DMY12=CINT(DMY12*100) : DMY12=DMY12/100
15 AMY2=CINT(AMY2*100) : AMY2=AMY2/100
16 AMY23=CINT(AMY23*100) : AMY23=AMY23/100
17 LPRINT " :-----:
: "
20 LPRINT " : M [tonM/M] : My1=" ; AMY1 ; " : My12=" ; AMY12 ; " : My2=" ; AMY2 ; " :
: " ; AMY23 ; " : "
27 LPRINT " :-----:
: "
30 LPRINT " : d [ cm ] : " ; H1*100-2 ; " : " ; H1*100-1.6 ; " :
: " ; " ; H1*100-1.6 ; " : "
37 LPRINT " :-----:
: "
40 LPRINT " : rc [kgf/cm^2] : : : :
: "
47 LPRINT " :-----:
: "
50 LPRINT " : as [cm^2/m] : : : :
: "
57 LPRINT " :-----:
: "
60 LPRINT " : Ust donati : : : :
: "
65 LPRINT " : Alt donati : : : :
: "
7 LPRINT " :-----:
```


KAYNAKLAR

- 1) KÖSEOĞLU, S : Temeller II - Yüzeysel Temeller 1968 İSTANBUL
- 2) KÖSEOĞLU, S : Temeller - Statik ve Betonarme Hesapları 1974 İSTANBUL
- 3) KANY, M : Berechnung von Flachengründungen 1978 BERLİN/MÜNCHEN/
DÜSSELDORF
- 4) KUMBASAR, V : Kazılar ve Temeller için Amerikan Standart Yapı
Şartnamesi Kayıtları ve Temel Hesapları Hakkında Notlar 1962
İSTANBUL
- 5) BOWLES, J.E : Analytical and Computer Methods in Foundation
Engineering 1974 AMERICA

ÖZGEÇMİŞ

İNŞ. MÜH. YUSUF OKAY

1960 yılında İstanbul'un Gaziosmanpaşa ilçesinde doğdum. İlkokulu 1972 yılında, ortaokulu 1975 yılında aynı semtte bitirdim. Liseyi Çengelköy Kuleli Askeri Lisesinde 1979 yılında başarıyla tamamladıktan sonra kendi isteğimle askeriyeden ayrıldım. Aynı yıl Yabancı Diller Yüksek Okuluna girdim. Ancak öğrenimime, 1980 yılında girdiğim Yıldız Üniversitesi İnşaat Bölümünde devam ettim. 1984 yılında bu okuldan başarıyla inşaat mühendisi olarak mezun oldum. Bir yıl aradan sonra Yıldız Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Yapı Dalı Yüksek Lisans kısmına girdim.

İnşaat mühendisi olduğum 1984 yılından itibaren çeşitli özel bürolarda statiker olarak çalıştım. Halen bir yıl önce açtığım kendi büromda mesleğime yönelik çalışmalarımı sürdürmekteyim.



