

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Birli. Eği. Erk. Kol. Don. Yüz. ve
Yer. Bağ. Ola. Nor. Kuv. Mom. İli. Değ.

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Özcan Kızıltepe

1990

Ref
İNS
158
1990

35-
R 150
168

112

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

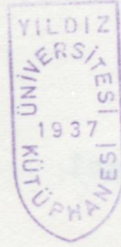
BİLEŞİK EĞİLME ETKİSİNDEKİ KOLONLARDA
DONATI YÜZDESİ VE YERLEŞTİRİLMESİNE BAĞLI
OLARAK NORMAL KUVVET MOMENT
İLİŞKİSİNİN DEĞİŞİMİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜH. ÖZCAN KIZILTEPE

İSTANBUL, 1990

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİLEŞİK EĞİLME ETKİSİNDEKİ KOLONLARDA
DONATI YÜZDESİ VE YERLEŞTİRİLMESİNE BAĞLI
OLARAK NORMAL KUVVET MOMENT
İLİŞKİSİNİN DEĞİŞİMİ



YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜH. ÖZCAN KIZILTEPE

TEZİ YÖNETEN: Prof. İLHAN BERKTAY

İSTANBUL, 1990

Bu çalışmayı yöneten lisans ve yüksek lisans öğrenim süresince beni yönlendirmekte yardım ve katkılarını esirgemeyen değerli hocam Prof.İlhan BERKTAY'a en derin saygı ve hürmetlerimi sunar çok teşekkür ederim.

Ocak 1990-İSTANBUL

İnşaat Müh.Özcan KIZILTEPE

ÖZET

SUMMARY

Hesaplarda Kullanılan Notasyonlar

GİRİŞ

BÖLÜM 1

KOLONLAR HAKKINDA GENEL BİLGİLER

1.1-	Eksenel Yüklü Kolonlar	2
1.2-	Bileşik Eğilme Etkisindeki Kolonlar	3
1.3-	İki Yüzünde Donatı Bulunan Dikdörtgen Kesitli Kolonların Taşıma Gücü	5
1.3.1-	Dengeli Kırılma	9
1.3.2-	Çekme Kırılması	13
1.3.3-	Basınç Kırılması	14
1.3.4-	Kırışıklıklı Etki Diyagramı	16

BÖLÜM 2

İKİ YÜZÜNDE SİMETRİK DONATI BULUNAN DİKDÖRTGEN KESİTLİ KISA KOLONLARIN BOYUTLANDIRILMASI

2.1-	Giriş	18
2.2-	Küçük Eksantrisite Durumu	19
2.3-	Dengeli Durum	20
2.4-	Büyük Eksantrisite Durumu	21

BÖLÜM 3

İKİ YÜZÜNDE VE AĞIRLIK MERKEZİNDEN GEÇEN EKSEN ÜZERİNDE
DONATI BULUNAN DİKDÖRTGEN KESİTLİ KISA KOLONLARIN
BOYUTLANDIRILMASI

3.1-	Giriş	23
3.2-	Küçük Eksantrisite Durumu	24
3.3-	Dengeli Durum	25
3.4-	Büyük Eksantrisite	26

BÖLÜM 4

İKİ YÜZÜNDE VE GÖVDEDE BİR SIRA SİMETRİK DONATI OLAN
DİKDÖRTGEN KESİTLİ KISA KOLONLARIN BOYUTLANDIRILMASI

4.1-	Küçük Eksantrisite Durumu	28
4.2-	Dengeli Durum	30
4.3-	Büyük Eksantrisite Durumu	31
4.4-	Sonuçlar	32

BÖLÜM 5

ABAKLAR

KAYNAKLAR

ÖZGEÇMİŞ

ÖZET

Bu çalışmanın birinci bölümünde genel olarak değişik yük etkileri altındaki kolonlar incelenmiş ve dikdörtgen kolonlar için denge denklemleri ve uygunluk şartları çıkarılmıştır.

İkinci bölümde, iki yüzünde simetrik donatı bulunan kolonlara ait genel formüller incelenmiştir.

Üçüncü ve dördüncü bölümde simetri eksenini üzerinde ve simetri ekseninin iki tarafında donatı bulunması haline ait genel bağıntılar çıkarılmıştır.

Beşinci bölümde bu bağıntılar yardımıyla bilgisayar programları hazırlanmış ve doğrudan donatı yüzdesine bağlı olarak çeşitli durumlar için karşılıklı etki diyagramları çizilmiştir.

ŞEŞATLARDA KULLANILAN NOTASYONLAR
SUMMARY

In the first section of this study, analysis of reinforced concrete columns under statical loads are examined and equations of equilibrium and condition of compatibility for rectangular columns are developed.

In the second section general formulas for columns which have symmetric reinforcement in the double side are discussed.

In the third and fourth section the general formulas, in the case of reinforcement where is on symmetry axe and both side of symmetry axe are obtained.

In the fifth on last section using there formulas the computer programmes are developed and interaction diagrams are drawn by computer.

HESAPLARDA KULLANILAN NOTASYONLAR

- A_c - Beton alanı
- A_s - Çekme donatısı alanı
- A_s' - Basınç donatısı alanı
- A_{st} - Kesitteki boyuna donatı alanı (toplam)
- a - Dikdörtgen basınç gerilme diyagramının derinliği
- d - Faydalı yükseklik
- d'' - Basınç ve çekme donatıları ağırlık merkezleri arasındaki uzaklık (z_s)
- E_s - Çelik elastisite modülü
- ϵ_c - Beton birim deformasyon
- ϵ_s - Donatı birim deformasyon
- ϵ_{sy} - Donatı çeliği akma gerilmesine ulaştığı andaki birim deformasyonu
- e - Eksantrisite
- F_c - Betondaki basınç kuvveti
- f_{cd} - Hesapta kullanılacak beton basınç dayanımı
- F_s - Donatıdaki çekme kuvveti bileşkesi
- f_{yd} - Hesapta kullanılacak donatı akma mukavemeti
- h - Kolon derinliği
- M_d - Hesap eğilme momenti
- N_d - Hesap normal kuvveti

- N_o - Eksenel basınç altında taşıma gücü
- x - Tarafsız eksen derinliği
- σ_c - Beton basınç gerilmesi
- σ_s - Çelik gerilmesi
- ρ_t - Kesitteki toplam donatı yüzdesi
- λ - Ara donatının tüm donatıya oranı

GİRİŞ

Betonarme yapı sistemlerinin monolitik (bir döküm) özelliği nedeni ile bir elemanın salt aksenal yük taşıması mümkün değildir. Aksenal yük taşıyan her eleman, küçük de olsa bir miktar kesme kuvveti ve moment de taşır. Özellikle Türkiye gibi arazisinin büyük bir bölümü deprem kuşağı içinde bulunan bir ülkede, depremin oluşturacağı yatay kuvvetler nedeni ile bir elemanın moment taşımadığını düşünmek veya varsaymak olanaksızdır. Ayrıca aksenal yük taşıyan elemanlarda imalat hatalarından doğan eksen eğrilikleri nedeni ile bir miktar dışmerkezlilik (eksantrisite) kaçınılmaz olur.

Yapı düşey ve yatay yükler altında, aksenal kuvvet eğilme, burulma ve kesme gibi zorlamaların etkisindedir. Soruna bu açıdan bakıldığında, yapıdaki betonarme elemanları yalnız eğilme taşıyorsa kiriş veya yalnız aksenal basınç taşıyorsa kolon olarak tanımlamanın pek doğru olmayacağı görülür. Kiriş ve kolon terimleri teknik literatüre yerleştiğinden bütün teknik kitaplarda kullanılmaktadır.

Betonarme kolon, yapısal sistemin, yani çerçevenin bir parçasıdır ve çerçeveye monolitik olarak bağlıdır. Bu nedenle kolonlar düşey ve yatay yükler altında aksenal basınç ek olarak eğilme momenti ve kesme kuvveti taşırlar. Bazı durumlarda da burulma etkisine de maruzdurlar.

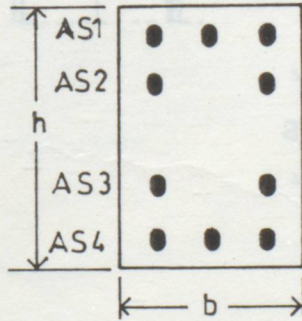
Bu tezde bileşik eğilme etkisindeki dikdörtgen ve kare kolonlarda donatı yüzdesi (ρ) ve yerleştirilmesine bağlı olarak normal kuvvet (N) ve moment (M) ilişkisinin değişimi incelenip bunlara ait grafikler verilecektir.

BÖLÜM 1 EKSENEL EĞİLME ETKİSİNDEKİ KOLONLAR

KOLONLAR HAKKINDA GENEL BİLGİLER

1.1- EKSENEL YÜKLÜ KOLONLAR

Eksenel yüklü kolonların taşıma gücüne, betonun basınç ve donatı çeliğinin de akma dayanımına ulaşması ile erişmektedirler. Kolonun yük taşıma gücünün yok olması için mutlaka her iki malzemenin de sınır dayanımına eriştiğinde, "kuvvet uyumu" oluşmakta ve sınır dayanımına erişmeyen malzeme diğerine yardım etmektedir. Çalışmalardan edinilen bu bilgiler ışığında, eksenel basınç altındaki bir betonarme elemanın taşıma gücünün, beton ve donatı kapasitelerinin toplanması ile elde edilebileceği anlaşılmıştır. Donatının kapasitesi akma dayanımı ($Ast \cdot f_{yd}$), betonunki ise basınç dayanımı ($Ac \cdot f_{cd}$) ile sınırlanmaktadır. Ancak çalışmalar kolonlardaki basınç dayanımının ortalama olarak silindir basınç dayanımının %85 i olduğunu göstermiştir. Bunun nedenleri boyut etkisi ve kolondaki betonun silindir numunesindeki kadar iyi sıkıştırılmamış olmasıdır.



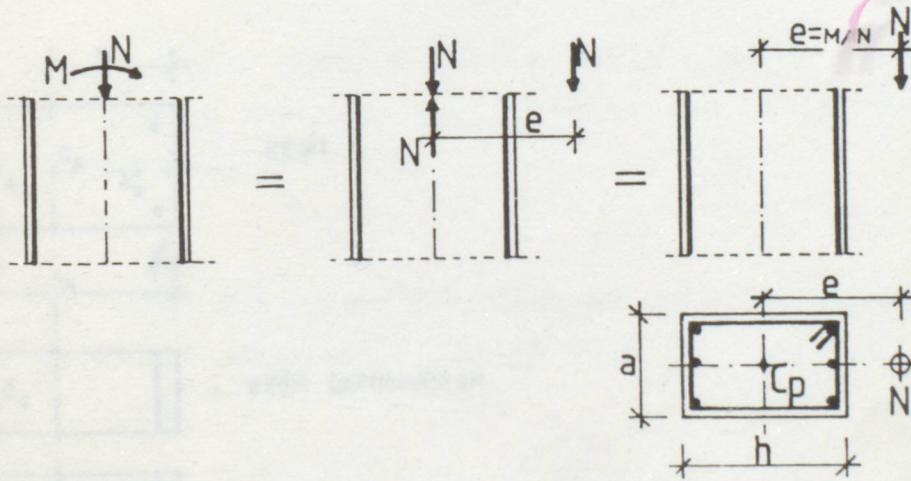
$$Ast = AS1 + AS2 + AS3 + AS4$$

$$N_r = 0.85 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot h + Ast \cdot f_{yd}$$

1.2- BİLEŞİK EĞİLME ETKİSİNDEKİ KOLONLAR

"Bileşik eğilme" deyimi ile bir kesite (M) eğilme momenti ile birlikte (N) normal kuvvetinin de etkimesi durumu belirtiliyor. Ayrıca kesitin bir simetri düzleminin mevcut olduğu ve dış yüklerin bu simetri düzlemi içinde etki ettiği, sonuç olarak tek eksen etrafında bileşik eğilmenin sözkonusu olduğu varsayılıyor.

Eksenel basınç kuvveti incelenirken, betonarme yapılar da bütün kolonların bileşik eğilme etkisinde olduğu belirtilmişti. Mukavemet bilim dalından bilindiği gibi bir kesitte (N) eksenel yükü ve (M) eğilme momenti etkileri kesit ağırlık merkezinden $e = \frac{M}{N}$ kadar uzaklıkta etkiyen (N) normal kuvvet etkisine dönüştürülebilir. (e) değeri "Eksantriklik" dış merkezlik olarak adlandırılır. Şekil 1.1 de M ve N'in eşdeğer (N) kuvvetine dönüştürülmesi görülmektedir.



Şekil 1.1 Bileşik eğilme etkisinde M ve N yerine eşdeğer N kuvveti

Şekil.1.1. de c_p ile gösterilen nokta, kesitin "plastik ağırlık merkezi" dir. Bilindiği gibi klasik mukavemet hesaplarında eksantriklik kesitin ağırlık merkezinden olan uzaklık olarak tanımlanır. Burada ise kırılma durumu incelendiğinden klasik ağırlık merkezi yerine geçecek olan "plastik ağırlık merkezi" nin tanımlanması gerekmektedir.

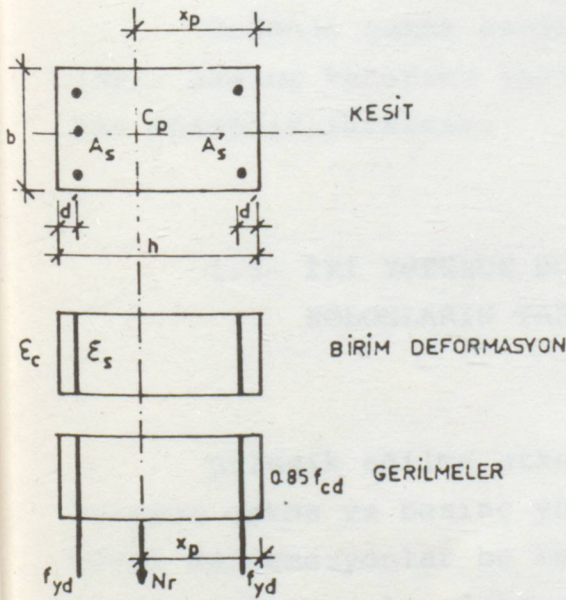
Kesiti kırılma durumuna getirecek ve bütün kesitte eşit yayılı birim kısalma oluşturacak normal kuvvetin tatbik noktasına "plastik ağırlık merkezi" denir.

Görüldüğü gibi bu tanımlama iki koşul getirmektedir.

a- Kesitin kırılma durumuna gelmesi, yani beton gerilmelerinin $0.85.f_{cd}$, donatı gerilmelerinin f_{yd} değerine ulaşması

b- Bütün kesitte eşit yayılı birim kısalmanın oluşması;

Diğer bir deyişle kuvvetin tatbik noktasının, ezilme ve akma durumuna gelmiş beton ve çeliğin karşılayacağı kuvvetlerin ağırlık merkezi olması



Şekil 1.2 Kırılma durumuna gelmiş bir kesitte deformasyonlar, gerilmeler ve plastik ağırlık merkezi

Şekil.2.1'de plastik ağırlık merkezinin sağlanması gereken koşullar gösterilmiştir. Buna göre plastik ağırlık merkezinin basınç kenarına olan uzaklığını belirleyen x_p değeri, beton ve donatıdaki (plastik durumundaki) kuvvetlerin basınç kenarına göre statik momenti alınarak bulunabilir.

$$x_p = \frac{0,85 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot h \cdot (h/2) + A_s \cdot f_{yd} \cdot (h-d') + A_s' \cdot f_{yd} \cdot d'}{0,85 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot h + A_s \cdot f_{yd} + A_s' \cdot f_{yd}}$$

$$x_p = \frac{0,85 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot h^2 / 2 + f_{yd} \cdot (A_s' \cdot d' + A_s (h-d'))}{0,85 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot h + f_{yd} \cdot (A_s + A_s')} \quad (1.1)$$

Simetrik donatılı kesitlerde ($A_s = A_s'$)

$$x_p = \frac{h}{2} \quad (1.2)$$

Kolonda çekme kenarına yakın olan donatı çekme donatısı (A_s), basınç kenarına yakın donatı ise basınç donatısı (A_s') olarak adlandırılacaktır.

1.3- İKİ YÜZÜNDE DONATI BULUNAN DİKDÖRTGEN KESİTLİ KOLONLARIN TAŞIMA GÜCÜ

Bileşik eğilme etkisindeki bir kolonda en etkili donatı kolonun çekme ve basınç yüzlerine yerleştirilen donatıdır. En büyük deformasyonlar bu kesitlerde, ve donatı yüksek kapasite ile çalışır. Ara donatılar tarafsız eksene yakın düşerler, deformasyon ve gerilmeler küçük, etkileri sınırlı olur. Bu nedenle, boyutlandırılmada çoğu kez, ara donatı dikkate alınmadan, iki yüzdeki donatı hesaplanır. Yalnız iki yüzünde donatı bulu-

nan, dikdörtgen kesitli ve kırılma yükü ile eksantrik olarak yüklenmiş bir kolon Şekil.1.3'de gösterilmiştir. Tarafsız eksenin kesitin içinde olduğu varsayılmıştır. Eksantrikliğin çok küçük olduğu durumlarda tarafsız eksen kesitin dışında alabilir, yani bütün kesit basınç gerilmeleri etkisinde kalabilir. O zaman çekme donatısı olarak adlandırılan donatıda basınç donatısı durumuna gelir. Yine de donatıda bir ayırım yapabilmek için çekme donatısı deyimi kullanılmıştır.

Şekil 1.3'den görüldüğü gibi iki denge denklemi yazılabilir:

$$N_r = F_{cc} + F_{cs} - F_T \quad (1.3)$$

$$M_r = N_r \cdot e = F_{cc} \cdot \left(X_p - \frac{a}{2} \right) + F_{cs} \cdot (X_p - d') + F_T (d - X_p) \quad (1.4)$$

Bu denklemlerde bileşke kuvvetlerin gerilmeler cinsinden değerleri yazılırsa:

$$F_{cc} = 0,85 \cdot f_{cd} \cdot a \cdot b \quad (1.5)$$

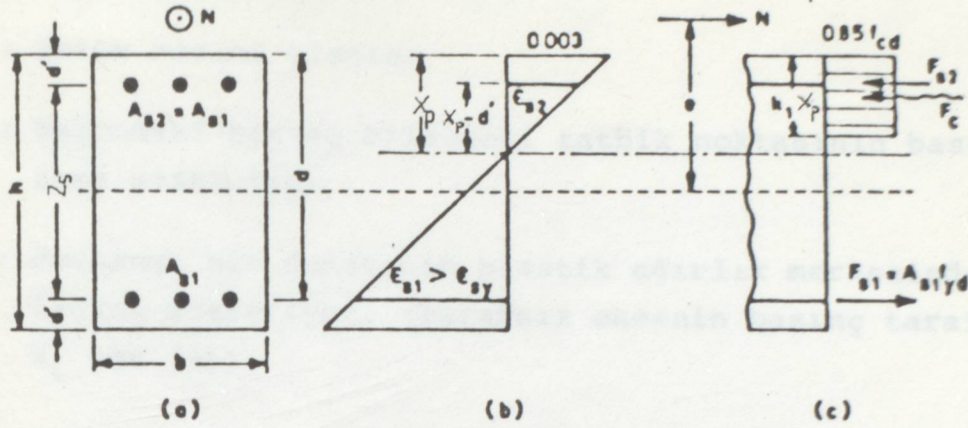
$$F_{cs} = A s' \cdot \sigma'_s \quad (1.6)$$

$$F_T = A s \cdot \sigma_s \quad (1.7)$$

bulunan değerler (1.3) ve (1.4) de yerlerine yazılırsa

$$N_r = 0,85 \cdot f_{cd} \cdot a \cdot b + A s' \cdot \sigma'_s - A s \cdot \sigma_s \quad (1.8)$$

$$M_r = N_r \cdot e = 0,85 \cdot f_{cd} \cdot a \cdot b \cdot \left(X_p - \frac{a}{2} \right) + A s' \cdot \sigma'_s \cdot (X_p - d') + A s \cdot \sigma_s \cdot (d - X_p) \quad (1.9)$$

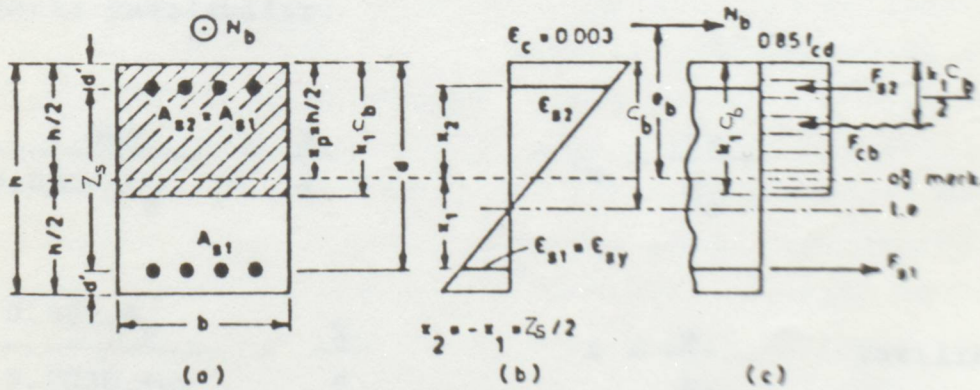


Şekil . 1. 3

elde edilir. (1.8) ve (1.9) ifadeleri, en genel şekliyle herhangi bir kesit için yazılırsa:(baskınç gerilmeleri (-) olmak üzere)

$$N_r = 0,85 \cdot f_{cd} \cdot A_{cc} + \sum_{i=1}^n A_{si} \cdot \sigma_{si} \quad (1.8a)$$

$$M_r = N_r \cdot e = 0,85 \cdot f_{cd} \cdot A_{cc} \cdot (X_p \cdot \bar{x}) + \sum_{i=1}^n A_{si} \cdot \sigma_{si} \cdot X_i \quad (1.9a)$$



Şekil . 1. 4

Bu ifadelerde:

(1.10)

A_{cc} : Beton basınç alanını

\bar{X} : Betondaki basınç bileşkesi tatbik noktasının basınç kenarına uzaklığını

X_i : Herhangi bir donatının plastik ağırlık merkezinden uzaklığını gösteriyor. (Tarafsız eksenin basınç tarafındaki X_i ler (+))

Diğer taraftan (1.8) ve (1.9) ifadeleri, simetrik donatılı kolonlar için yazılırsa: $A_s = A_s'$; $X_p = \frac{h}{2}$

$$N_r = 0,85 \cdot f_{cd} \cdot a \cdot b + A_s' \cdot (\sigma_s' - \sigma_s) \quad (1.8b)$$

$$M_r = N_r \cdot e = 0,85 \cdot f_{cd} \cdot a \cdot b \cdot (h-a)/2 + A_s' \cdot (\sigma_s' + \sigma_s) \cdot Z_s/2 \quad (1.9b)$$

Burada Z_s : Donatı moment kolu ($Z_s = h - 2d'$)

Birim deformasyon diyagramı yardımıyla iki tane de uygunluk şartı yazılabilir.

$$\frac{0.003}{0.003 + \epsilon_s} = \frac{X}{d}$$

$$\epsilon_s = \frac{\sigma_s}{E_s}$$

$$\frac{0.003 \cdot E_s}{0.003 E_s + \sigma_s} = \frac{X}{d}$$

$$X = \frac{a}{k_1} \quad \text{yazılırsa}$$

$$a = \frac{0.003 \cdot E_s}{0.003 \cdot E_s + \sigma_s} \cdot k_1 \cdot d$$

$$\sigma_s = 0.003 \cdot E_s \left(k_1 \frac{d}{a} - 1 \right) \leq f_{yd} \quad (1.10)$$

$$\frac{\epsilon s'}{0.003} = \frac{x-d'}{x}$$

$$\epsilon s' = 0.003 \frac{a - k_1 \cdot d'}{a}$$

$$\sigma_{s'} = 0.003 \cdot E_s \left(1 - k_1 \cdot \frac{d'}{a} \right) \leq f_{yd} \quad (1.11)$$

Simetrik donatılı kolonlarda $A_s = A_{s'}$ dür. Yine de Problem $\sigma_{s'} = f_{yd}$ olarak çözmek, daha sonra uygunluk şartından $\epsilon s' \geq \epsilon_{sy}$ kontrolü yapmak kolaylık sağlar. $\epsilon s' < \epsilon_{sy}$ ise $\sigma_{s'} = \epsilon s' \cdot E_s$

1.3.1. DENGELİ KIRILMA

Tanımlama basit eğilme ile aynıdır, basınç kenarlarındaki beton ezildiği anda ($\epsilon_{cu} = 0.003$), çetme donatısı da akar. Tanımlama aynı olmakla beraber, arada önemli bir fark vardır. Bileşik eğilmede dengeli durum, donatı yüzdesinin değil, doğrudan doğruya $e = \frac{M}{N}$ eksantrikliğin bir fonksiyonudur. Fark önemlidir; çünkü, basit eğilmede çekme donatısı sınırlandırılarak kırılma biçimi (davranış) denetlenebilmektedir. Bileşik eğilme etkisindeki kolonlarda bu olanak yoktur. Düktil davranış konstruktif önlemlerle sağlamaya çalışılır. Örneğin kolon-kiriş birleşim bölgesinde etriye aralıkları sıklaştırılarak beton kesit sarılır. Böylece dönme kapasitesi arttırılır.

Tanımlama gereği $\sigma_s = f_{yd}$ olur. Birim deformasyon diyagramından



$$\frac{0.003}{0.003 + \epsilon_{sy}} = \frac{X_b}{d}$$

$$X_b = \frac{0.003 \cdot E_s}{0.003 E_s + f_{yd}} \cdot d \quad a_b = k_1 \cdot X_b \quad \text{yazılırsa}$$
$$a_b = \frac{0.003 \cdot E_s}{0.003 E_s + f_{yd}} \cdot k_1 d \quad (1.12)$$

Şu halde dengeli durumda eşdeğer gerilme bloğu derinliği donatı türüne bağlı olarak bulunabilir. Basınç donatısının da aktığı kabul edildiğine göre $\sigma_s' = f_{yd}$ olacaktır. Bu değerler (1.8) ve (1.9) da yerlerine yazılırsa

$$N_b = 0,85 \cdot f_{cd} \cdot a_b \cdot b + f_{yd} \cdot (A_s' - A_s) \quad (1.13)$$

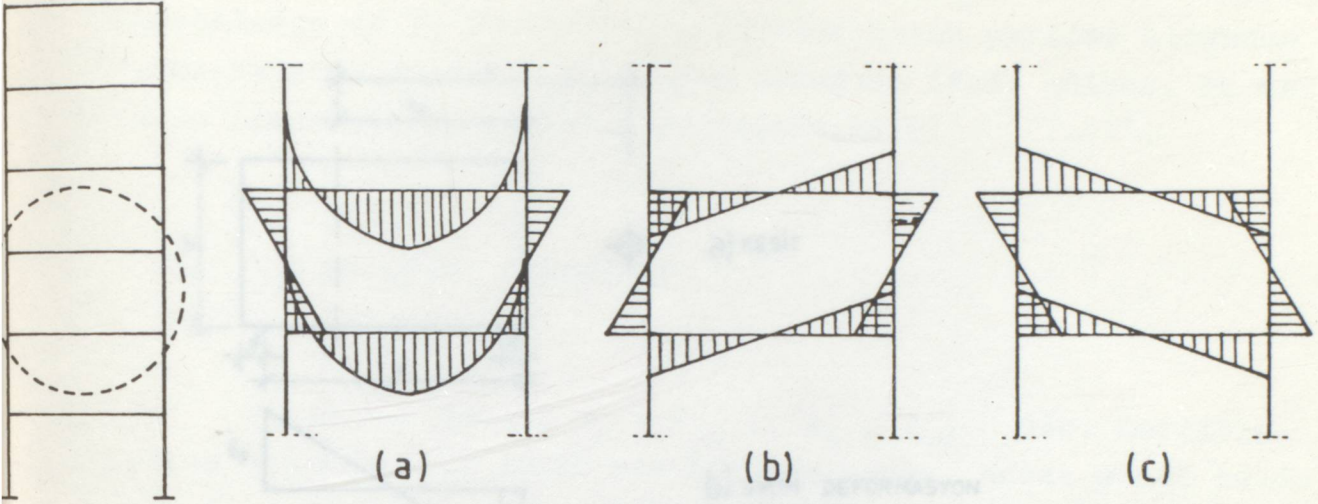
$$M_b = N_b \cdot e = 0,85 \cdot f_{cd} \cdot a_b \cdot b \cdot \left(X_p - \frac{a_b}{2} \right) + f_{yd} (A_s' (X_p - d') + A_s (d - X_p)) \quad (1.14)$$

a_b değeri (1.12) den hesaplanır. (1.13) ve (1.14) de yerine yazılarak N_b , M_b , e_b değerleri bulunabilir.

$N < N_b$ ise çekme kırılması

$N > N_b$ ise basınç kırılması oluşur.

Çok katlı yapılarda, simetrik donatılı kolon kullanılır. Çünkü, gerek düşey ve gerekse yatay yüklerden gelen kolon momentleri, bir katın üst ve alt bölümlerinde mutlak değerce birbirine yakın, işaretçe zıttır. Şekil.1.5 'den görüldüğü gibi bir kat içinde kolonun hem sol yüzünde, hem de sağ yüzünde çekme olabilmektedir. Bu durumda en iyi çözüm kolon donatısını simetrik yerleştirmektir.



Şekil 1.5-Çok katlı yapıda kolon momentleri a)Düşey yük etkisi b)Deprem etkisi soldan sağa c)Deprem etkisi sağdan sola(moment diyagramları çekme yüzüne taşınarak çizilmiştir.)

$A_s = A_{s'}$ ve $X_p = \frac{h}{2}$ değerleri (1.13) ve (1.14) de yazılırsa:

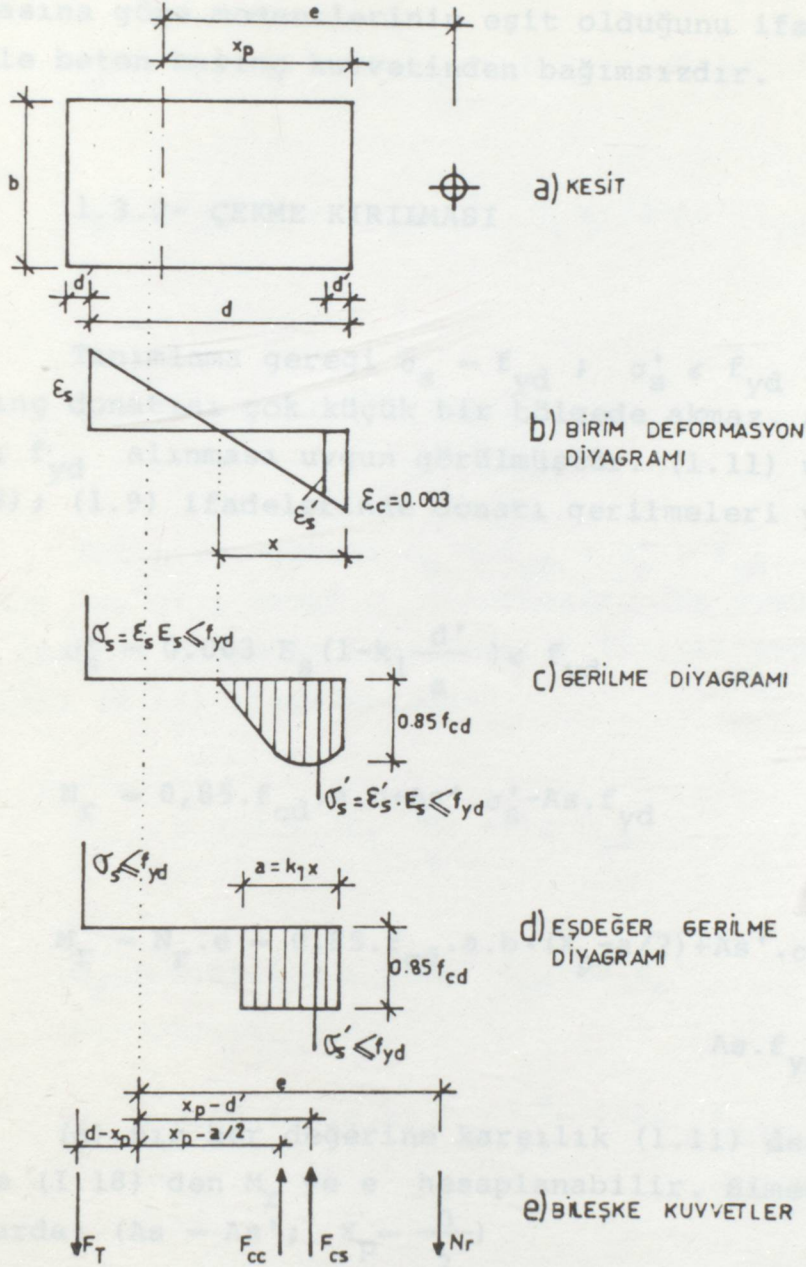
$$N_b = 0,85 \cdot f_{cd} \cdot a_b \cdot b \quad (1.15)$$

$$M_b = N_b \cdot e_b = 0,85 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot a_b \cdot (h - a_b) / 2 + A_{s'} \cdot f_{yd} \cdot Z_s \quad (1.16)$$

$$M_b = N_b \cdot e_b = N_b \cdot (h - a_b) / 2 + A_{s'} \cdot f_{yd} \cdot Z_s \quad (1.16a)$$

$$N_b \left(e_b - \frac{h}{2} + \frac{a_b}{2} \right) = A_{s'} \cdot f_{yd} \cdot Z_s \quad (1.16b)$$

Simetrik donatılı kolonlarda, sırasıyla, (1.12) den a_b , (1.15) den N_b ve (1.16) dan M_b , e_b hesaplanabilir. (1.15) den görüldüğü gibi, simetrik donatılı kolonlarda, dengeli kırılmaya



Şekil.1.6- Eksantrik yüklenmiş, kırılma durumunda, iki yüzünde donatı bulunan dikdörtgen kesitli kolon

yol açan normal kuvvet, donatıdan bağımsızdır. (1.16b) ise dış kuvvetlerin ve iç kuvvetlerin; eşdeğer beton gerilme bloğunun ortasına göre momentlerinin eşit olduğunu ifade ediyor. Bu nedenle beton basınç kuvvetinden bağımsızdır.

1.3.2- ÇEKME KIRILMASI

Tanımlama gereği $\sigma_s = f_{yd}$; $\sigma'_s \leq f_{yd}$ dir. Gerçekte, basınç donatısı çok küçük bir bölgede akmaz. Ancak genel halde $\sigma'_s \leq f_{yd}$ alınması uygun görülmüştür. (1.11) uygunluk şartı ve (1.8); (1.9) ifadelerinde donatı gerilmeleri yazılırsa

$$\sigma'_s = 0,003 E_s (1 - k_1 \frac{d'}{a}) \leq f_{yd} \quad (1.11)$$

$$N_r = 0,85 \cdot f_{cd} \cdot a \cdot b + A_s' \cdot \sigma'_s - A_s \cdot f_{yd} \quad (1.17)$$

$$M_r = N_r \cdot e = 0,85 \cdot f_{cd} \cdot a \cdot b \cdot (X_p - a/2) + A_s' \cdot \sigma'_s \cdot (X_p - d') + A_s \cdot f_{yd} \cdot (d - X_p) \quad (1.18)$$

(a) nın her değerine karşılık (1.11) den σ'_s ; (1.17) den N_r ve (1.18) den M_r ve e hesaplanabilir. Simetrik donatılı kolonlarda: ($A_s = A_s'$; $X_p = \frac{h}{2}$)

$$N_r = 0,85 \cdot f_{cd} \cdot a \cdot b + A_s' \cdot (\sigma'_s - f_{yd}) \quad (1.19)$$

Görüldüğü gibi basınç donatısının aktığı büyük bölümde, dengeli durum gibi, normal kuvvet taşıma gücü, betondaki basınç kuvvetine eşit olur. $\sigma'_s = f_{yd}$ ise

$$N_r = 0,85.f_{cd}.a.b. \quad (1.19a)$$

$$M_r = N_r.e = 0,85.f_{cd}.a.b.(h-a)/2 + A_s'.(\sigma_s' + f_{yd}).Z_s/2 \quad (1.20)$$

$$\sigma_s' = f_{yd} \quad \text{ise} \quad M_r = N_r.(h-a)/2 + A_s'.f_{yd}.Z_s \quad (1.21a)$$

1.3.3- BASINÇ KIRILMASI

Tanımlama gereği $\sigma_s < f_{yd}$; $\sigma_s' = f_{yd}$ alınır, gerekirse (1.11) den akıp akmadığı denetlenir. (En uygunu $a = a_b$ yazarak dengeli durumdan denetimdir.) (1.11a) uygunluk şartı ve (1.18); (1.19) ifadelerinden

$$\sigma_s = 0.003.E_s.(k_1 \frac{d}{a} - 1) \leq f_{yd} \quad (1.10a)$$

$$N_r = 0,85.f_{cd}.a.b + A_s'.f_{yd} - A_s.\sigma_s \quad (1.21)$$

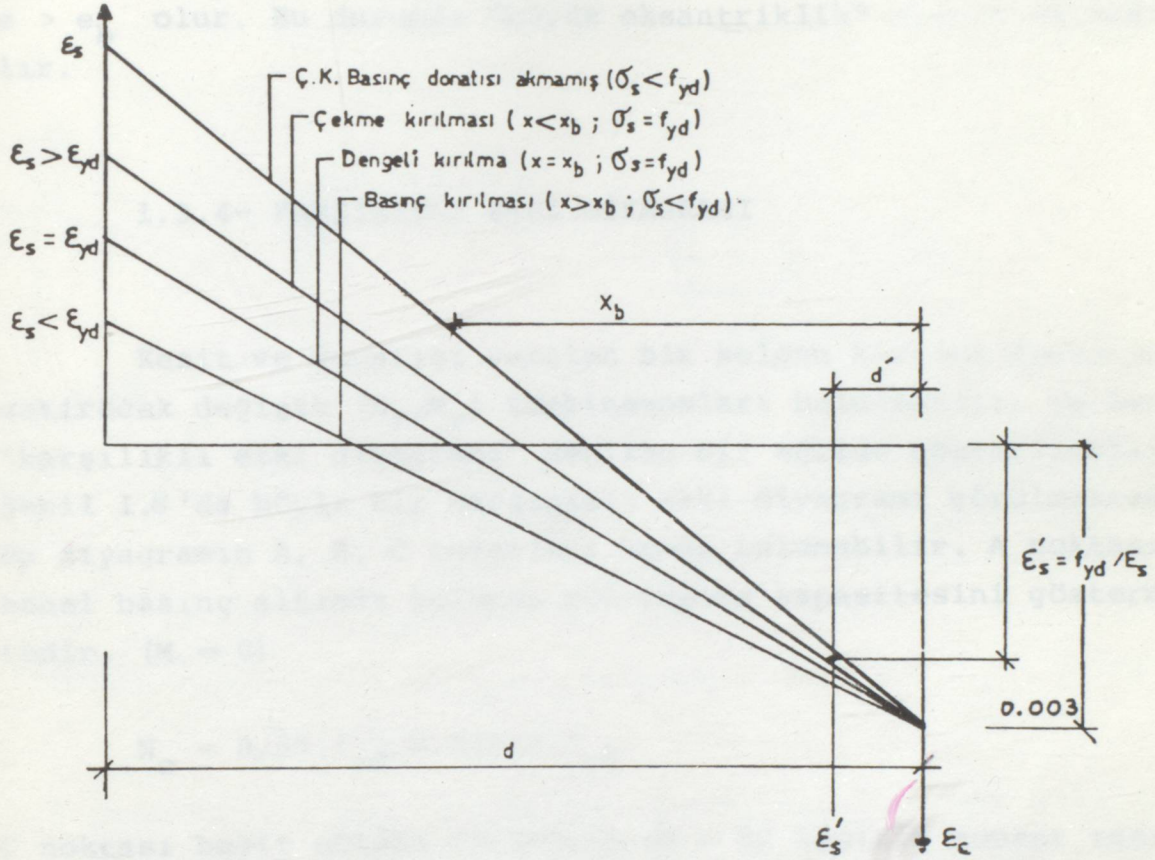
$$M_r = 0,85.f_{cd}.a.b.(X_p - \frac{a}{2}) + A_s'.f_{yd}.(X_p - d') + A_s.\sigma_s.(d - X_p) \quad (1.22)$$

Simetrik donatılı kolonlarda: ($A_s = A_s'$; $X_p = \frac{h}{2}$)

$$N_r = 0,85.f_{cd}.a.b + A_s'.(f_{yd} - \sigma_s) \quad (1.23)$$

$$M_r = N_r.e = 0,85.f_{cd}.a.b.(h-a)/2 + A_s'.(f_{yd} + \sigma_s).Z_s/2 \quad (1.24)$$

Basınç kırılmalarında $\sigma_s < f_{yd}$ olduğuna göre $\sigma_s = f_{yd}$ olur. Bu nedenle basınç kırılmaları "çekme kırılması" olarak da tanımlanabilir. Çekme kırılmaları "çekme kırılması" olarak da tanımlanabilir. Çekme kırılmaları "çekme kırılması" olarak da tanımlanabilir.



Şekil 1.7-Eksantrik yüklenmiş kolon kırılmalarında birim deformasyon diyagramları

Şekil 1.7'de birim deformasyon diyagramları üzerinden değişik kırılma biçimleri gösterilmiştir. Şekilden görüldüğü gibi:

Basınç kırılmasında: $N > N_b$; $X > X_b$; $a > a_b$

Çekme kırılmasında: $N < N_b$; $X < X_b$; $a < a_b$

Ayrıca, dengeli durumdaki eksantriklik $e_b = \frac{M_b}{N_b}$ dir.

Basınç kırılmasında $N > N_b$ olduğuna göre $e < e_b$ olur. Bu nedenle basınç kırılmasının olduğu duruma "küçük eksantriklik" de denir. Benzer şekilde çekme kırılmasında $N < N_b$ ve $e > e_b$ olur. Bu durumda "büyük eksantriklik" olarak adlandırılır.

1.3.4- KARŞILIKLI ETKİ DİYAGRAMI

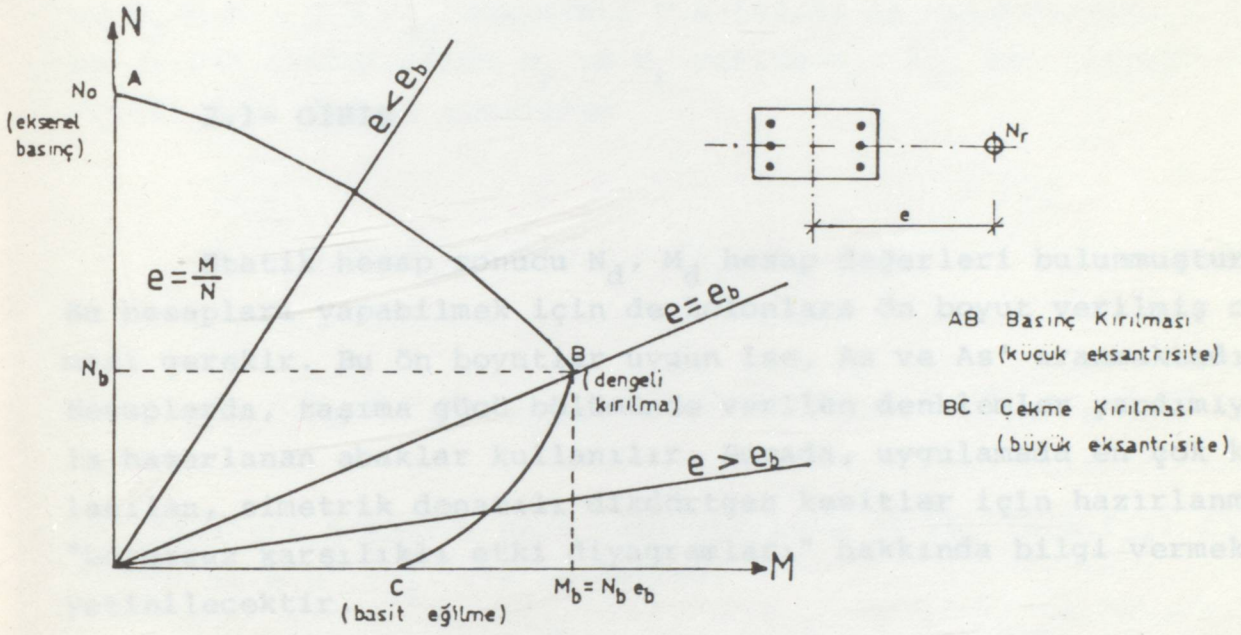
Kesit ve donatısı verilen bir kolonu kırılma durumuna getirecek değişik (N_r, M_r) kombinezonları bulunabilir, ve bunlar "karşılıklı etki diyagramı" denilen bir eğride gösterilebilir. Şekil 1.8 'da böyle bir karşılıklı etki diyagramı görülmektedir. Bu diyagramın A, B, C noktaları hemen bulunabilir. A noktası eksenel basınç altında kolonun yük taşıma kapasitesini göstermektedir. ($M = 0$)

$$N_o = 0,85 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot h + A_{st} \cdot f_{yd}$$

C noktası basit eğilme durumunda ($N = 0$) kesitin moment taşıma gücünü belirtmektedir.

$$M_r = 0,85 \cdot f_{cd} \cdot a \cdot b \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right) + A_{s'} \cdot \sigma_s \cdot (d - d')$$

B noktası ise dengeli kırılma durumunu gösteriyor. N_b ve M_b değerleri, (1.12) (1.13) (1.14) ifadeleri yardımıyla; donatı simetrik ise (1.12) (1.15) (1.16) dan hesaplanabilir.



Şekil.1.8-Eksantrik yüklü betonarme kolon kesitlerinde kırılmaya neden olan yük ve moment ilişkilerini belirten karşılıklı etki diyagramı

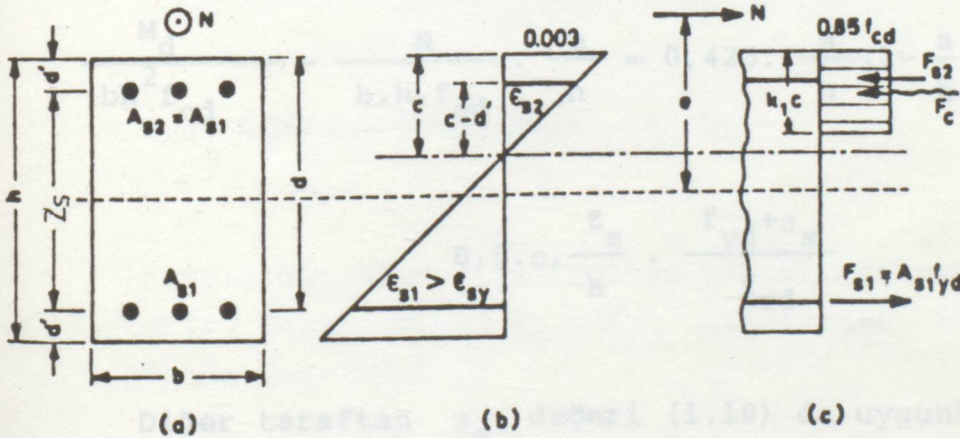
BÖLÜM 2

İKİ YÜZÜNDE SİMETRİK DONATI BULUNAN DİKDÖRTGEN KESİTLİ
KISA KOLONLARIN BOYUTLANDIRILMASI

2.1- GİRİŞ

Statik hesap sonucu N_d , M_d hesap değerleri bulunmuştur. Bu hesapları yapabilmek için de kolonlara ön boyut verilmiş olması gerekir. Bu ön boyutlar uygun ise, A_s ve A_s' aranmaktadır. Hesaplarda, taşıma gücü bölümünde verilen denklemler yardımıyla hazırlanan abaklar kullanılır. Burada, uygulamada en çok kullanılan, simetrik donatılı dikdörtgen kesitler için hazırlanmış "boyutsuz karşılıklı etki diyagramları" hakkında bilgi vermekle yetinilecektir.

$$\rho = \frac{A_s}{b \cdot h} = \frac{A_s'}{b \cdot h} \quad (1.25)$$



Şekil.1.9

Burada 2.2- KÜÇÜK EKSANTRİSİTE DURUMU ($e/h < e_b/h$)

Bilindiği gibi bu durumda basınç kırılması olabilir. Tanımlama gereği $\sigma_s < f_{yd}$ dir. $\sigma'_s = f_{yd}$ alınabilir. $e < 0,1h$ ve $N_d/b.h > 0,9.f_{cd}$ durumları T.S-500/84 de önlemektedir. (1.23) ve (1.24) ifadelerinde N_r ve M_r yerine N_d , M_d , A_s' yerine de (1.25) deki değeri yazılırsa

$$M_d = 0,85.f_{cd}.a.b + \rho.b.h.(f_{yd} - \sigma_s) \quad (1.26)$$

$$M_d = N_d.e = 0,85.f_{cd}.a.b.(h-a)/2 + \rho.b.h.(f_{yd} + \sigma_s).Z_s/2 \quad (1.27)$$

Bu ifadeleri boyuzsuz hale getirmek için (1.26) ($b.h.f_{cd}$) ile (1.27) de $b.h^2.f_{cd}$ ile bölünürse:

$$\frac{N_d}{b.h.f_{cd}} = 0,85. \frac{a}{h} + \rho. \frac{f_{yd} - \sigma_s}{f_{cd}} \quad (1.28)$$

$$\frac{M_d}{bh^2 f_{cd}} = \frac{N}{b.h.f_{cd}} \cdot \frac{e}{h} = 0,425. \frac{a}{h} \left(1 - \frac{a}{h}\right) +$$

$$0,5.\rho. \frac{Z_s}{h} \cdot \frac{f_{yd} + \sigma_s}{f_{cd}} \quad (1.29)$$

Diğer taraftan σ_s değeri (1.10) da uygunluk şartından bulunmuştu

$$\sigma_s = 0.003E_s \left(k_1 \frac{d}{a} - 1\right) \leq f_{yd}$$

Burada $d = Z_s + d'$ ve $d' = 0,5(h - Z_s)$ dir.

$$d = 0,5 \cdot (Z_s + h) \quad (1.10) \text{ da yazılırsa}$$

$$\sigma_s = 0.003E_s \cdot \left| 0,5 \cdot k_1 \cdot \left(\frac{Z_s}{a} + \frac{h}{a} \right) - 1 \right| \leq f_{yd}$$

$$\sigma_s = 0.003E_s \cdot \left| 0,5 \cdot k_1 \cdot \frac{h}{a} \left(\frac{Z_s}{h} + 1 \right) - 1 \right| \leq f_{yd} \quad (1.30)$$

σ_s değerleri a/h ve Z_s/h bağılı olarak hesaplanabilir. (1.28) ve (1.29) ifadelerinin sağ taraflarında bunlara ek olarak ve malzeme mukavemet değerleri vardır. Belirli malzeme türü ve kesit geometrisine bağılı olarak Z_s/h değeri için bir boyutsuz karşılıklı etki diyagramı hazırlamak isterseniz; küçük eksantrisite bölgesinde seçilen bir donatı yüzdesi için, (a/h) a' 'ya bağılı olarak N_d/bhf_{cd} ve M_d/bh^2f_{cd} değerleri (1.28), (1.29), (1.30) dan hesaplanabilir. a/h in değişim bölgesi;

$\frac{a_b}{h} \leq \frac{a}{h} \leq 1$ olur. σ_s in negatif çıkması bütün kesitin basınca çalıştığını gösterir.

2.3- DENGELİ DURUM ($e/h = e_b/h$)

Karşılıklı etki diyagramının belirli üç noktasından birini gösterir. Tanım gereği $\sigma_s = f_{yd}$ olmaktadır. Bu değer (1.28) ve (1.29) da yazılırsa

$$\frac{N_d}{f_{cd} \cdot b \cdot h} = 0,85 \frac{a_b}{h} \quad (1.31)$$

$$\frac{M_d}{f_{cd} \cdot b \cdot h^2} = \frac{N_d}{f_{cd} \cdot b \cdot h} \cdot \frac{e_b}{h} = 0,425 \cdot \frac{a_b}{h} \cdot \left(1 - \frac{a_b}{h}\right) +$$

Uygunluk şartından

$$\frac{z_s}{h} \cdot \rho \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}} \quad (1.32)$$

$$\frac{a_b}{h} = \frac{0.003E_s}{0.003E_s + f_{yd}} \cdot k_1 \frac{d}{h} \frac{0.003E_s}{0.003E_s + f_{yd}} \cdot 0,5 \cdot k_1 \left(1 + \frac{z_s}{h}\right) \quad (1.33)$$

Görüldüğü gibi dengeli durumu belirleyen $\frac{N_b}{f_{cd} \cdot b \cdot h}$ değer-

leri belirli bir donatı türü ve $\frac{z_s}{h}$ değeri için sabittir ve

X eksenine paralel bir doğru ile gösterilebilir.

2.4- BÜYÜK EKSANTRİSİTE DURUMU ($e/h \geq e_b/h$)

Çekme kırılması tanımlama gereği $\sigma_s = f_{yd}$; σ'_s nün ise eksantrikliğin çok büyük olduğu durumlarda $\sigma'_s < f_{yd}$, aksi halde $\sigma'_s = f_{yd}$ olduğu bilinmektedir.

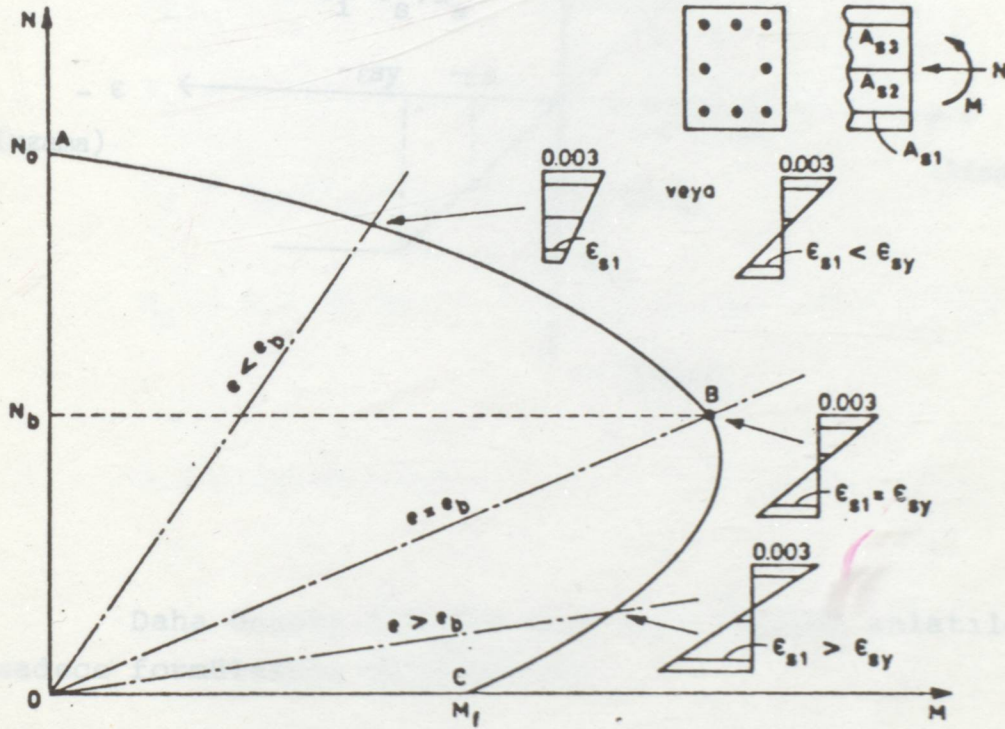
$$N_d = 0,85 \cdot f_{cd} \cdot a \cdot b + \rho \cdot b \cdot h \cdot (\sigma'_s - f_{yd}) \quad (1.34)$$

$$M_d = 0,85 \cdot f_{cd} \cdot a \cdot b \cdot (h-a)/2 + \rho \cdot b \cdot h \cdot (\sigma'_s + f_{yd}) \cdot z_s/2 \quad (1.35)$$

$$\frac{N_d}{b \cdot h \cdot f_{cd}} = 0,85 \cdot \frac{a}{h} + \rho \cdot \frac{\sigma'_s - f_{yd}}{f_{cd}} \quad (1.36)$$

BÖLÜM 3 KÜÇÜK EKSANTRİSİTE DURUMU

İKİ YÜZÜNDE VE AĞIRLIK MERKEZİNDEN GEÇEN EKSEN ÜZERİNDE
DONATI BULUNDURAN DİKDÖRTGEN KESİTLİ KISA KOLONLARIN
BOYUTLANDIRILMASI

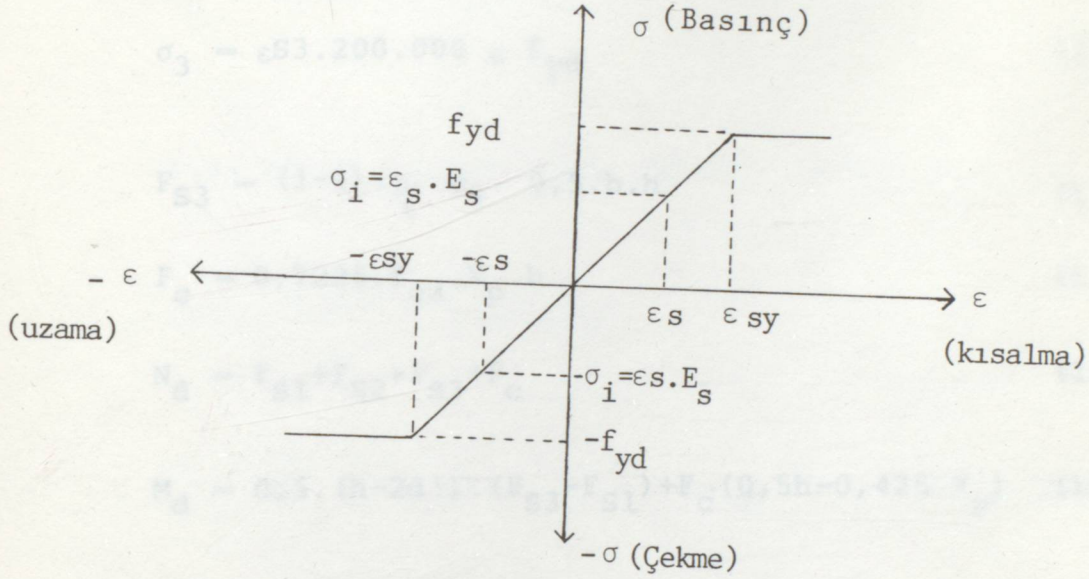


Şekil 1.10

3.1- GİRİŞ

Daha önce 2.1'de verilmiş olan şartlar aynen sağlanmalıdır. Çekme kuvveti (-), basınç kuvveti (+) alınmıştır.

3.2- KÜÇÜK EKSANTRİSİTE DURUMU ($e/h \leq e_b/h$)



Daha önceki durumda ayrıntılı şekilde anlatıldığından sadece formülasyon verilecektir.

$$\epsilon_{S1} = \frac{0.003}{x_p} | x_p - h + d' | \quad (1.39)$$

$$\sigma_1 = \epsilon_{S1} \cdot 200.000 \leq f_{yd} \quad (1.40)$$

$$F_{S1} = (1-\lambda) \cdot \rho_t \cdot \sigma_1 \cdot 0,5 \cdot b \cdot h \quad (1.41)$$

$$\epsilon_{S2} = \frac{0.003}{x_p} \cdot (x_p - 0,5h) \quad (1.42)$$

$$\sigma_2 = \epsilon_{S2} \cdot 200.000 \leq f_{yd} \quad (1.51)$$

$$F_{S2} = \lambda \cdot \rho_t \cdot \sigma_2 \cdot b \cdot h \quad (1.43)$$

$$\epsilon_{S3} = \frac{0.003}{x_p} \cdot (h - d' - x_p) \quad (1.44)$$

$$\sigma_3 = \epsilon_{S3} \cdot 200.000 \leq f_{yd} \quad (1.45)$$

$$F_{S3} = (1 - \lambda) \cdot \rho_t \cdot \sigma_3 \cdot 0,5 \cdot b \cdot h \quad (1.46)$$

$$F_c = 0,7225 \cdot f_{cd} \cdot x_p \cdot b \quad (1.47)$$

$$N_d = F_{S1} + F_{S2} + F_{S3} + F_c \quad (1.48)$$

$$M_d = 0,5 \cdot (h - 2d') \cdot (F_{S3} - F_{S1}) + F_c \cdot (0,5h - 0,425 \cdot x_p) \quad (1.49)$$

3.3-- DENGELİ DURUM ($e/h = e_p/h$)

$$\epsilon_{sy} = \epsilon_{S1} = \frac{f_{yd}}{200.000} \quad (1.50)$$

$$x_p = \frac{0.003 \cdot (h - d')}{\epsilon_{S1} + 0.003} \quad (1.51)$$

$$\epsilon_{S2} = \frac{0.003}{x_p} \cdot (x_p - 0,5h) \quad (1.52)$$

$$\sigma_2 = \epsilon_{S2} \cdot 200.000 \leq f_{yd} \quad (1.53)$$

$$F_{S2} = \lambda \cdot \rho_t \cdot \sigma_2 \cdot b \cdot h \quad (1.54)$$

$$\epsilon_{S3} = \epsilon_{sy} \quad F_{S3} = (1 - \lambda) \cdot \rho_t \cdot f_{yd} \cdot 0,5 \cdot b \cdot h \quad F_{S1} = -F_{S3} \quad (1.55)$$

$$F_c = 0,7225 \cdot f_{cd} \cdot X_p \cdot b \quad (1.56)$$

$$N_D = F_{S1} + F_{S2} + F_{S3} + F_c \quad (1.57)$$

$$M_D = (h - 2d') \cdot (F_{S3}) + F_c \cdot (0,5h - 0,425 X_p) \quad (1.58)$$

3.4- BÜYÜK EKSANTRİSİTE DURUMU $(e/h \geq e_b/h)$

$$\epsilon_{S1} = \frac{0.003}{X_p} (h - d' - X_p) \quad (1.59)$$

$$\sigma_1 = \epsilon_{S1} \cdot 200.000 \leq f_{yd} \quad (1.60)$$

$$F_{S1} = (1 - \lambda) \cdot \rho_t \cdot \sigma_1 \cdot b \cdot h \cdot 0,5 \quad (1.61)$$

$$\epsilon_{S2} = \frac{0.003}{X_p} \cdot (0,5 \cdot h - X_p) \quad (1.62)$$

$$\sigma_2 = \epsilon_{S2} \cdot 200.000 \leq f_{yd} \quad (1.63)$$

$$F_{S2} = \lambda \cdot \rho_t \cdot \sigma_2 \cdot b \cdot h \quad (1.64)$$

$$\epsilon_{S3} = \frac{0.003}{X_p} \cdot (h - d' - X_p) \quad (1.65)$$

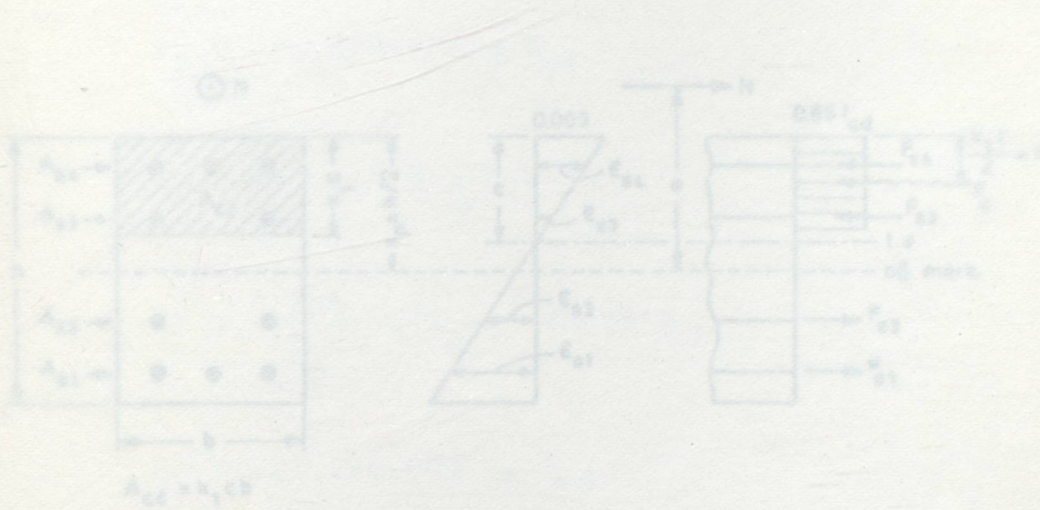
$$\sigma_3 = \epsilon_{S3} \cdot 200.000 \leq f_{yd} \quad (1.66)$$

$$F_{S3} = (1 - \lambda) \cdot \rho_t \cdot \sigma_3 \cdot 0,5 \cdot b \cdot h \quad (1.67)$$

$$F_c = 0,7225 \cdot f_{cd} \cdot X_p \cdot b \quad (1.68)$$

$$M_d = 0,5 \cdot (h - 2 \cdot d') \cdot (F_{S3} - F_{S1}) + F_c \cdot (0,5 \cdot h - 0,425 \cdot x_p) \quad (1.69)$$

$$N_d = F_{S1} + F_{S2} + F_{S3} + F_c \quad (1.70)$$



Şekil 1.11

4.1- KÜÇÜK EKSENTRİSİTE DURUMU ($e/h < e_p/h$)

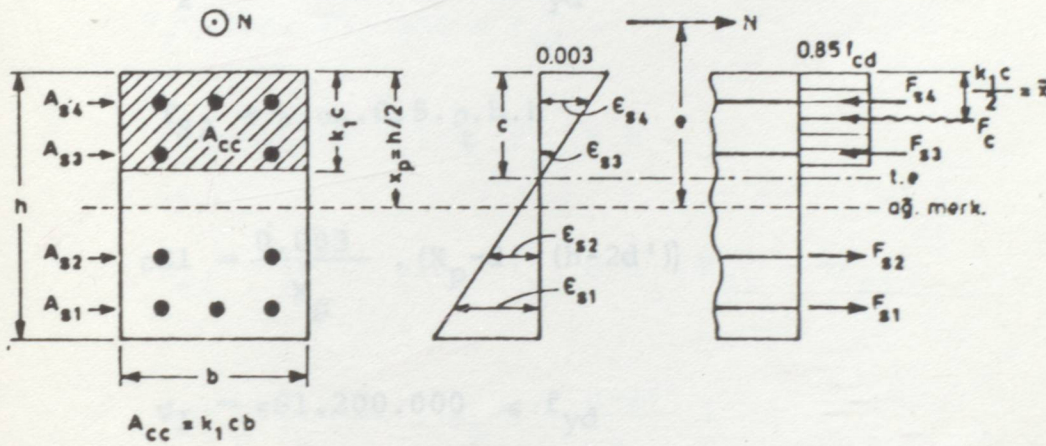
$$\sigma_{s1} = \text{say} \cdot 200.000 \cdot f_{yd}$$

$$F_{s4} = (1 - \eta) \cdot \rho \cdot 0,5 \cdot f_{yd} \cdot b \cdot h \quad (1.71)$$

$$\rho_{s3} = \frac{0,0033}{x_p} \cdot (x_p - d' - \frac{h - 2d'}{3}) \quad (1.72)$$

BÖLÜM 4

İKİ YÜZÜNDE VE GÖVDEDE BİR SIRA SİMETRİK DONATI OLAN DİKDÖRTGEN KESİTLİ KISA KOLONLARIN BOYUTLANDIRILMASI



Şekil.1.11

4.1- KÜÇÜK EKSANTRİSİTE DURUMU ($e/h \leq e_b/h$)

$$\sigma_{S4} = \epsilon_{S4} \cdot 200.000 < f_{yd} \quad (1.70)$$

$$F_{S4} = (1-\lambda) \cdot \rho \cdot 0,5 \cdot f_{yd} \cdot b \cdot h \quad (1.71)$$

$$\epsilon_{S3} = \frac{0.003}{x_p} \cdot (x_p - d' - \frac{h-2d'}{3}) \quad (1.72)$$

$$\sigma_3 = \epsilon_{S3} \cdot 200.000 \leq f_{yd} \quad (1.73)$$

$$F_{S3} = \lambda \cdot \sigma_3 \cdot 0,5 \cdot \rho_t \cdot f_{yd} \cdot b \cdot h \quad (1.74)$$

$$\epsilon_{S2} = \frac{0.003}{x_p} \cdot (x_p - d' - \frac{2 \cdot (h - 2d')}{3}) \quad (1.75)$$

$$\sigma_2 = \epsilon_{S2} \cdot 200.000 \leq f_{yd}$$

$$F_{S2} = \lambda \cdot \sigma_2 \cdot 0,5 \cdot \rho_t \cdot b \cdot h \quad (1.76)$$

$$\epsilon_{S1} = \frac{0.003}{x_p} \cdot (x_p - d' - (h - 2d')) \quad (1.78)$$

$$\sigma_1 = \epsilon_{S1} \cdot 200.000 \leq f_{yd}$$

$$F_{S1} = (1 - \lambda) \cdot \rho_t \cdot 0,5 \cdot \sigma_1 \cdot b \cdot h \quad (1.79)$$

$$F_c = 0,7225 \cdot x_p \cdot f_{cd} \cdot b \quad (1.80)$$

$$N_d = F_{S1} + F_{S2} + F_{S3} + F_{S4} + F_c \quad (1.81)$$

$$M_d = 0,5 \cdot (h - 2d') \cdot (F_{S4} - F_{S1}) + F_c \cdot (0,5 \cdot h - 0,425 \cdot x_p) + (F_{S3} - F_{S2}) \cdot (0,5h - d' - \frac{h - 2d'}{3}) \quad (1.82)$$

4.2- DENGELİ DURUM ($e/h = e_p/h$)

$$\epsilon_{S1} \leq \epsilon_{sy} \quad X_p = \frac{0.003 \cdot (h-d')}{\epsilon_{S1} + 0.003} \quad (1.83)$$

$$\epsilon_{S2} = \frac{0.003}{X_p} \cdot \left(\frac{2h-d'-3x_p}{3} \right) \quad (1.84)$$

$$\sigma_2 = \epsilon_{S2} \cdot 200.000 \leq f_{yd}$$

$$F_{S2} = \lambda \cdot \sigma_2 \cdot 0,5 \cdot \rho_t \cdot f_{yd} \cdot b \cdot h \quad (1.85)$$

$$F_{S4} = (1-\lambda) \cdot \rho_t \cdot 0,5 \cdot f_{yd} \cdot b \cdot h \quad F_{S1} = -F_{S4} \quad (1.86)$$

$$\epsilon_{S3} = \frac{0.003}{X_p} \cdot \left(x_p - d' - \frac{h-2d'}{3} \right) \quad (1.87)$$

$$\sigma_3 = \epsilon_{S3} \cdot 200.000 \leq f_{yd}$$

$$F_{S3} = \lambda \cdot \sigma_3 \cdot 0,5 \cdot \rho_t \cdot b \cdot h \quad (1.88)$$

$$F_c = 0,7225 \cdot f_{cd} \cdot X_p \cdot b \quad (1.89)$$

$$N_d = F_{S1} + F_{S2} + F_{S3} + F_{S4} + F_c \quad (1.90)$$

$$M_d = (h-2d') \cdot F_{S4} + F_c \cdot (0,5 \cdot h - 0,425 X_p) + (F_{S3} - F_{S2}) \cdot \left(0,5h - d' - \frac{h-2d'}{3} \right) \quad (1.91)$$

4.3- BÜYÜK EKSANTRİSİTE DURUMU (e/h ≥ e_b/h)

$$\epsilon S_1 \leq \epsilon_{sy} \quad \sigma_1 = -\epsilon S_1 \cdot 200.000 \leq f_{yd} \quad (1.92)$$

$$F_{S1} = (1-\lambda) \cdot \rho_t \cdot 0,5 \cdot \sigma_1 \cdot b \cdot h \quad (1.93)$$

$$\epsilon S_4 = \frac{0.003}{x_p} \cdot (x_p - d') \quad (1.94)$$

$$\sigma_4 = \epsilon S_4 \cdot 200.000 \leq f_{yd} \quad F_{S4} = (1-\lambda) \cdot \rho_t \cdot 0,5 \cdot \sigma_4 \cdot b \cdot h \quad (1.95)$$

$$\epsilon S_3 = \frac{0.003}{x_p} \cdot \left(x_p - d' - \frac{h-2d'}{3} \right) \quad (1.96)$$

$$\sigma_3 = \epsilon S_3 \cdot 200.000 \leq f_{yd}$$

$$F_{S3} = \lambda \cdot \sigma_3 \cdot 0,5 \cdot \rho_t \cdot b \cdot h \quad (1.97)$$

$$\epsilon S_2 = \frac{0.003}{x_p} \cdot \left(h - x_p - d' - \frac{h-2d'}{3} \right) \quad (1.98)$$

$$\sigma_2 = \epsilon S_2 \cdot 200.000 \leq f_{yd}$$

$$F_{S2} = \lambda \cdot \sigma_2 \cdot 0,5 \cdot \rho_t \cdot b \cdot h \quad (1.99)$$

$$F_c = 0,7225 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot x_p \quad (1.100)$$

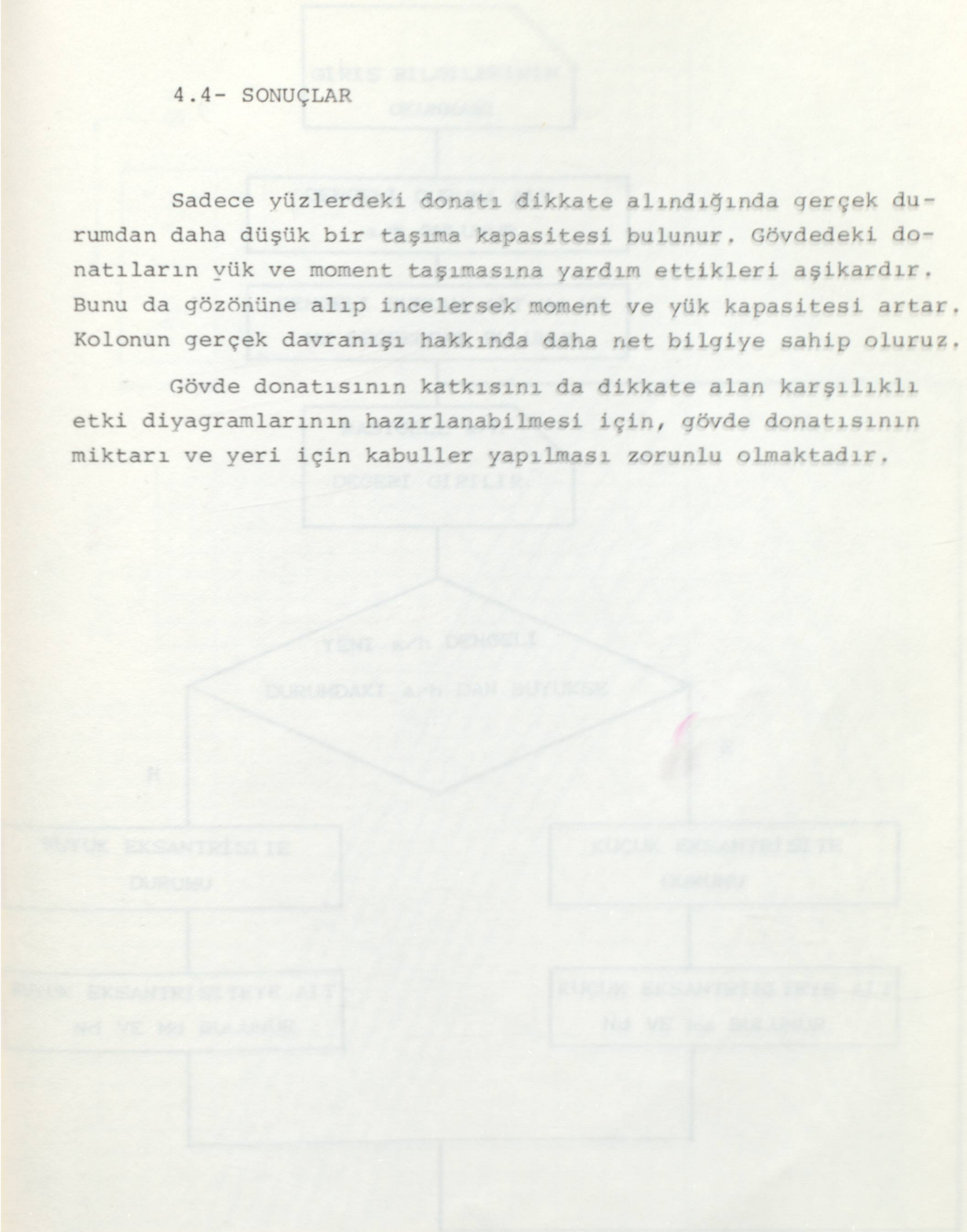
$$N_d = F_{S1} + F_{S2} + F_{S3} + F_{S4} + F_c \quad (1.101)$$

$$M_d = 0,5 \cdot (h-2d') \cdot (F_{S4} - F_{S1}) + F_c \cdot (0,5 \cdot h - 0,425 x_p) + (F_{S3} - F_{S2}) \cdot \left(0,5h - d' - \frac{h-2d'}{3} \right) \quad (1.102)$$

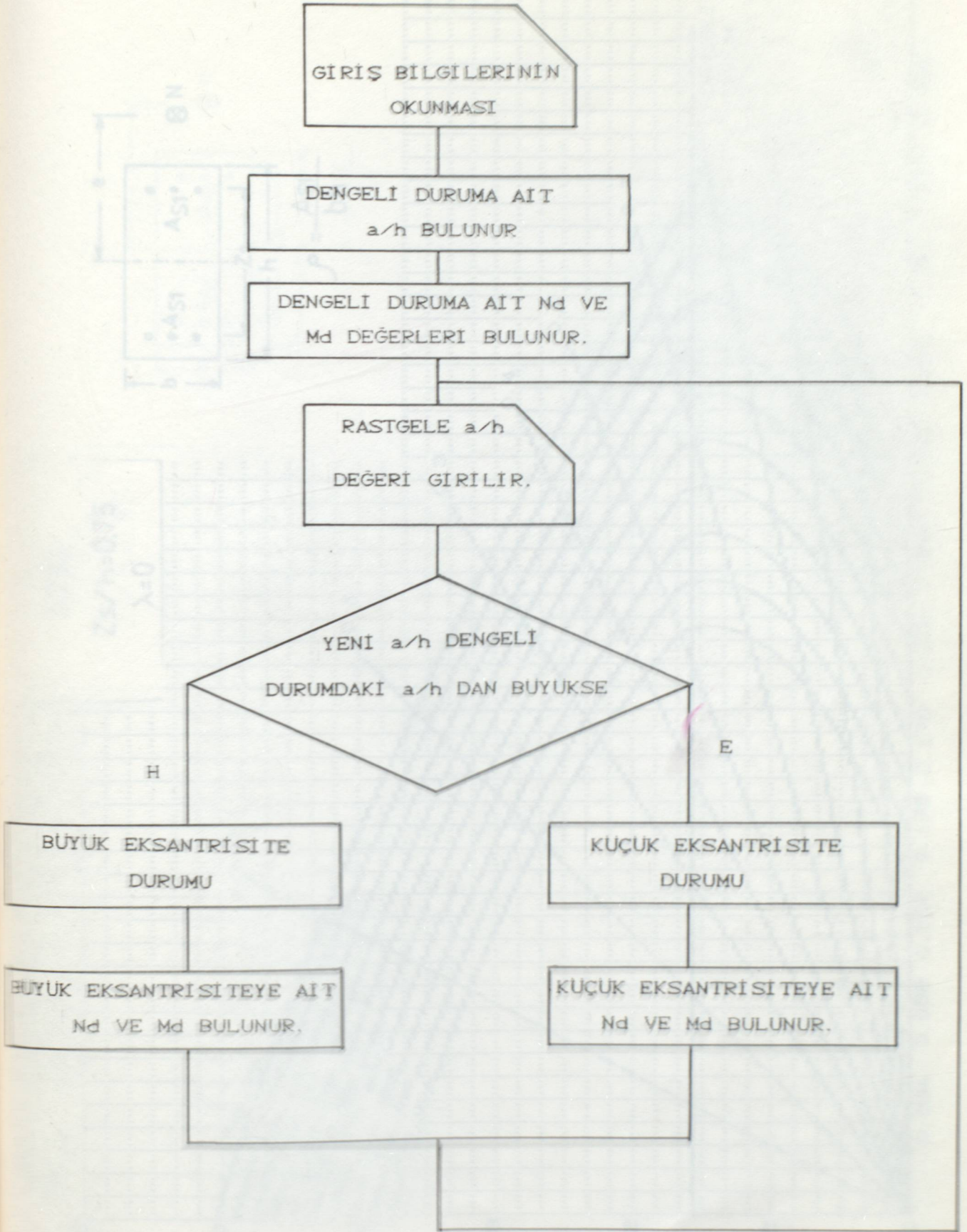
4.4- SONUÇLAR

Sadece yüzlerdeki donatı dikkate alındığında gerçek durumdan daha düşük bir taşıma kapasitesi bulunur. Gövdedeki donatıların yük ve moment taşımaya yardım ettikleri aşikardır. Bunu da gözönüne alıp incelersek moment ve yük kapasitesi artar. Kolonun gerçek davranışı hakkında daha net bilgiye sahip oluruz.

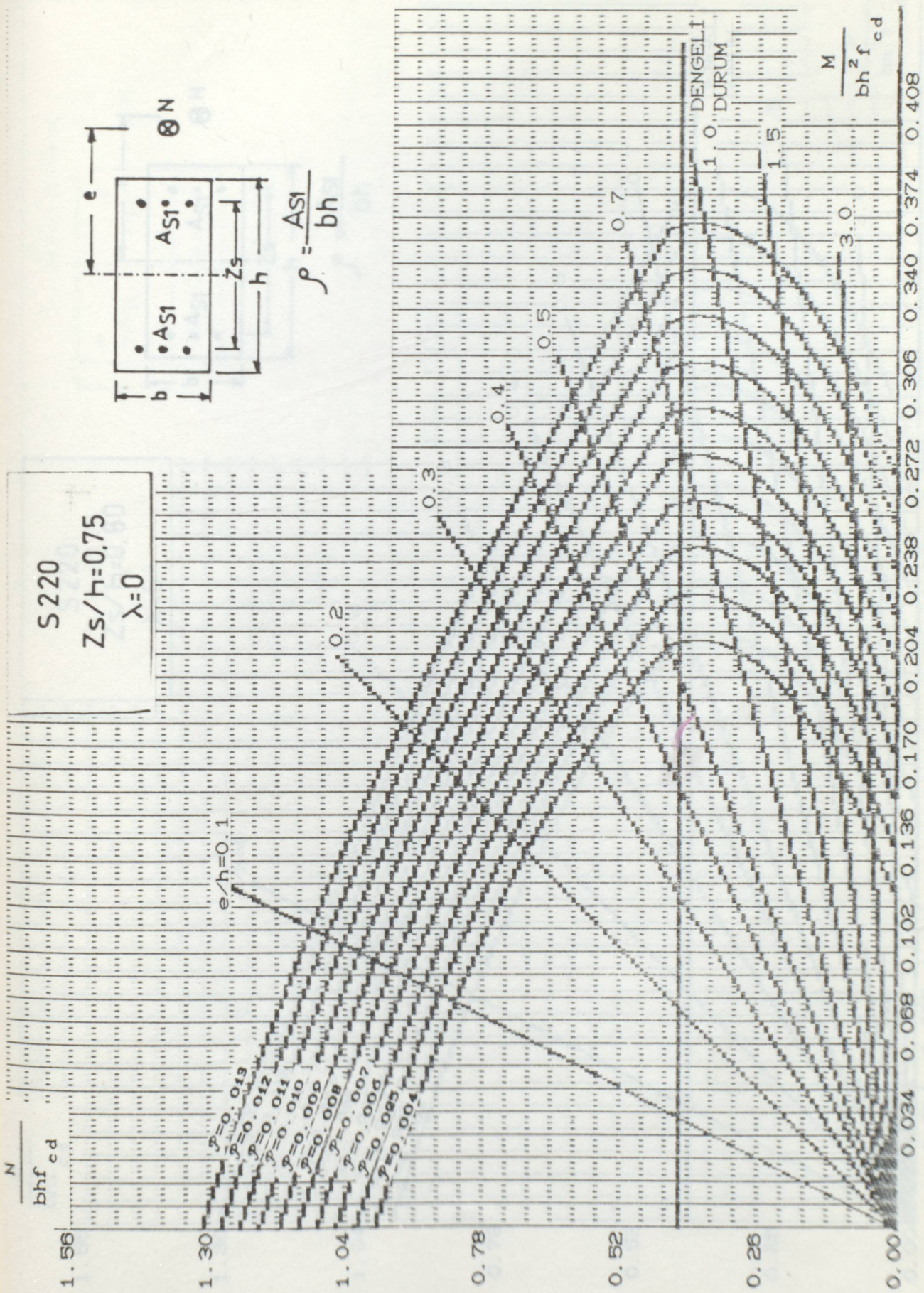
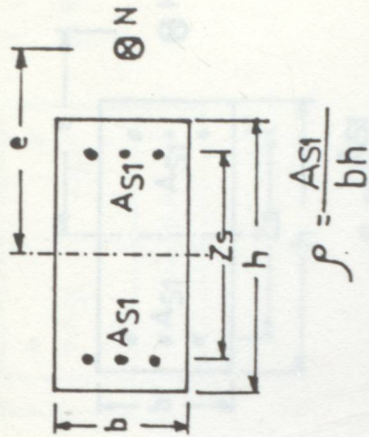
Gövde donatısının katkısını da dikkate alan karşılıklı etki diyagramlarının hazırlanabilmesi için, gövde donatısının miktarı ve yeri için kabuller yapılması zorunlu olmaktadır.

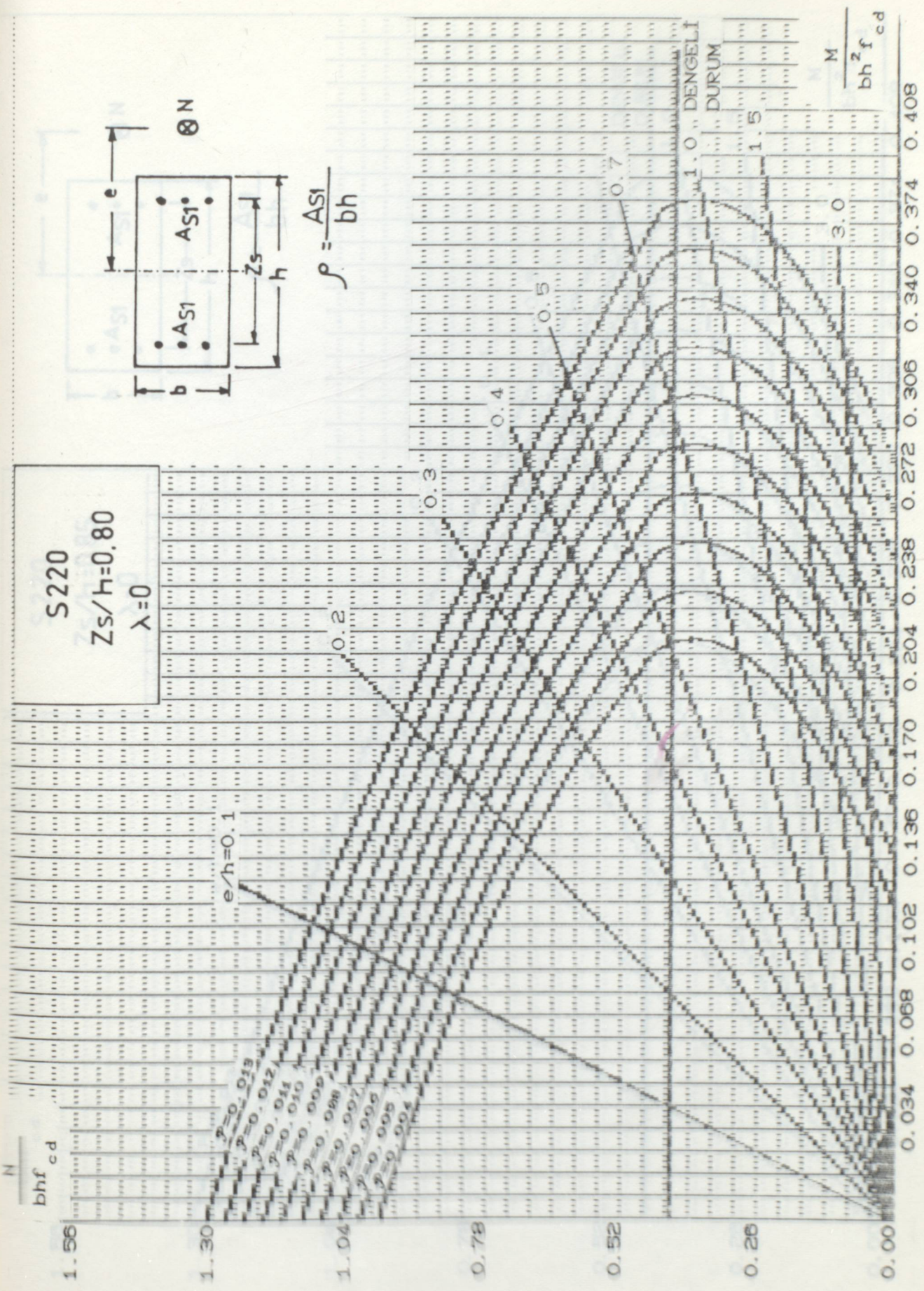


AKIŞ SEMASI

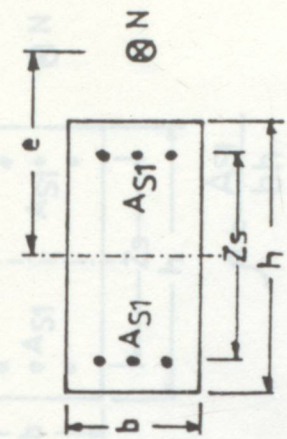


S 220
 $Z_s/h=0.75$
 $\lambda=0$





S220
 $Z_s/h=0.80$
 $\lambda=0$



$$\rho = \frac{AS_1}{bh}$$

$e/h=0.1$

0.2

0.3

0.4

0.5

0.7

1.0 DENGELI
 DURUM

1.5

3.0

M

$bh^2 f_{cd}$

0.408

0.374

0.340

0.306

0.272

0.238

0.204

0.170

0.136

0.102

0.068

0.034

1.56

1.30

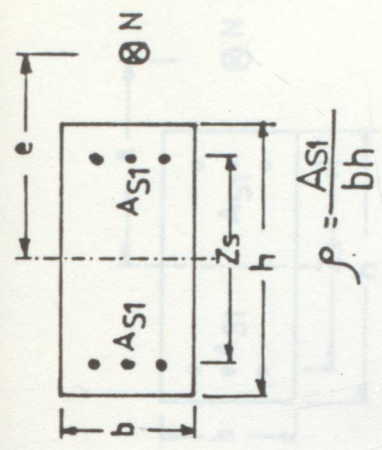
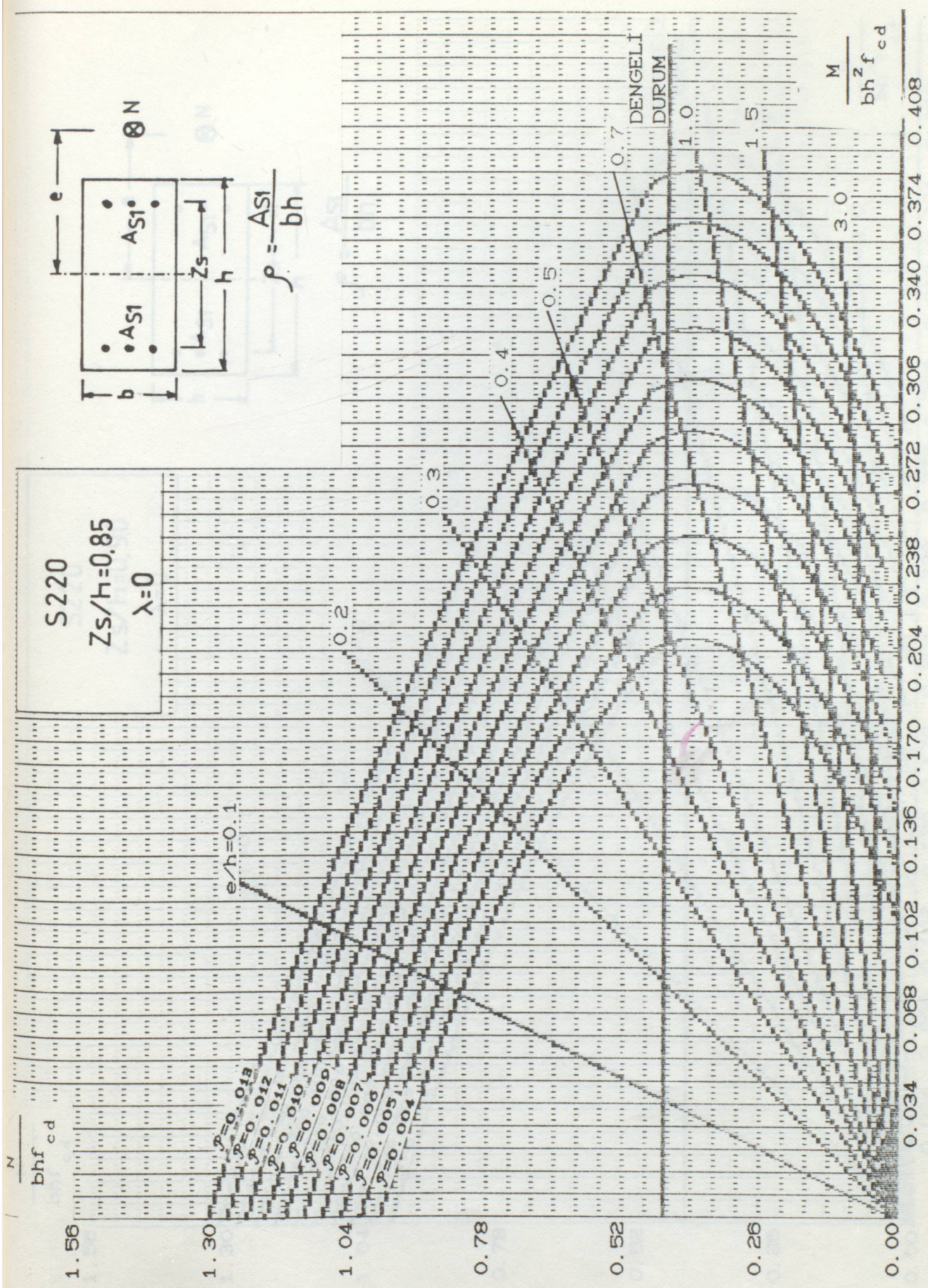
1.04

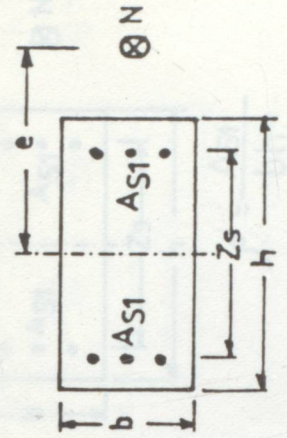
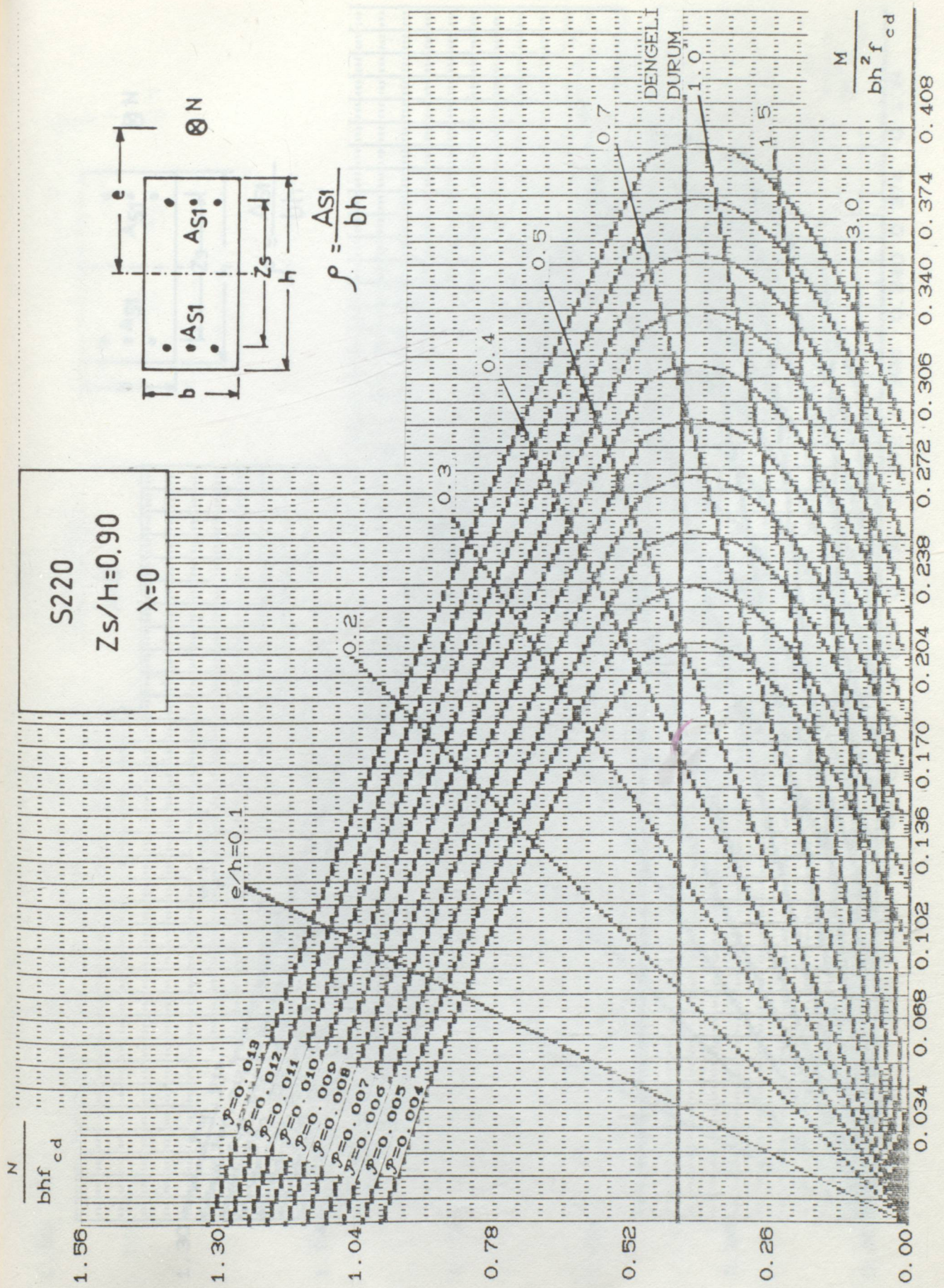
0.78

0.52

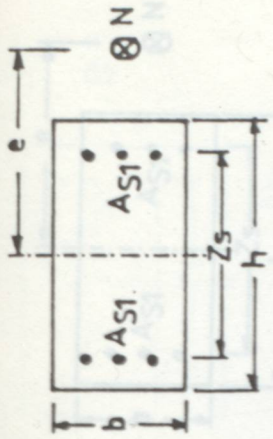
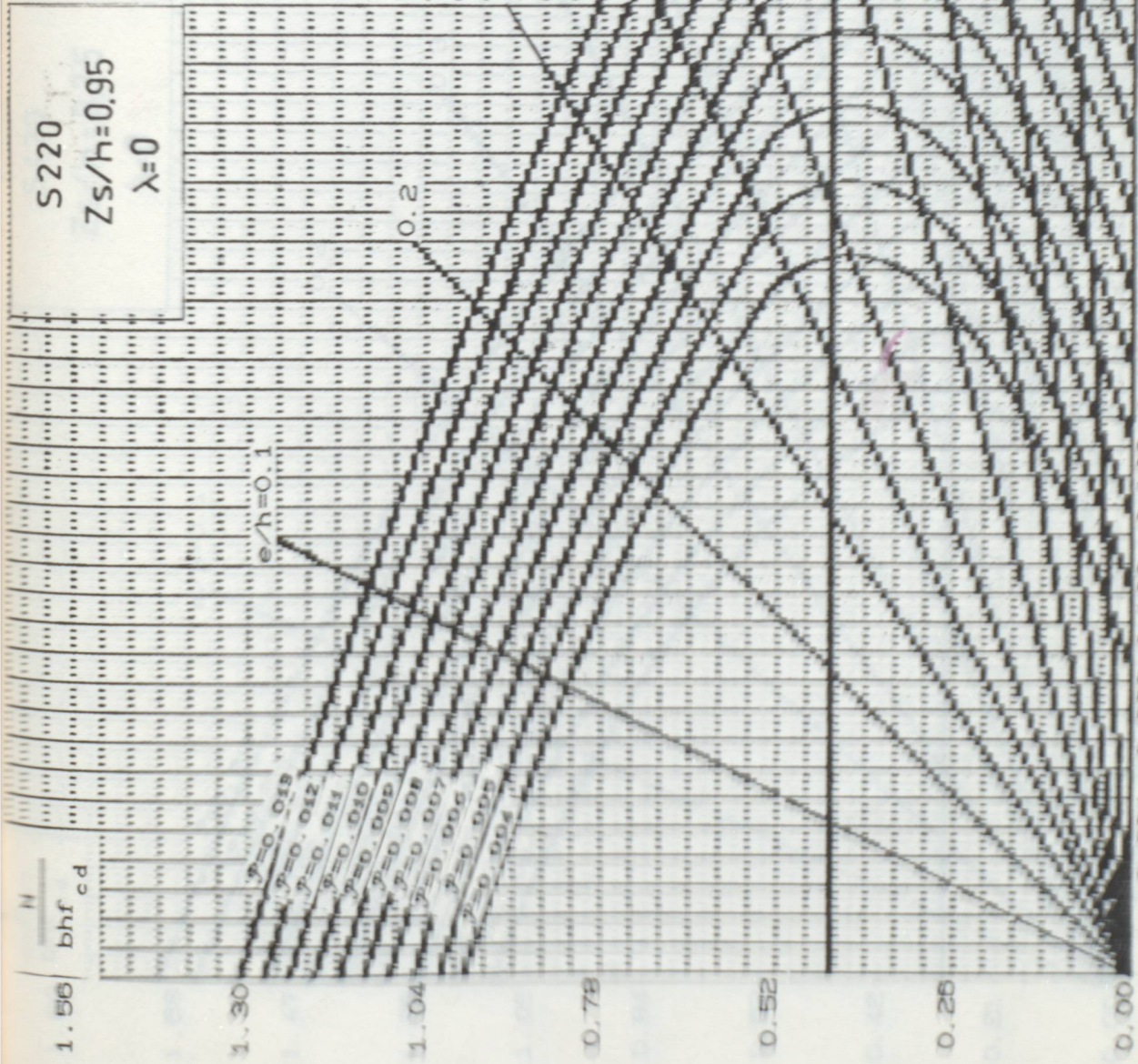
0.26

0.00



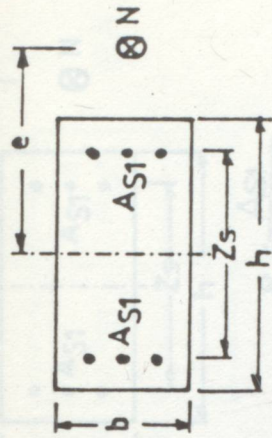


$$\rho = \frac{AS1}{bh}$$

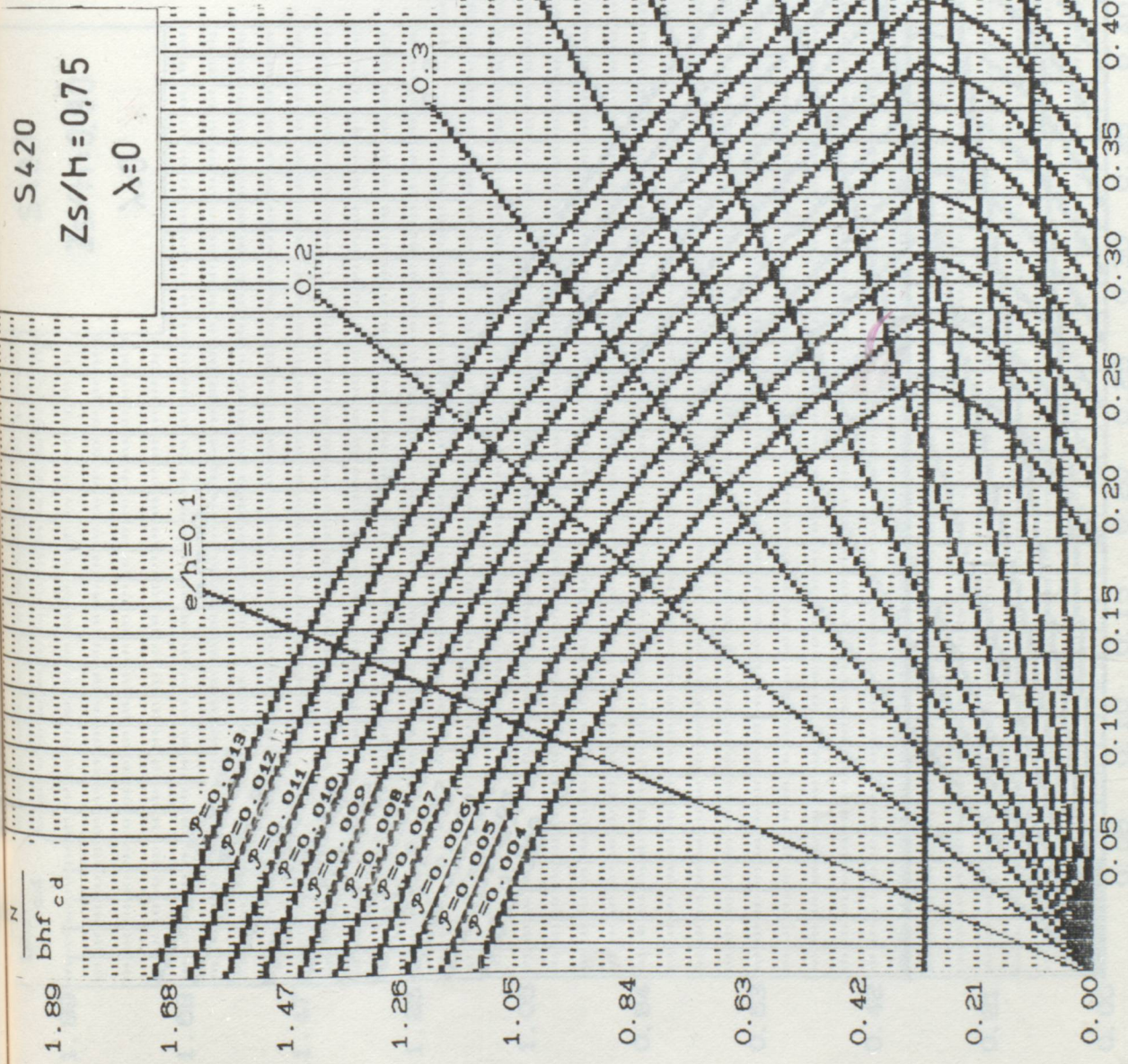


$$\rho = \frac{A_{s1}}{bh}$$

S420
 $Z_s/h = 0.75$
 $\lambda = 0$



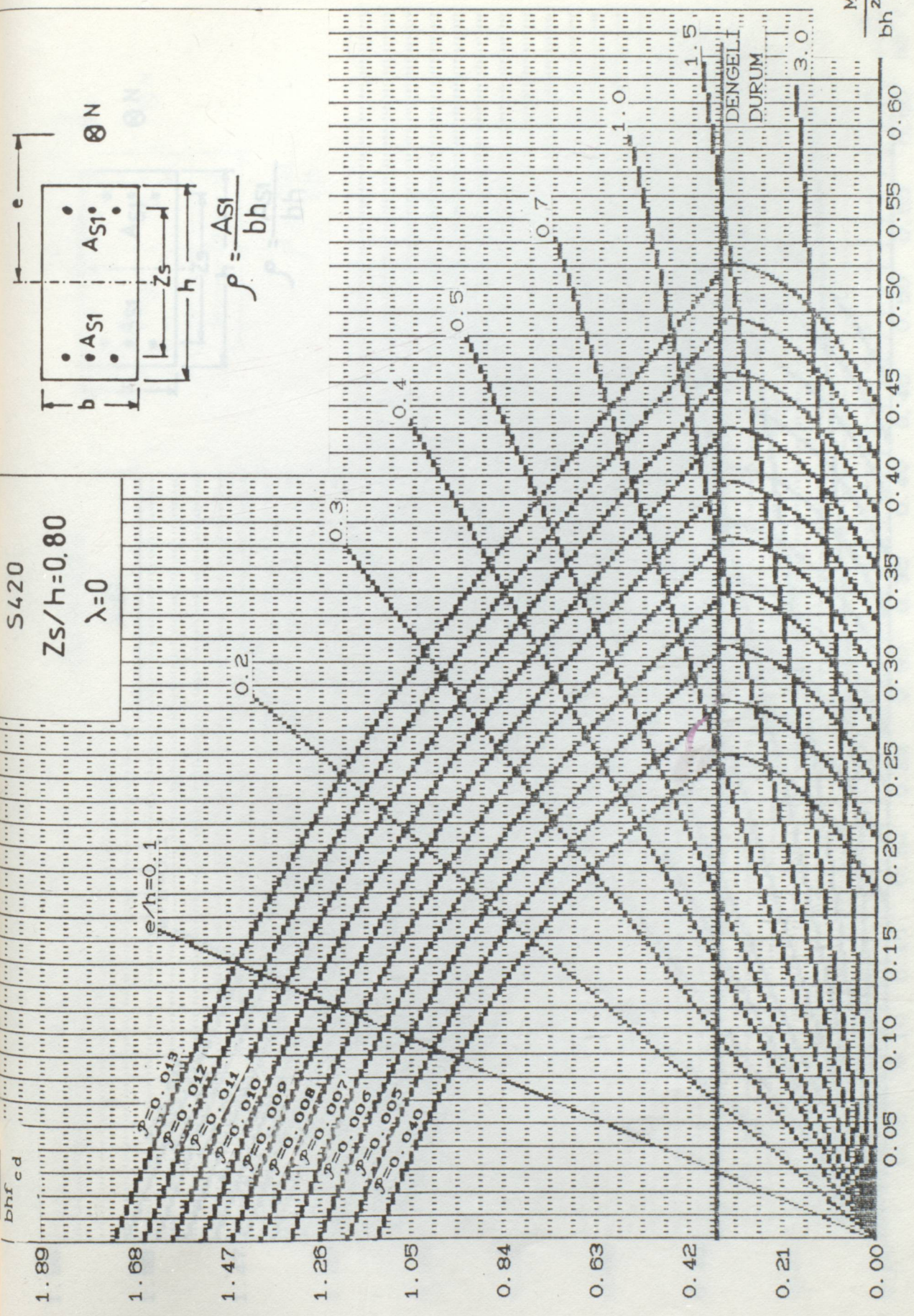
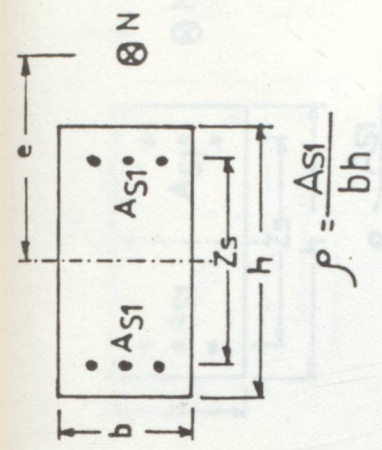
$$\rho = \frac{AS1}{bh}$$



DENGELI
 DURUM

$$\frac{M}{bh^2 f_{cd}}$$

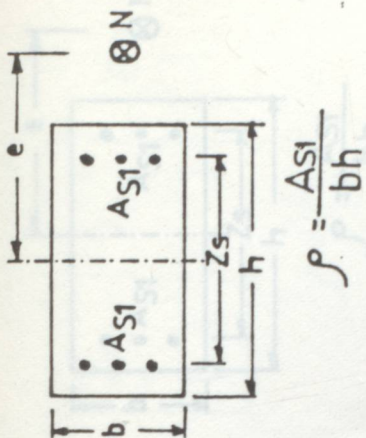
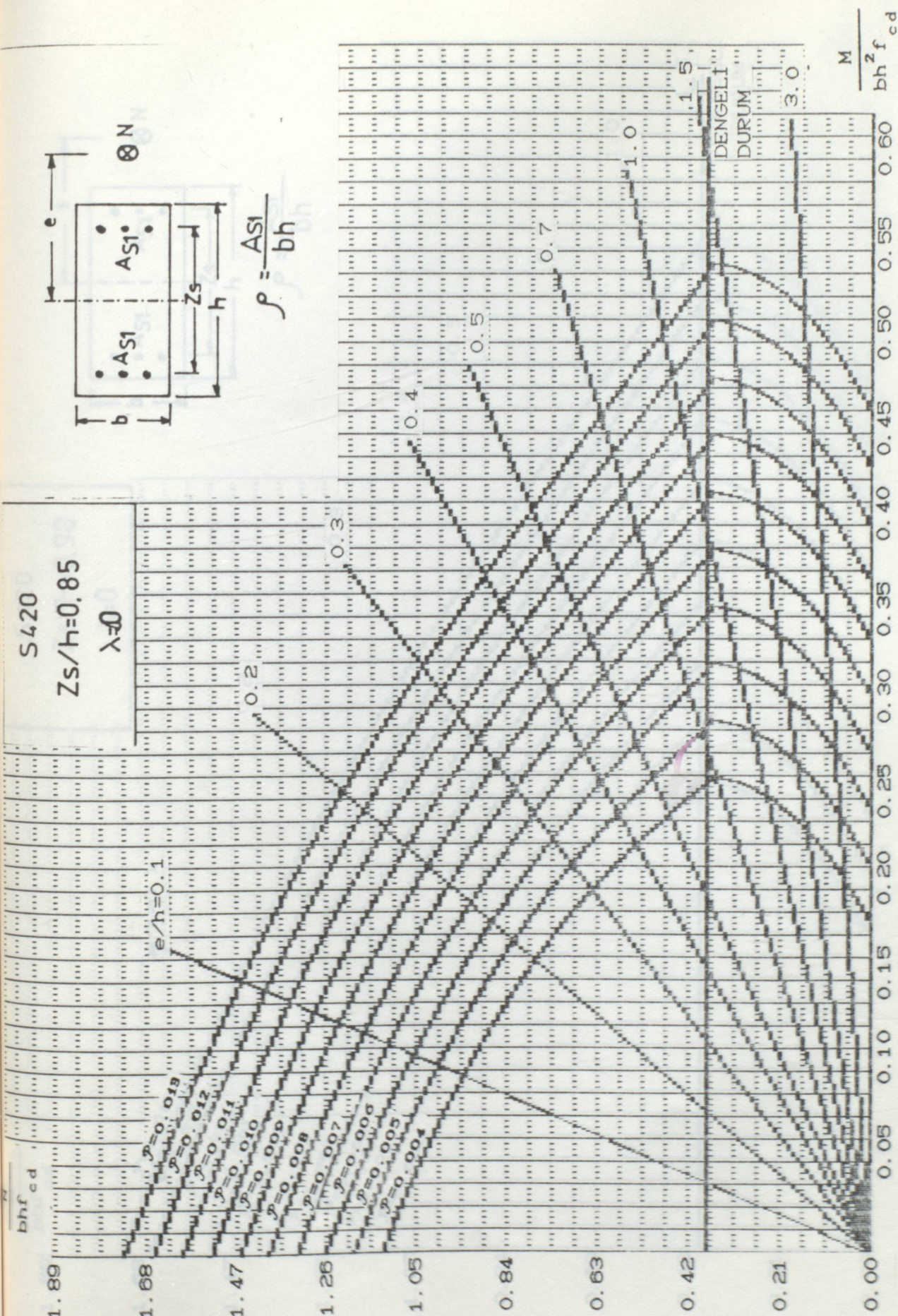
S420
 $Z_s/h=0.80$
 $\lambda=0$

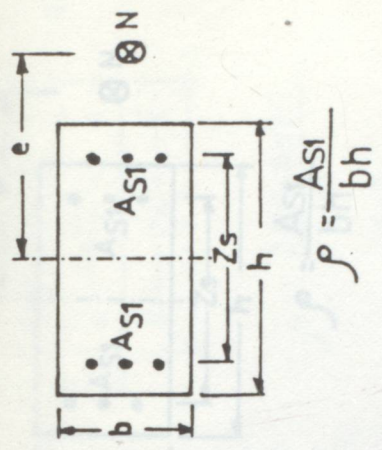
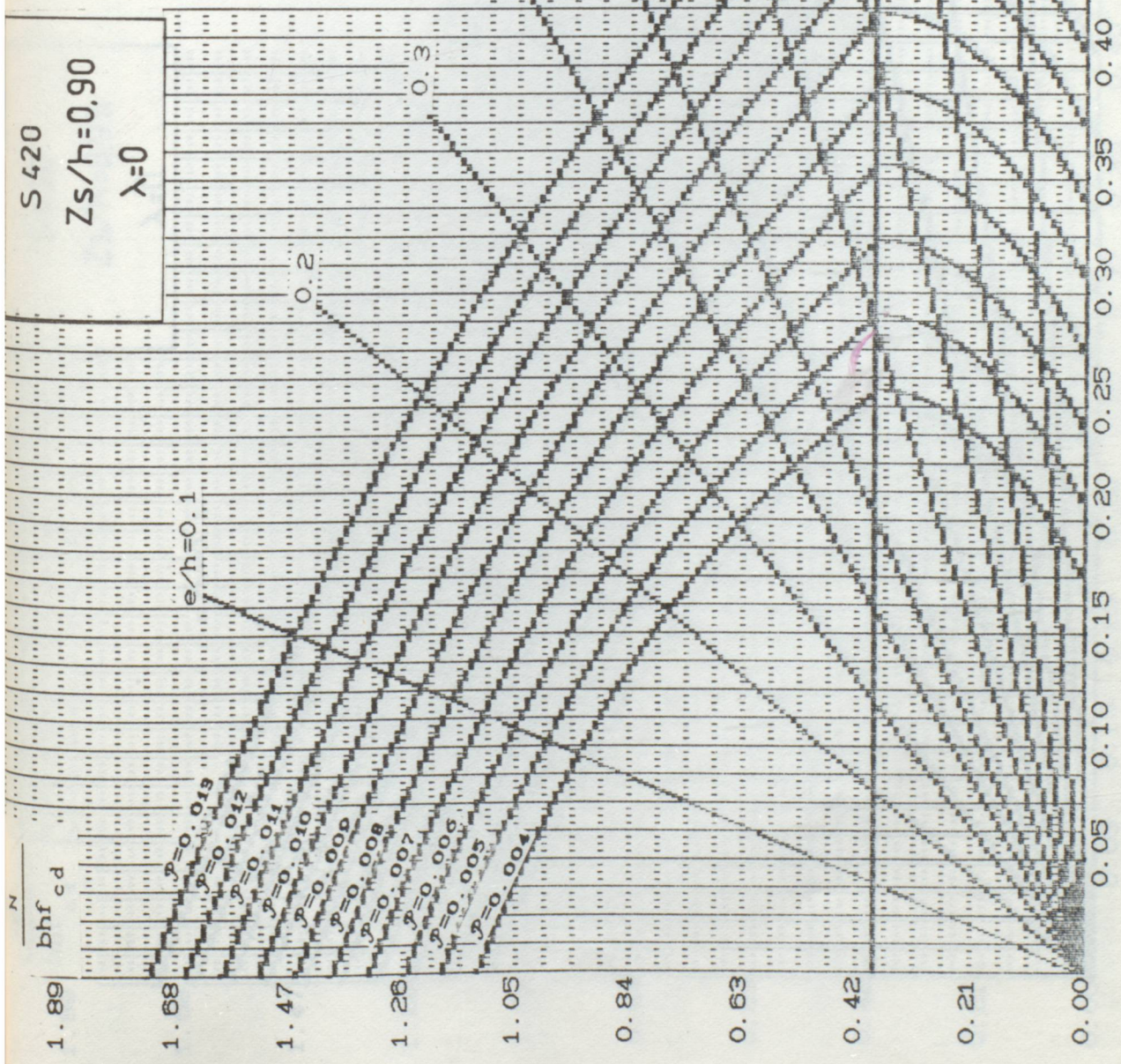


S420

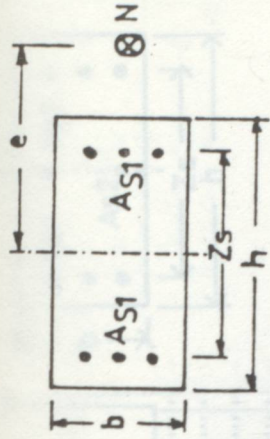
$Z_s/h=0.85$

$\lambda=0$

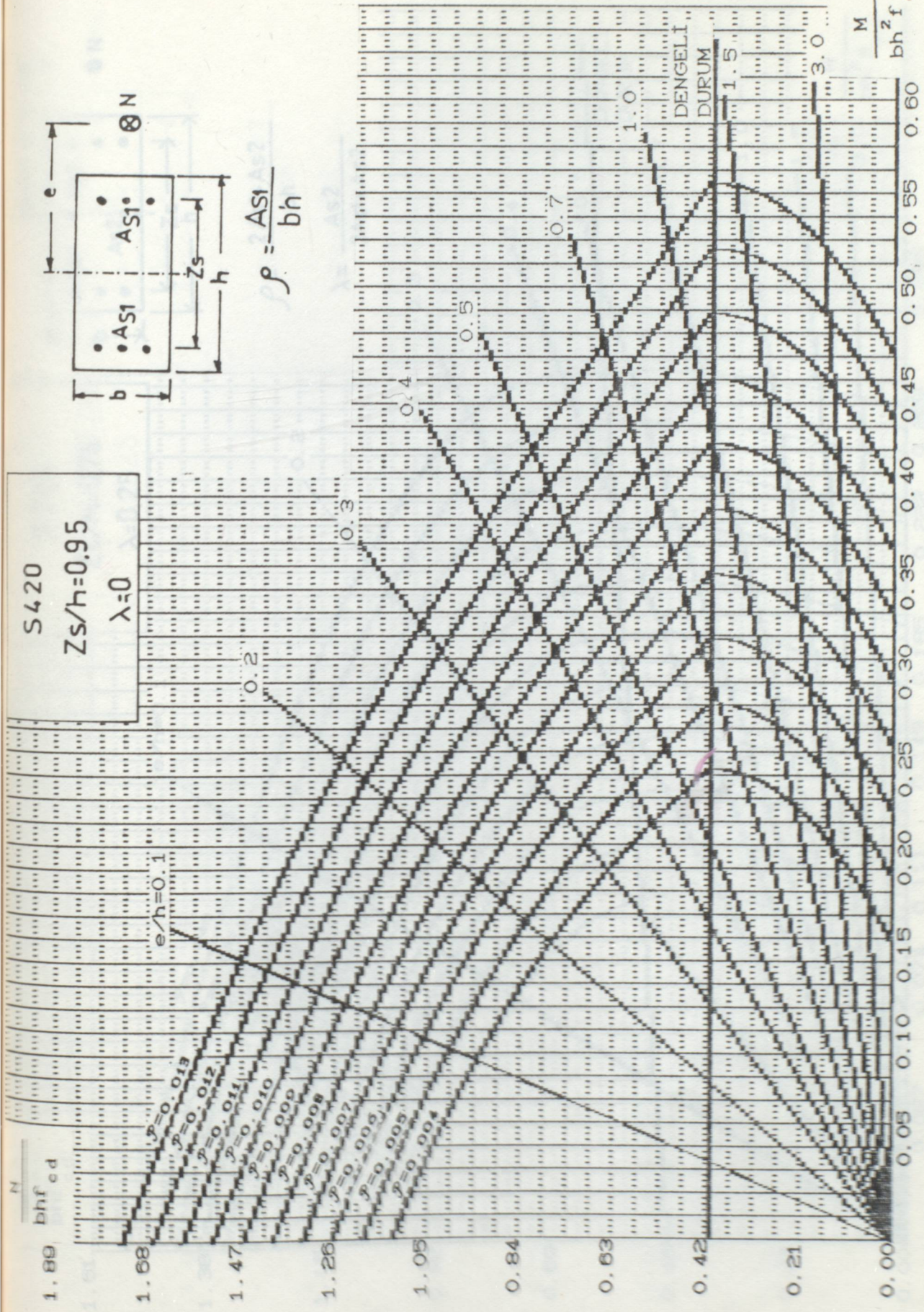




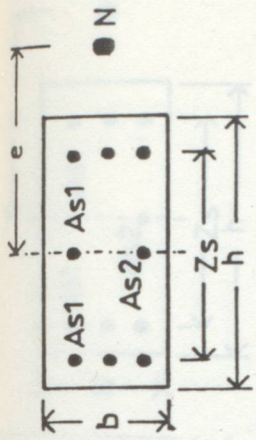
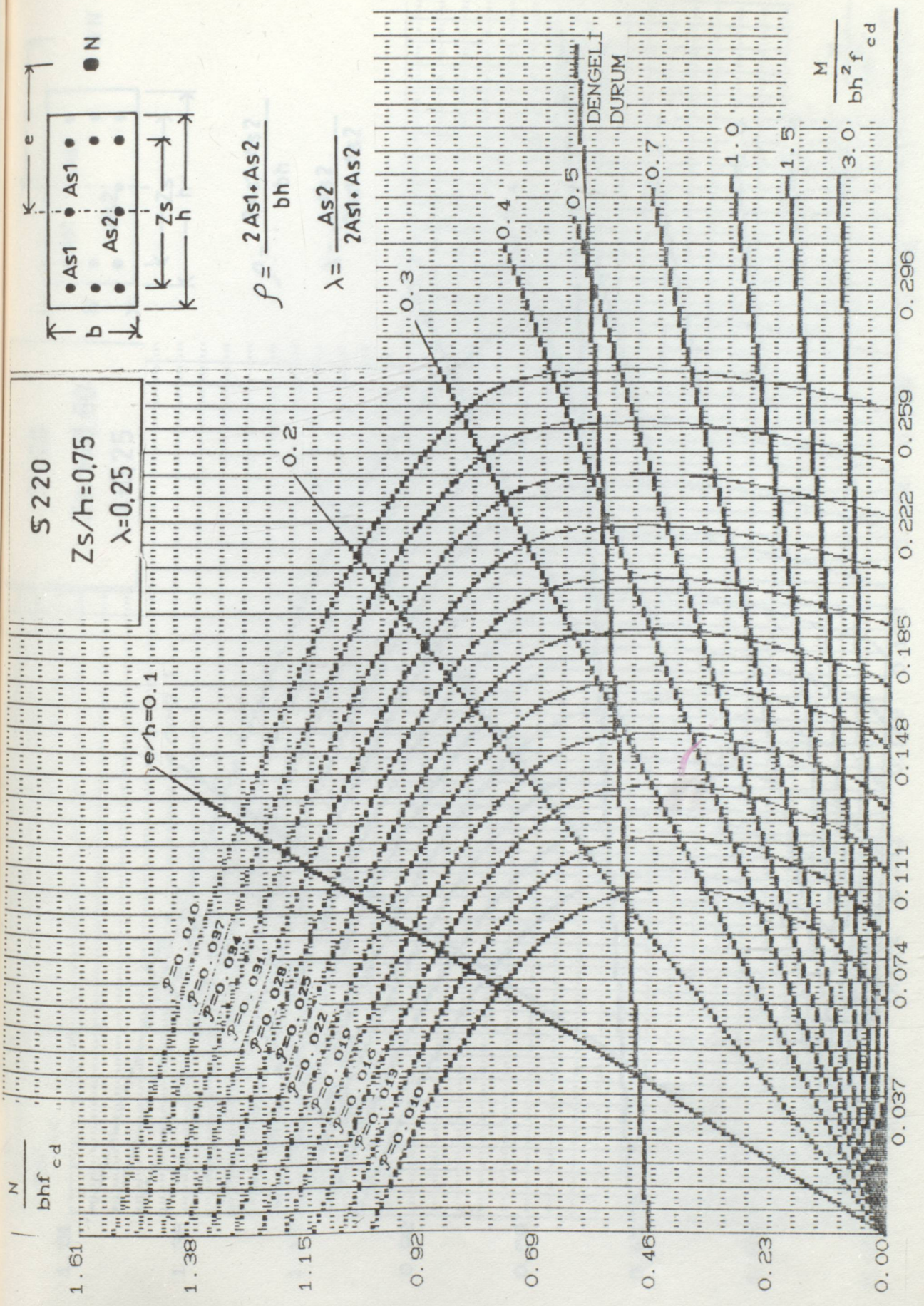
S420
 $Z_s/h=0.95$
 $\lambda=0$



$$\rho = \frac{AS1}{bh}$$



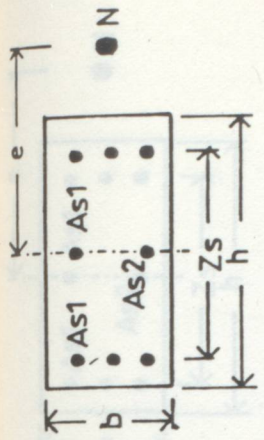
$$\frac{M}{bh^2 f_{cd}}$$



$$\rho = \frac{2A_{s1} + A_{s2}}{bh}$$

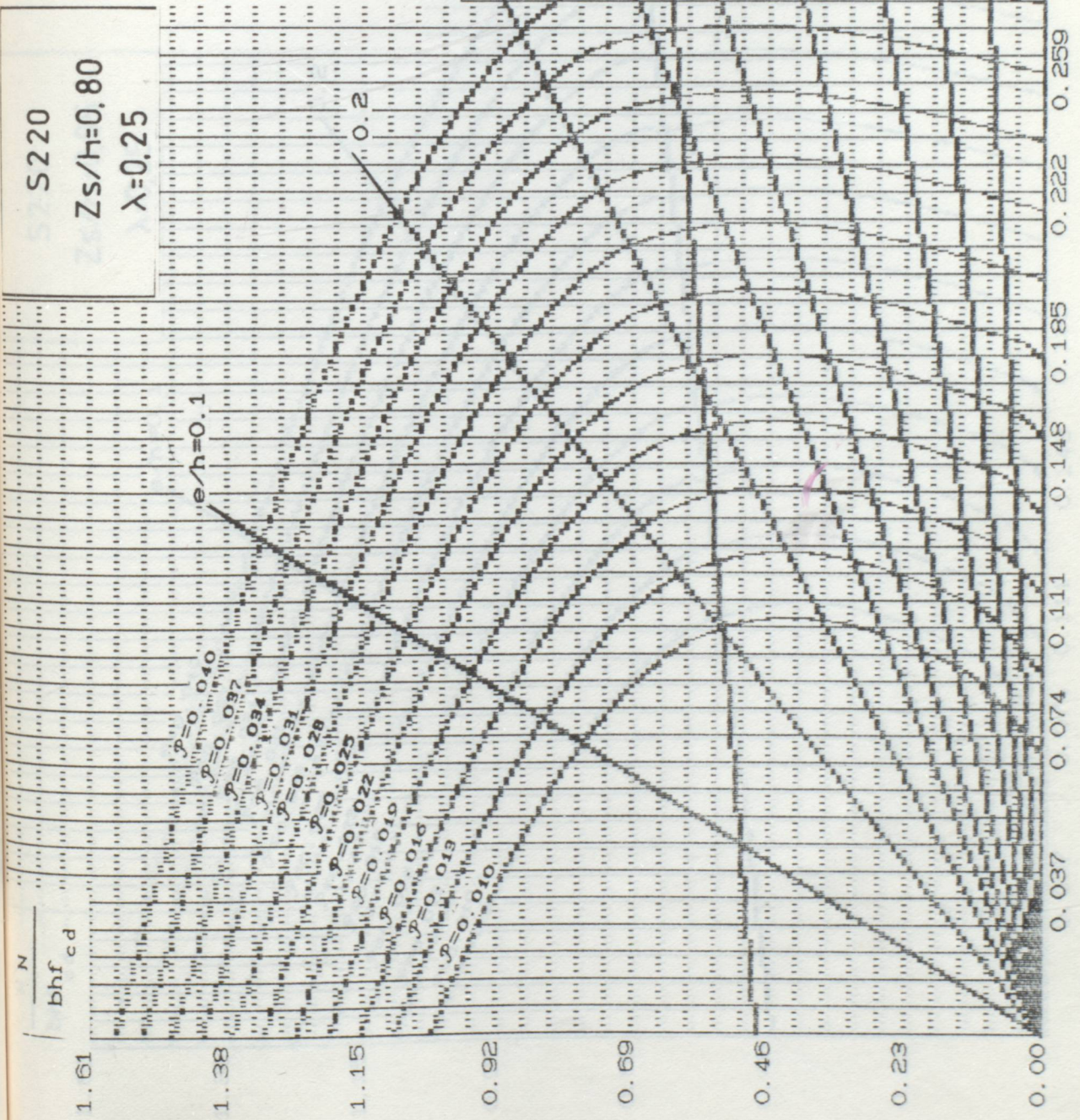
$$\lambda = \frac{A_{s2}}{2A_{s1} + A_{s2}}$$

S220
 $Z_s/h=0.80$
 $\lambda=0.25$

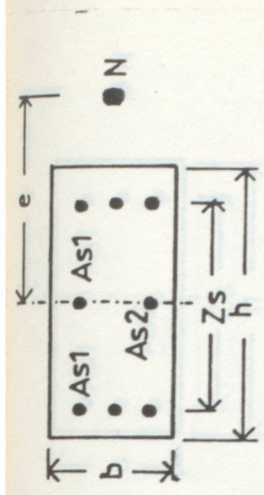


$$\rho = \frac{2As1 + As2}{bh}$$

$$\lambda = \frac{As2}{2As1 + As2}$$



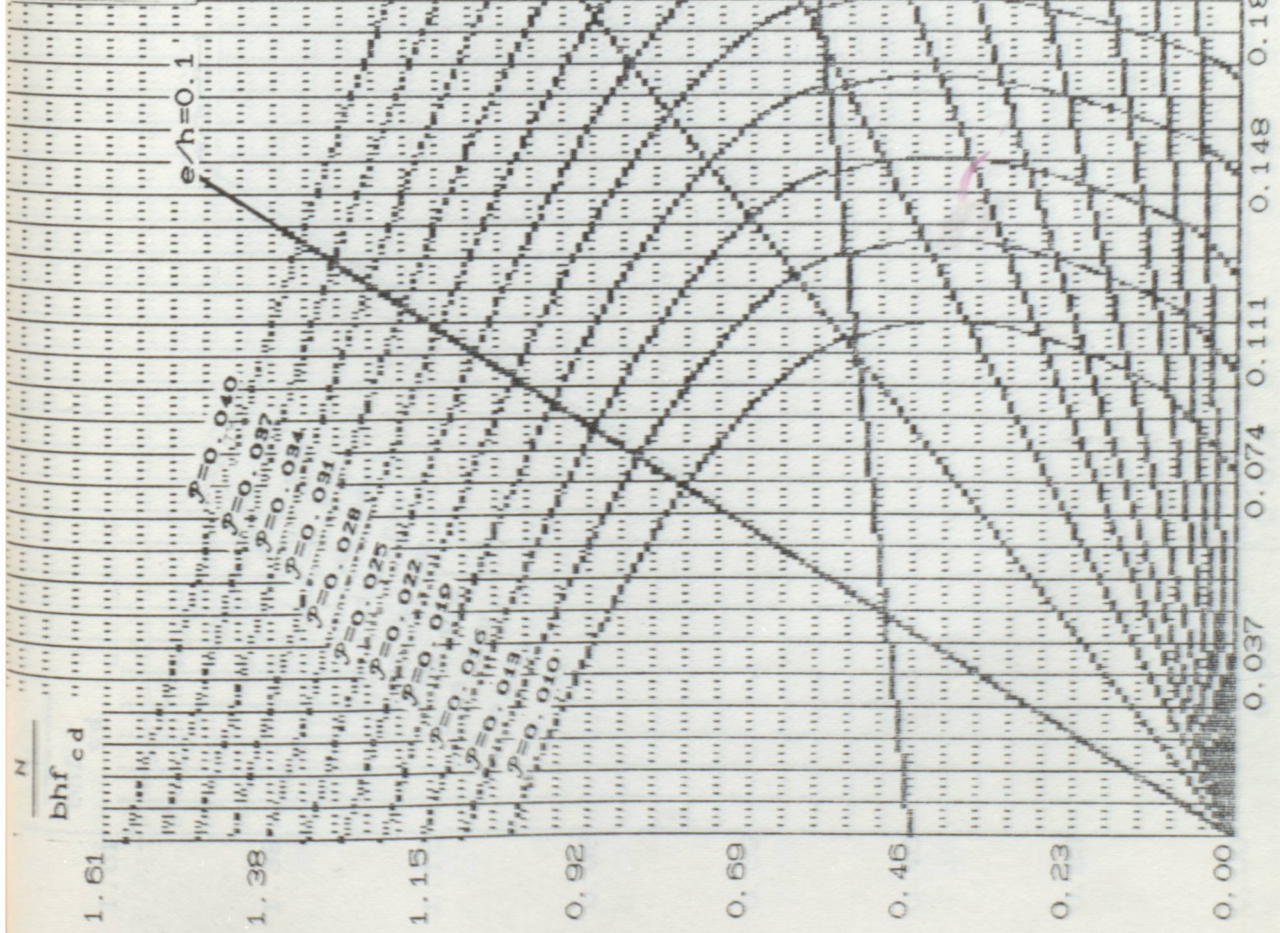
M
 $\frac{M}{bh^2 f_{cd}}$

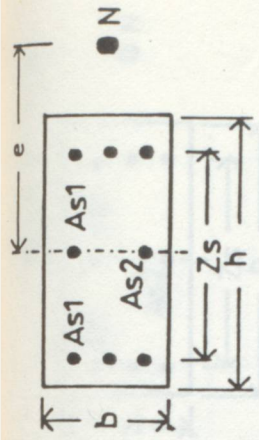


$$\rho = \frac{2As1 + As2}{bh}$$

$$\lambda = \frac{As2}{2As1 + As2}$$

S220
 $Zs/h = 0.85$
 $\lambda = 0.25$





$$\rho = \frac{2As1 \cdot As2}{bh}$$

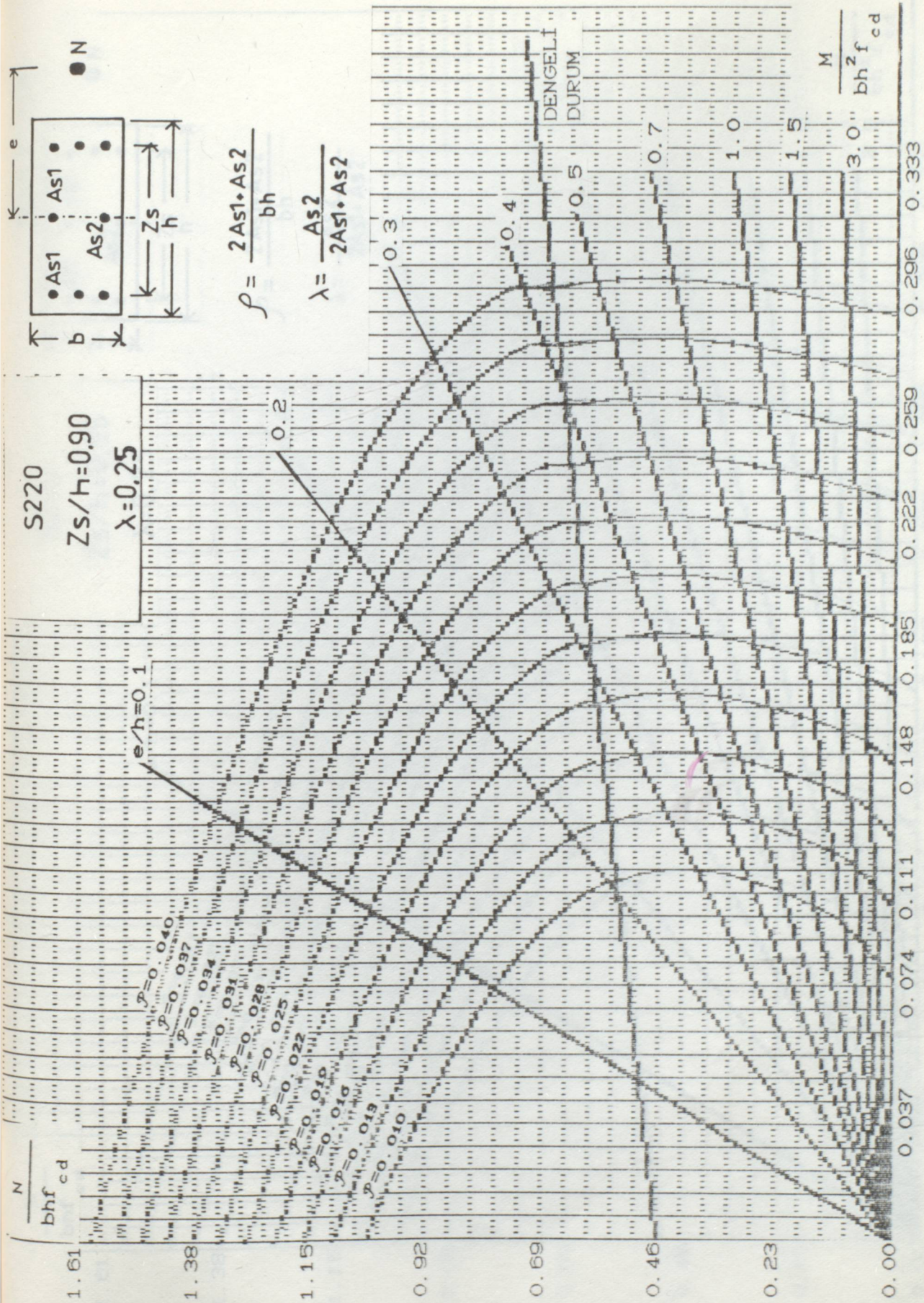
$$\lambda = \frac{As2}{2As1 \cdot As2}$$

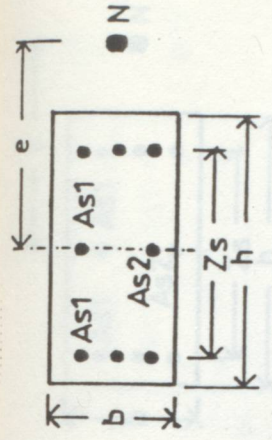
S220

$Zs/h=0.90$

$\lambda=0.25$

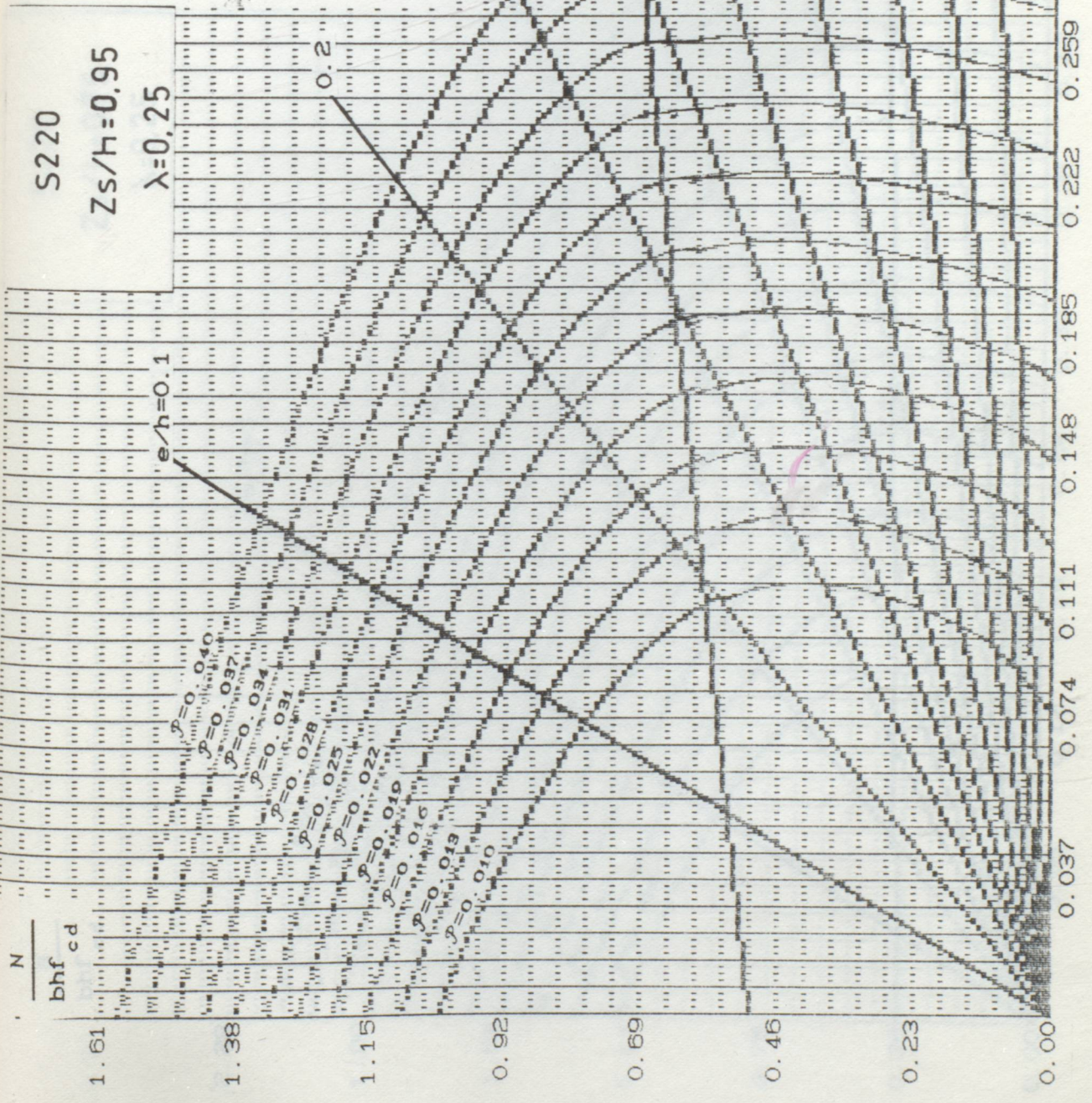
$e/h=0.1$





$$\rho = \frac{2As1 \cdot As2}{bh}$$

$$\lambda = \frac{As2}{2As1 \cdot As2}$$



S220

$Z_s/h = 0.95$

$\lambda = 0.25$

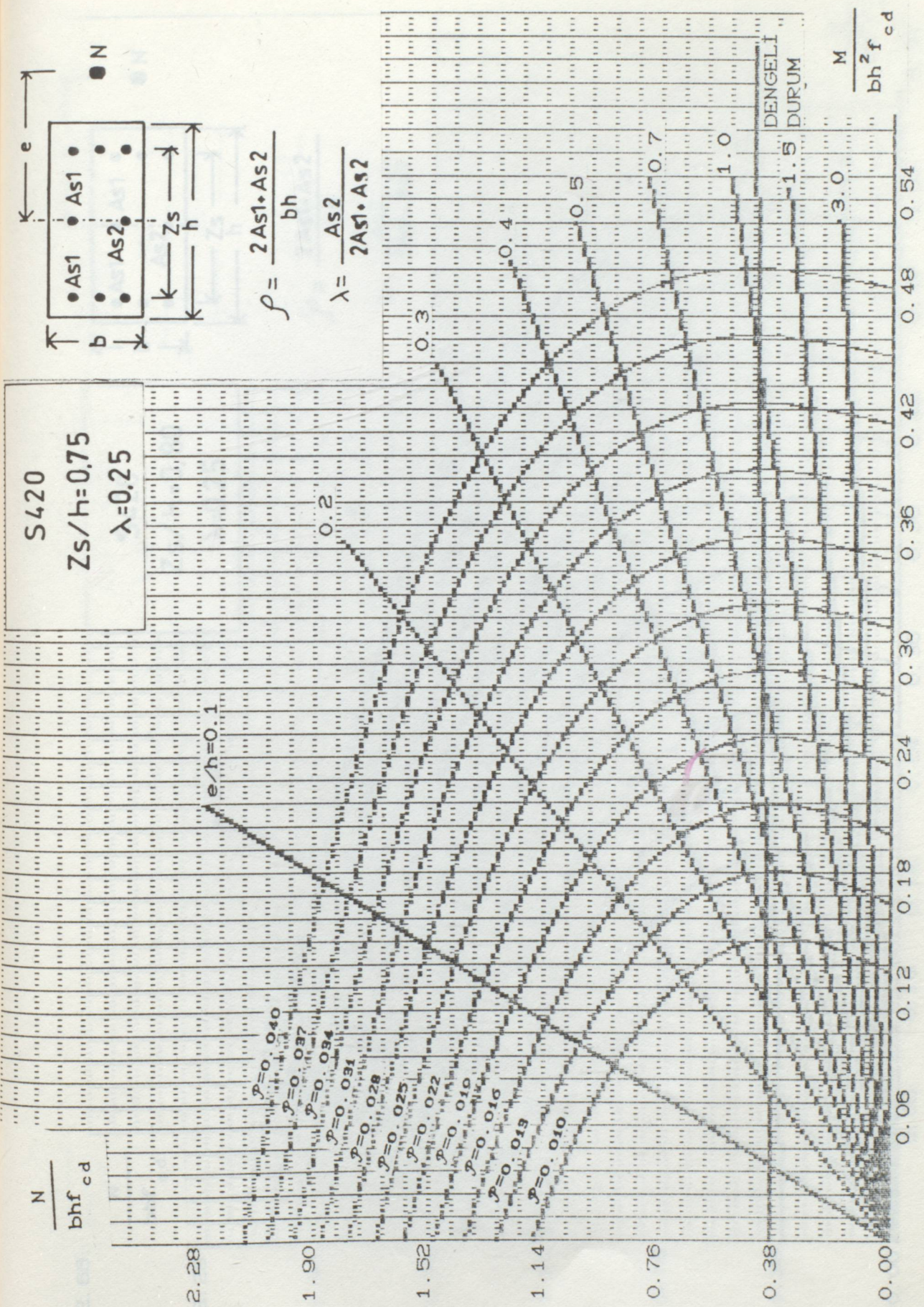
$e/h = 0.1$

$\rho = 0.040$
 $\rho = 0.037$
 $\rho = 0.034$
 $\rho = 0.031$
 $\rho = 0.028$
 $\rho = 0.025$
 $\rho = 0.022$
 $\rho = 0.019$
 $\rho = 0.016$
 $\rho = 0.013$
 $\rho = 0.010$

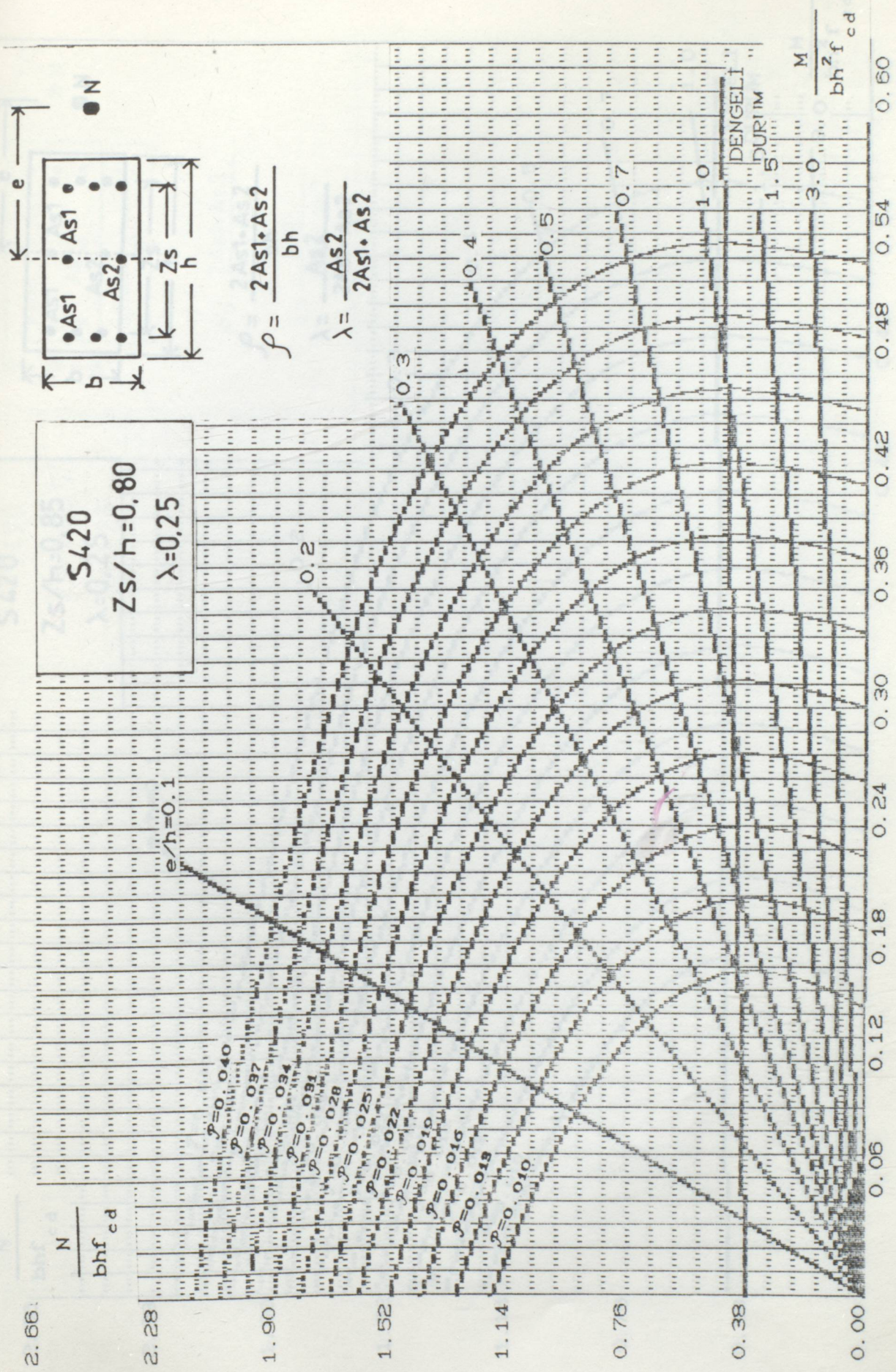
DENGELI
DURUM

M

$\frac{M}{bh^2 f_{cd}}$



2.66:



$$\rho = \frac{2As1 \cdot As2}{bh}$$

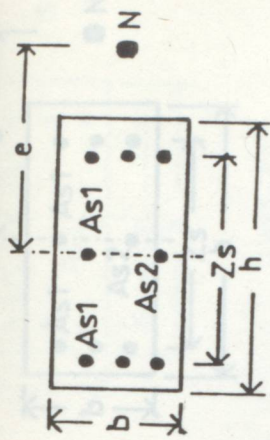
$$\lambda = \frac{As2}{2As1 \cdot As2}$$

S420
 $Zs/h=0.80$
 $\lambda=0.25$

$\frac{N}{bh f_{cd}}$

$\frac{M}{bh^2 f_{cd}}$

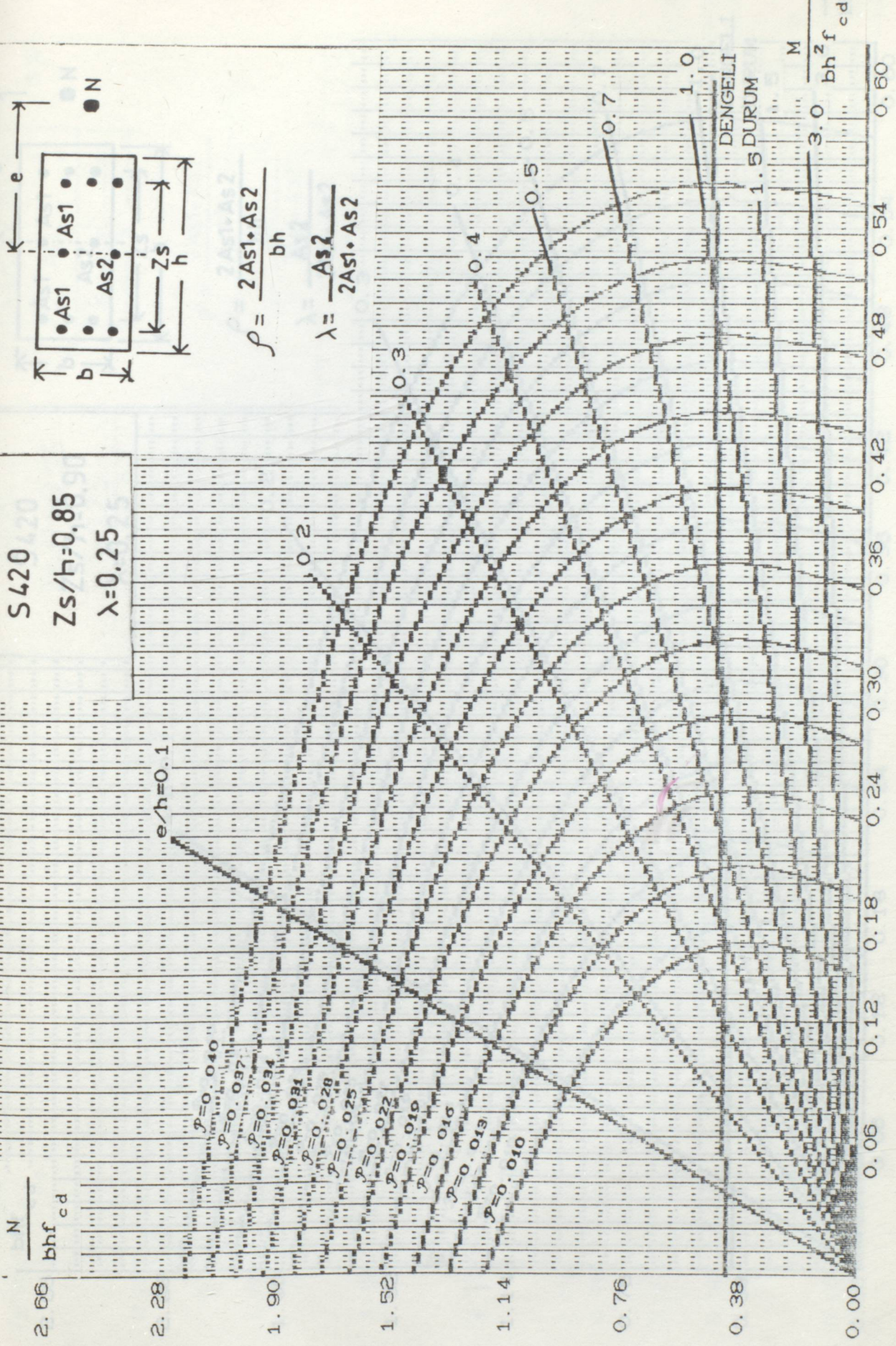
DENGELI
 DURUM
 M



$$\rho = \frac{2As1 + As2}{bh}$$

$$\lambda = \frac{As2}{2As1 + As2}$$

S 420
 $Zs/h = 0.85$
 $\lambda = 0.25$



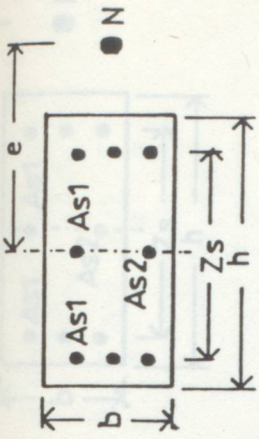
$e/h = 0.1$

$\rho = 0.040$
 $\rho = 0.037$
 $\rho = 0.034$
 $\rho = 0.031$
 $\rho = 0.028$
 $\rho = 0.025$
 $\rho = 0.022$
 $\rho = 0.019$
 $\rho = 0.016$
 $\rho = 0.013$
 $\rho = 0.010$

DENGELI
DURUM

$\frac{M}{bh^2 f_{cd}}$

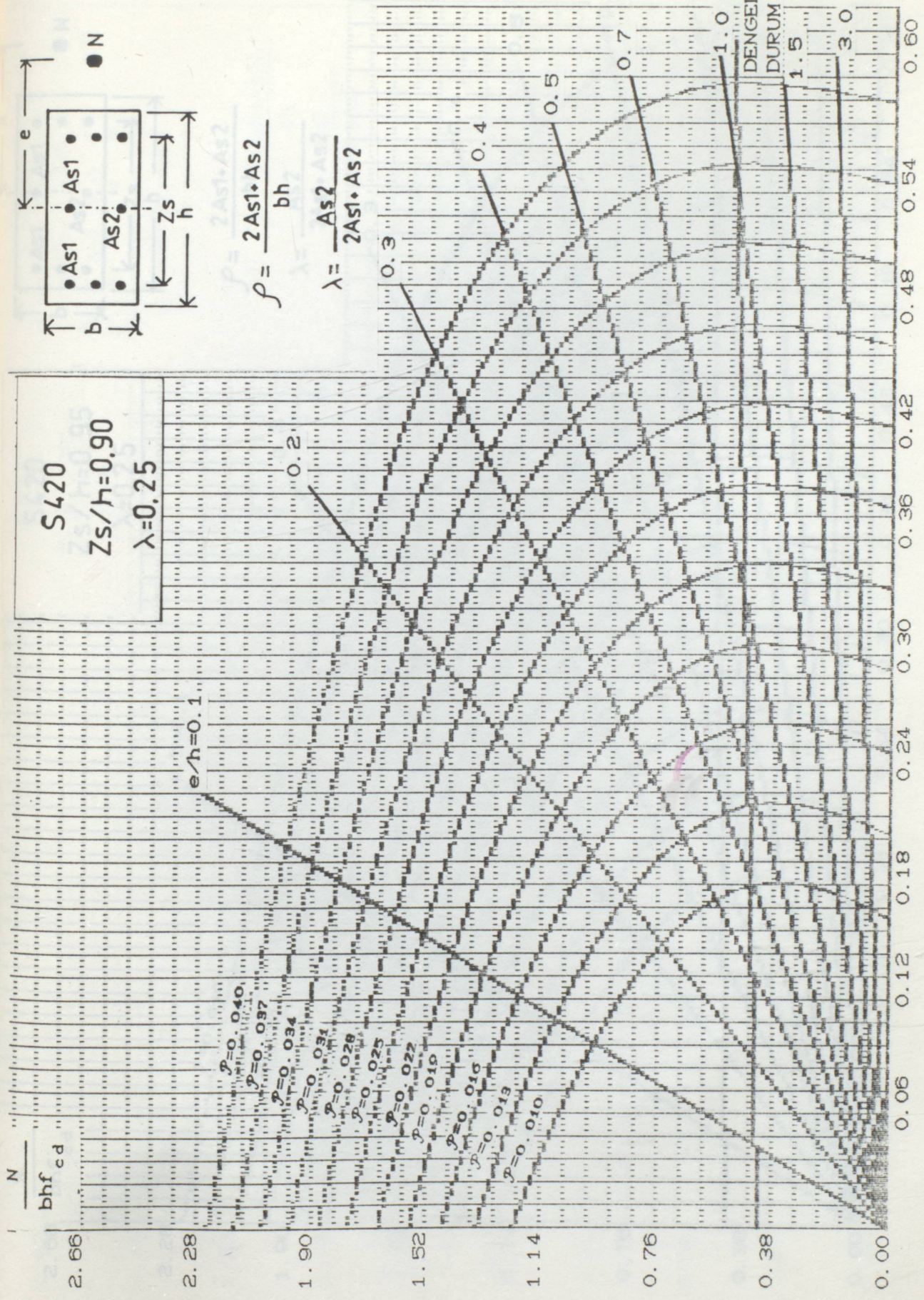
$\frac{N}{bh f_{cd}}$



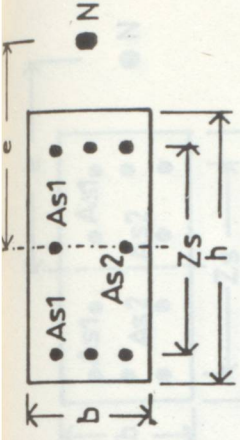
$$\rho = \frac{2As1 + As2}{bh}$$

$$\lambda = \frac{As2}{2As1 + As2}$$

S420
 $Zs/h = 0.90$
 $\lambda = 0.25$



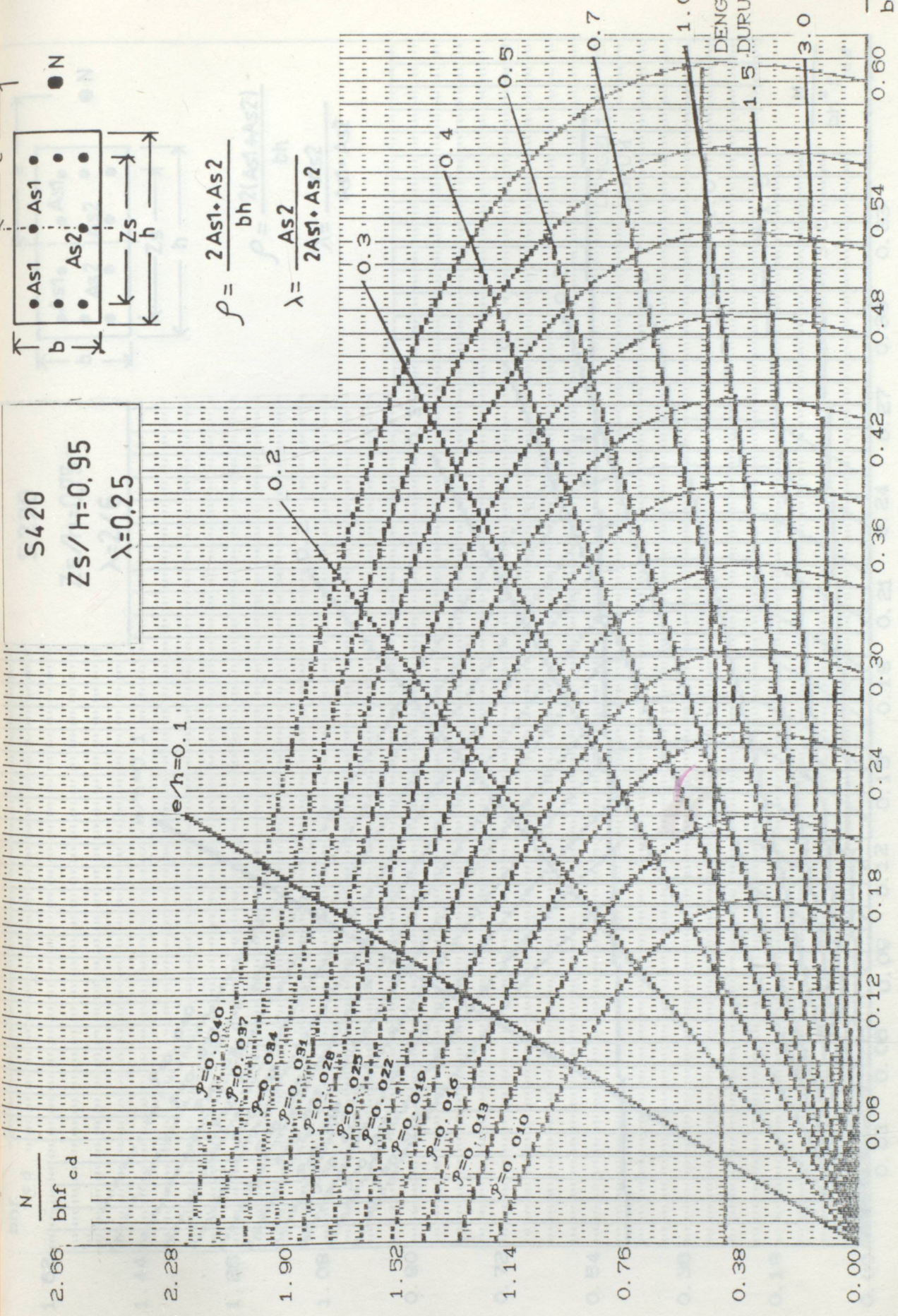
$\frac{M}{bh^2 f_c}$



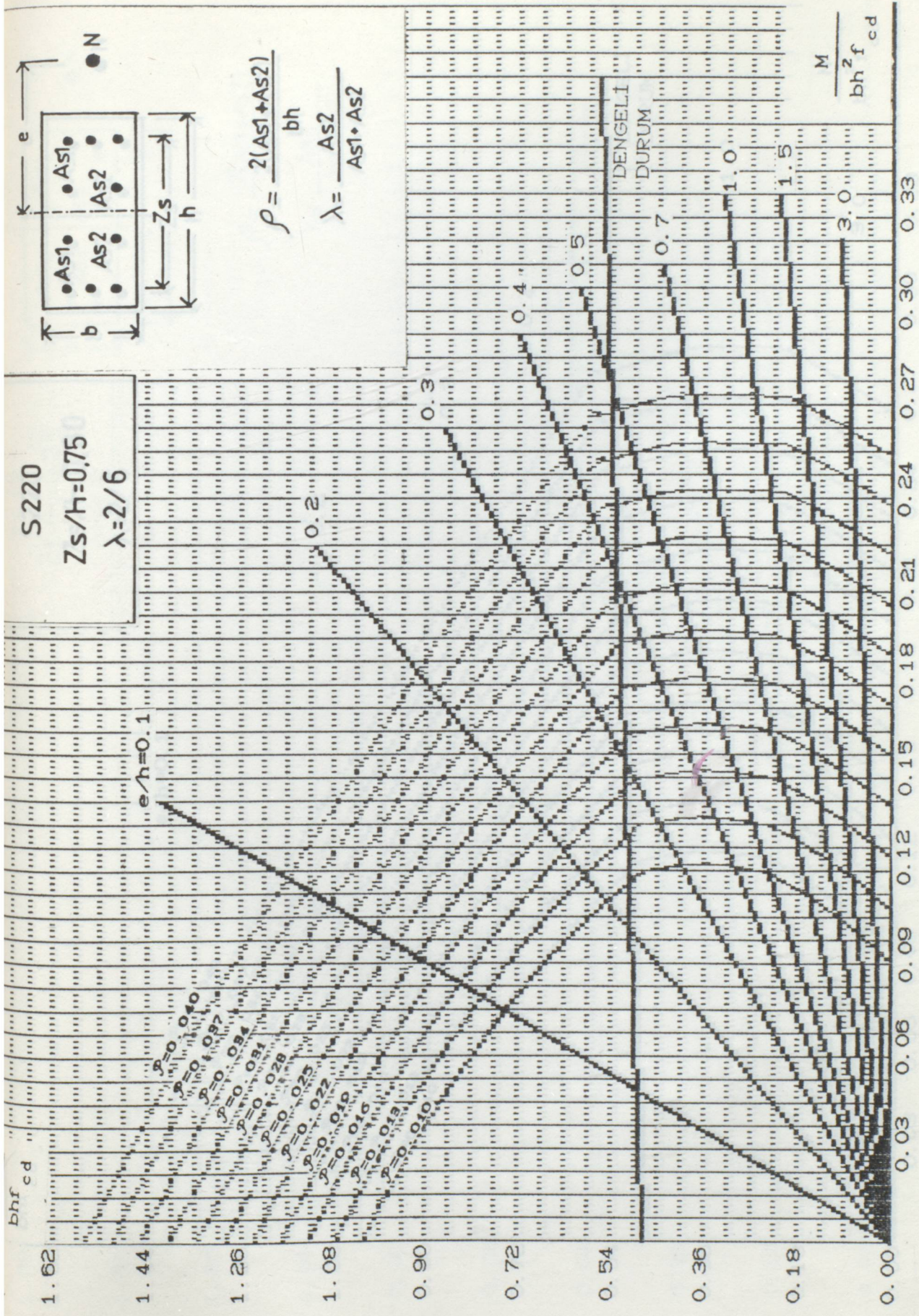
$$\rho = \frac{2As1 \cdot As2}{bh}$$

$$\lambda = \frac{As2}{2As1 \cdot As2}$$

S420
 $Zs/h=0.95$
 $\lambda=0.25$



M
 $\frac{M}{bh^2 f_c}$



S220
 $Z_s/h=0.75$
 $\lambda=2/6$

$e/h=0.1$

$$\rho = \frac{2(As1 + As2)}{bh}$$

$$\lambda = \frac{As2}{As1 + As2}$$

1.62
1.44
1.26
1.08
0.90
0.72
0.54
0.36
0.18
0.00

bh f_{cd}

$p=0.040$
 $p=0.037$
 $p=0.034$
 $p=0.031$
 $p=0.028$
 $p=0.025$
 $p=0.022$
 $p=0.019$
 $p=0.016$
 $p=0.013$
 $p=0.010$

0.3

0.4

0.5

DENGELI
 DURUM

0.7

1.0

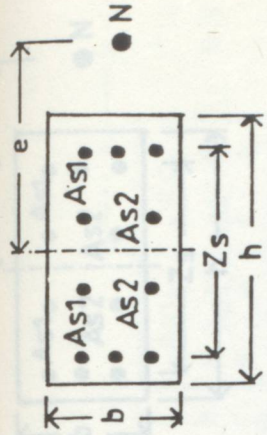
1.5

M
 $\frac{M}{bh^2 f_{cd}}$

3.0

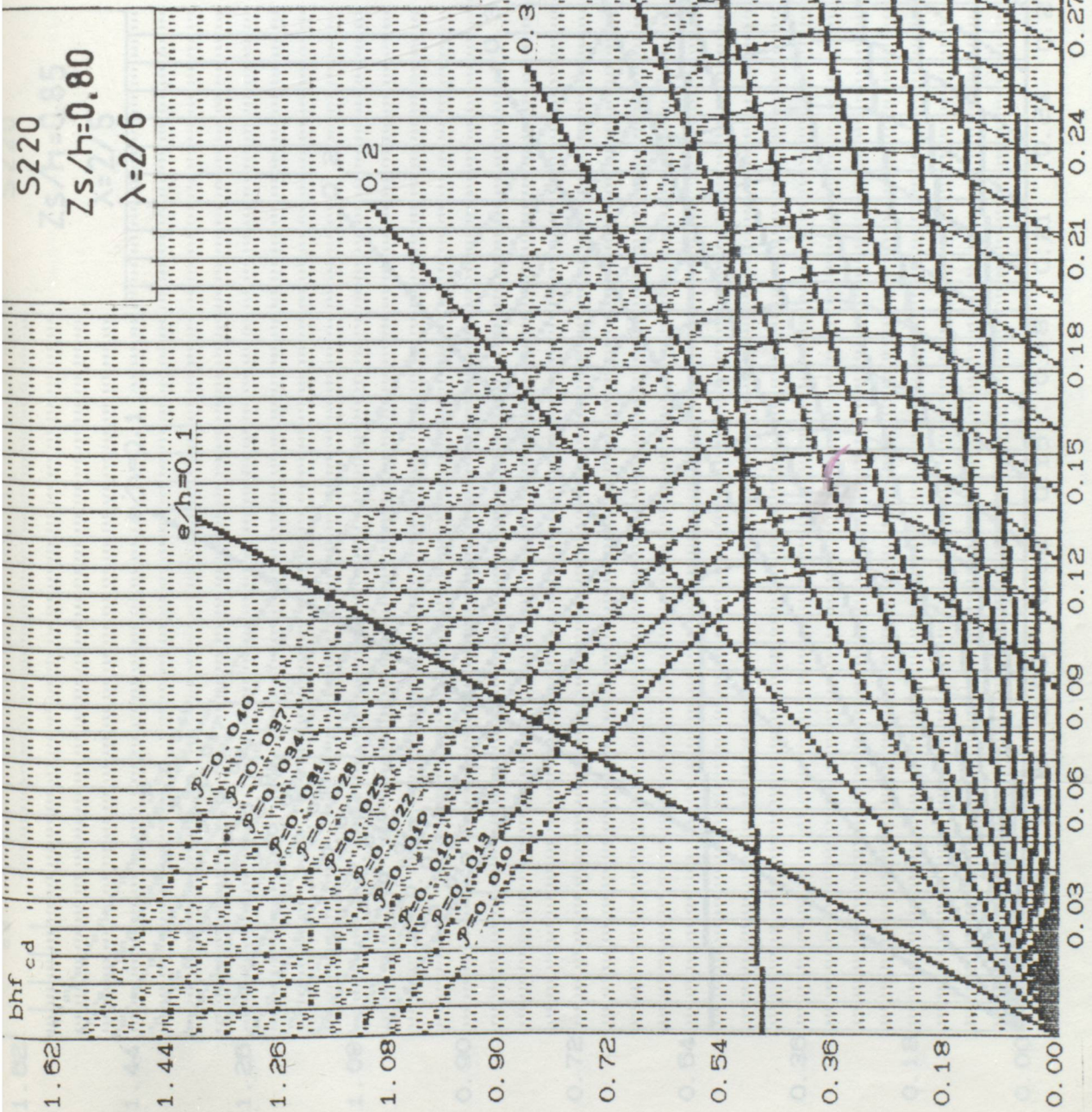
0.30
0.27
0.24
0.21
0.18
0.15
0.12
0.09
0.06
0.03

S220
 $Z_s/h=0.80$
 $\lambda=2/6$

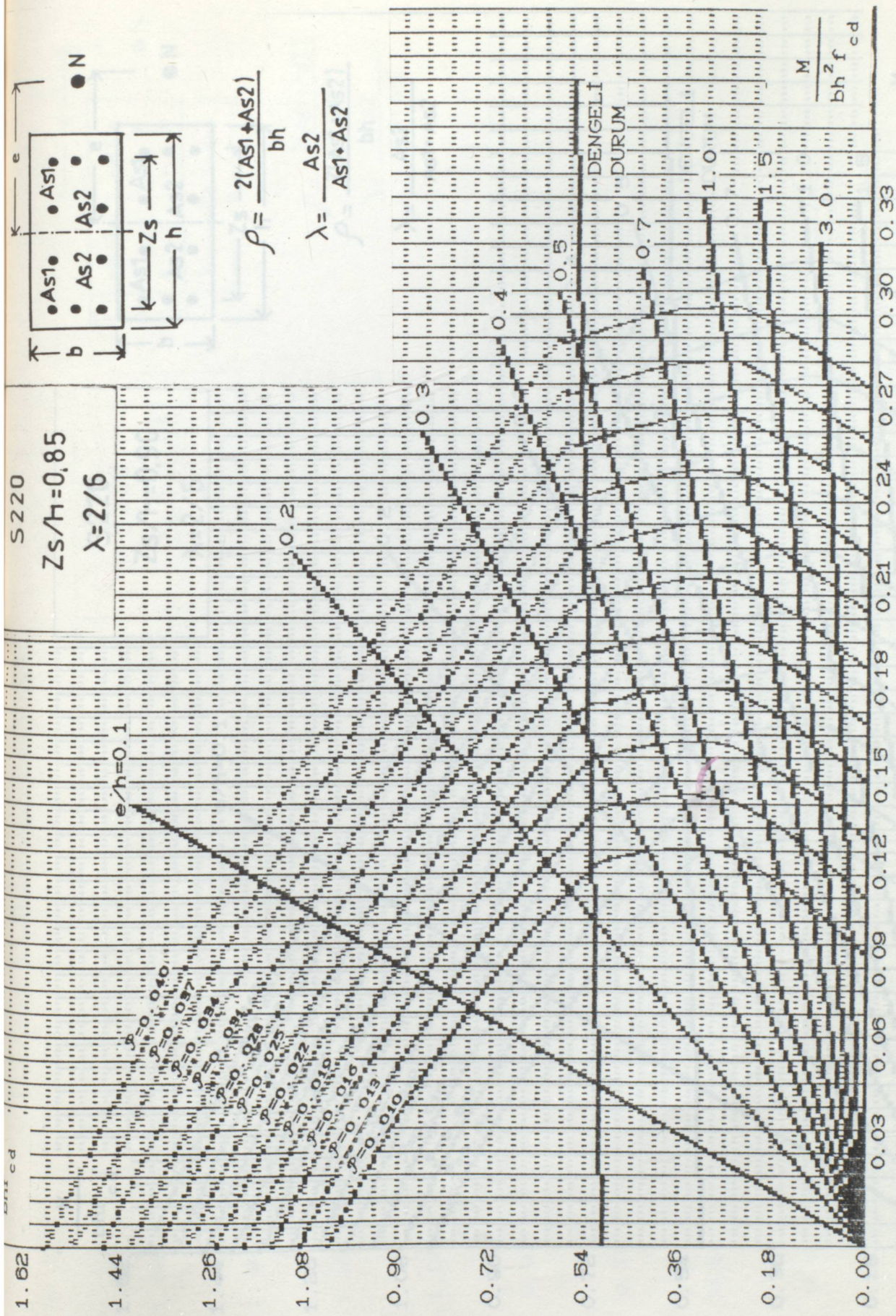


$$\rho = \frac{2(As1 + As2)}{bh}$$

$$\lambda = \frac{As2}{As1 + As2}$$

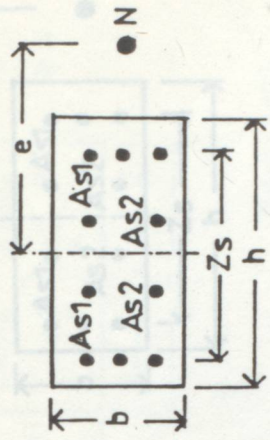


$\frac{M}{bh^2 f_{cd}}$



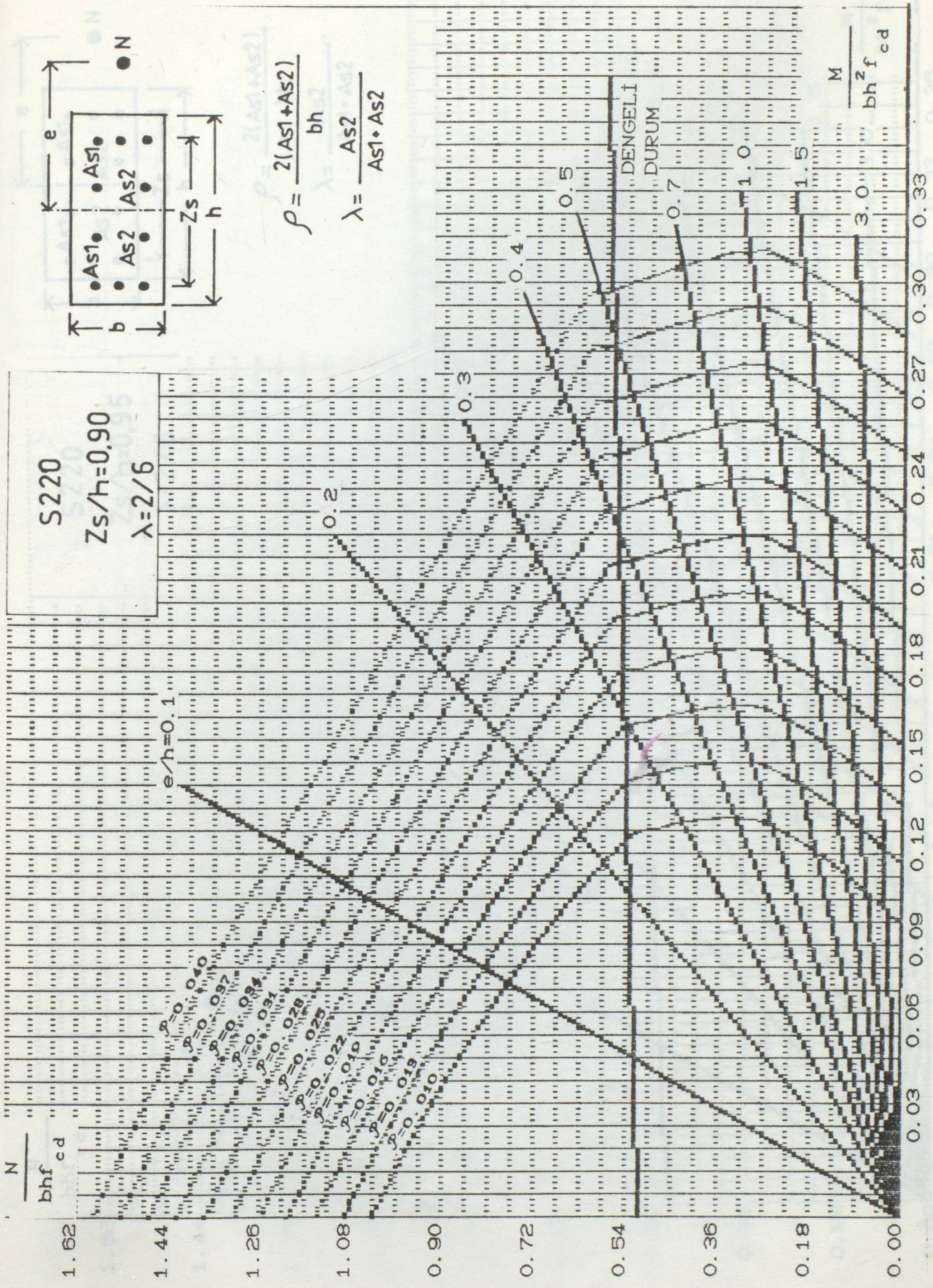
0.00
 0.01
 0.02
 0.03
 0.04
 0.05
 0.06
 0.07
 0.08
 0.09
 0.10
 0.11
 0.12
 0.13
 0.14
 0.15
 0.16
 0.17
 0.18
 0.19
 0.20
 0.21
 0.22
 0.23
 0.24
 0.25
 0.26
 0.27
 0.28
 0.29
 0.30
 0.31
 0.32
 0.33

S220
 $Z_s/h=0.90$
 $\lambda=2/6$



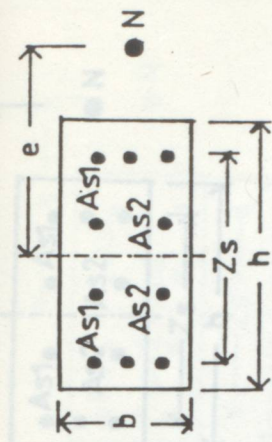
$$\rho = \frac{2(AS1+AS2)}{bh}$$

$$\lambda = \frac{AS2}{AS1+AS2}$$



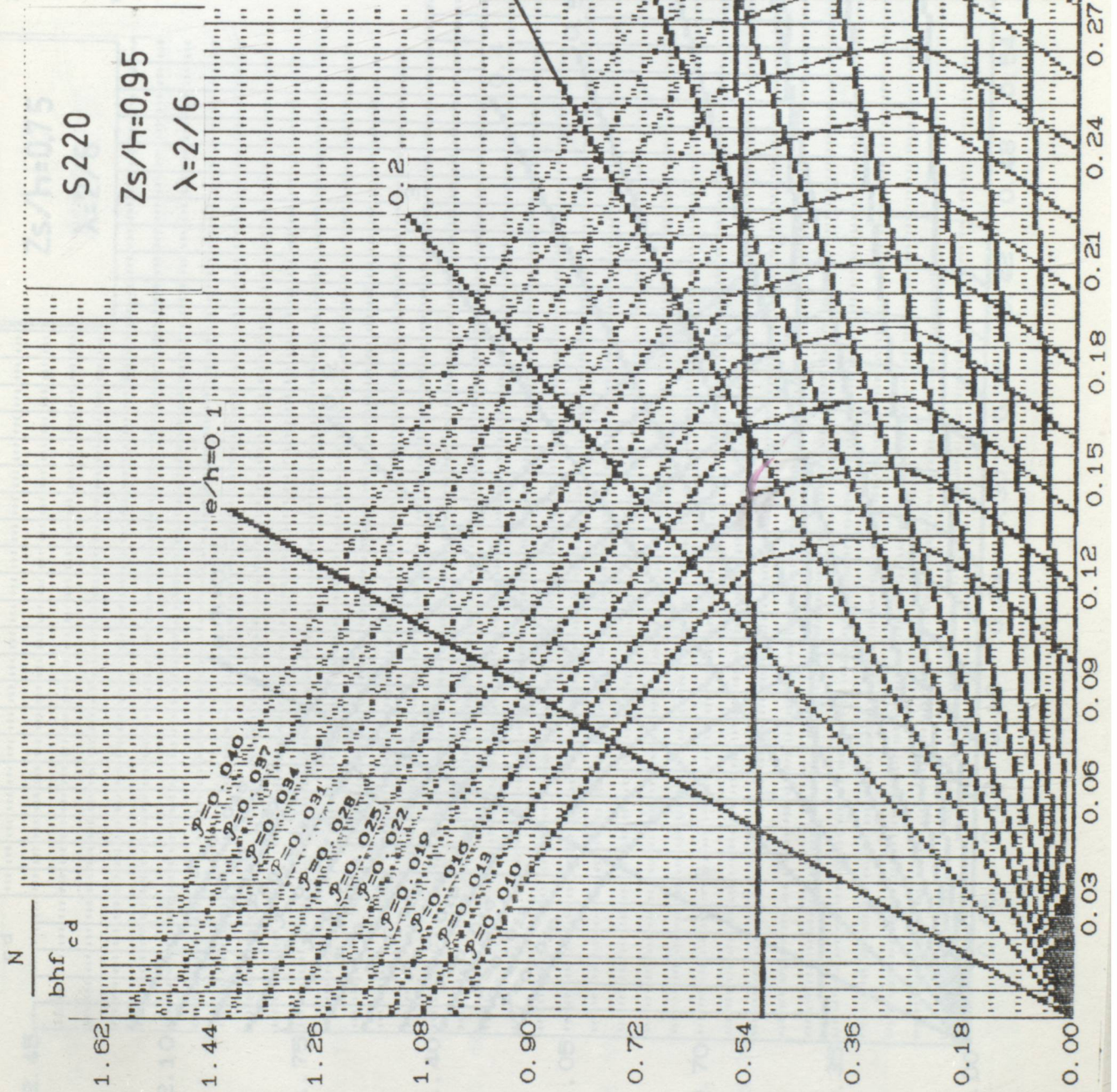
DENGELI
 DURUM

M
 $\frac{M}{bh^2 f_{cd}}$

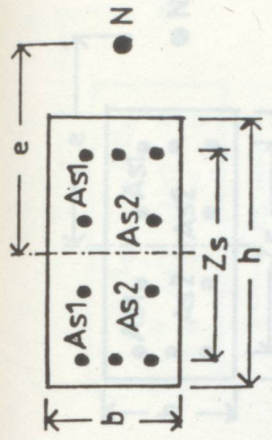


$$\rho = \frac{2(AS1 + AS2)}{bh}$$

$$\lambda = \frac{AS2}{AS1 + AS2}$$

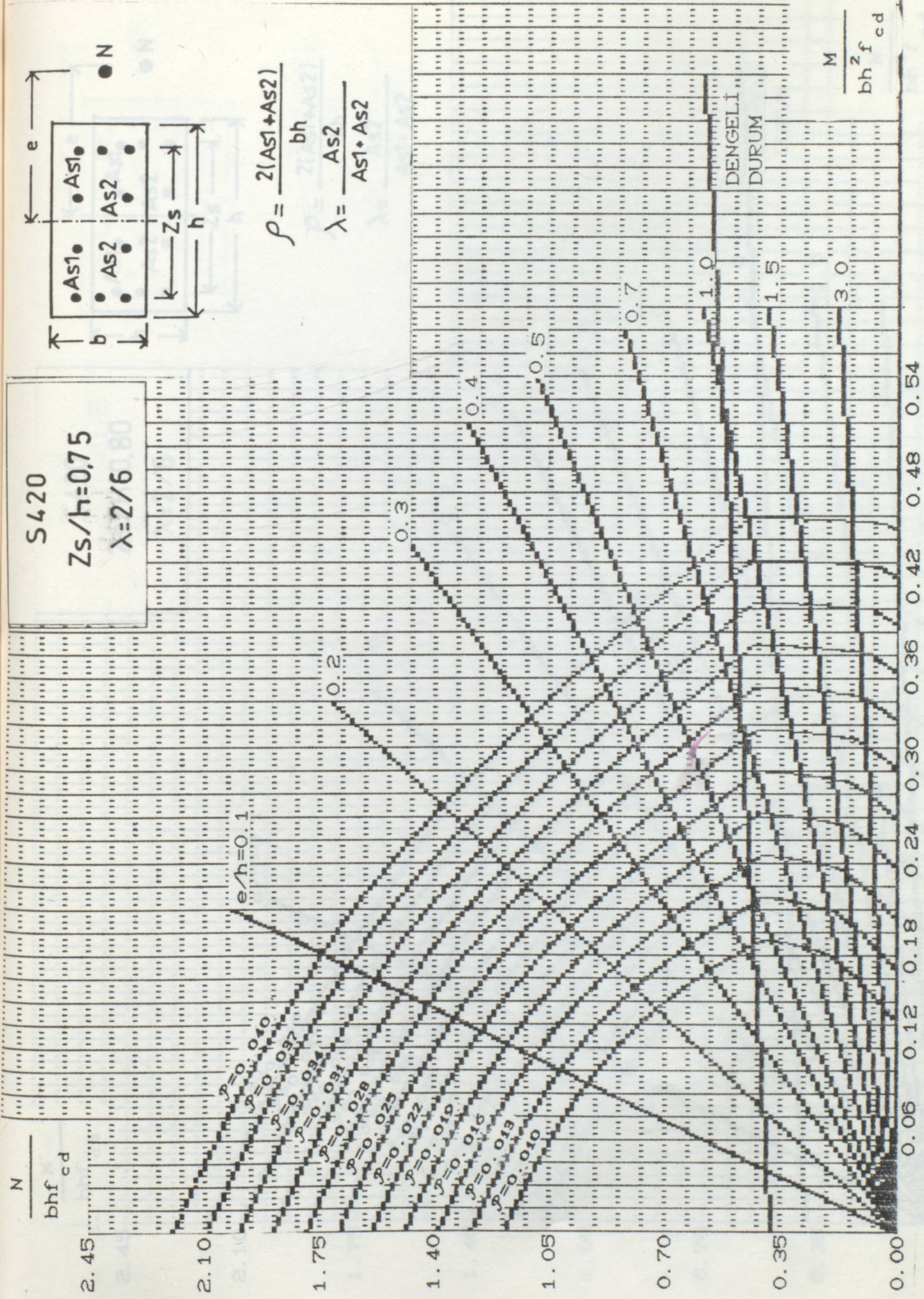


S 420
 $Z_s/h=0.75$
 $\lambda=2/6$

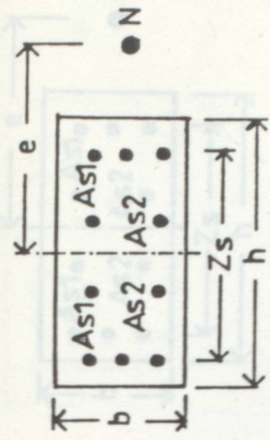


$$\rho = \frac{2(As1 + As2)}{bh}$$

$$\lambda = \frac{As2}{As1 + As2}$$

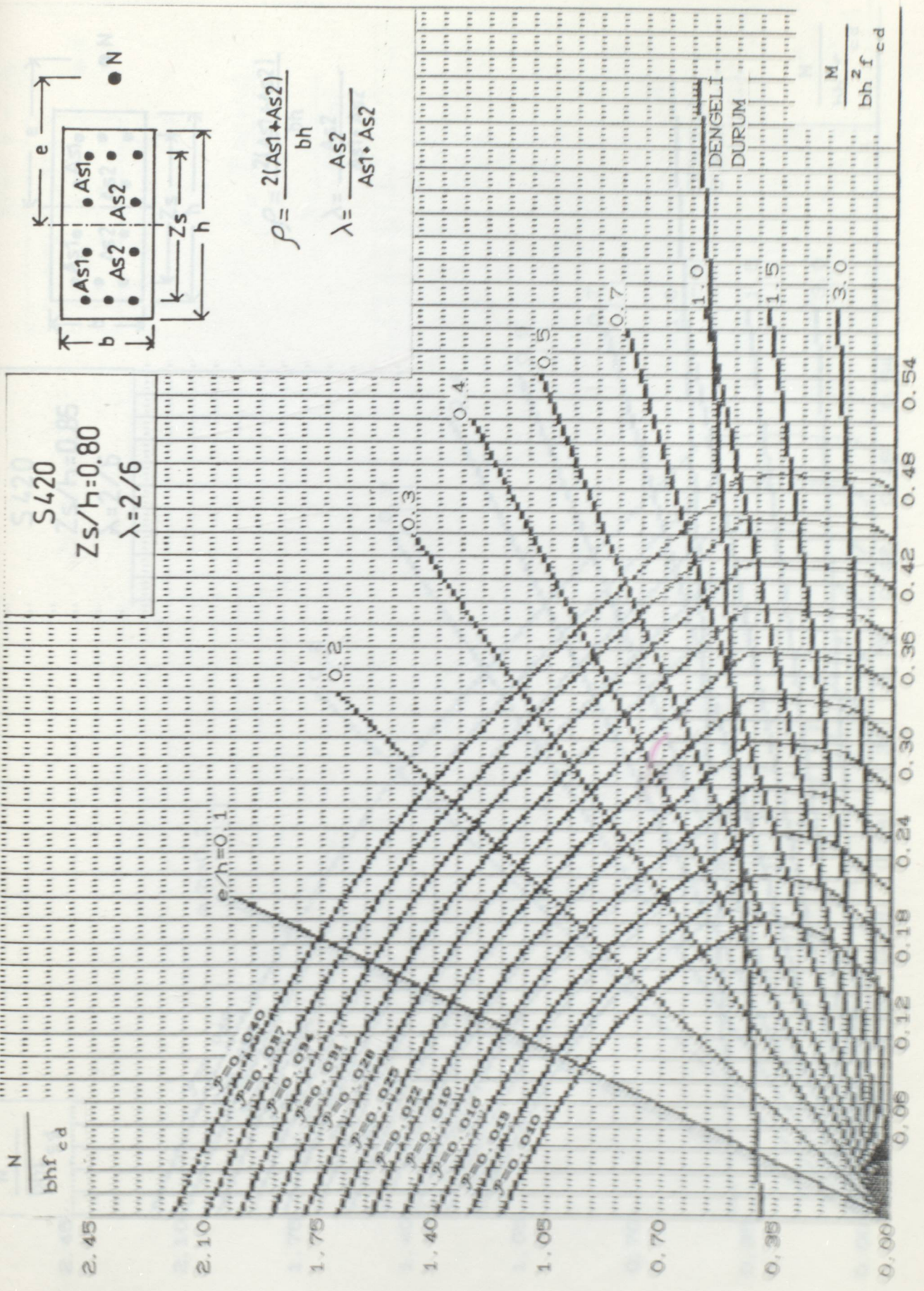


S420
 $Z_s/h=0.80$
 $\lambda=2/6$

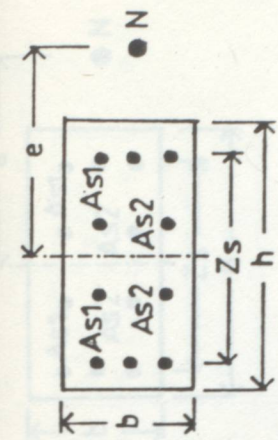


$$\rho = \frac{2(AS1+AS2)}{bh}$$

$$\lambda = \frac{AS2}{AS1 \cdot AS2}$$



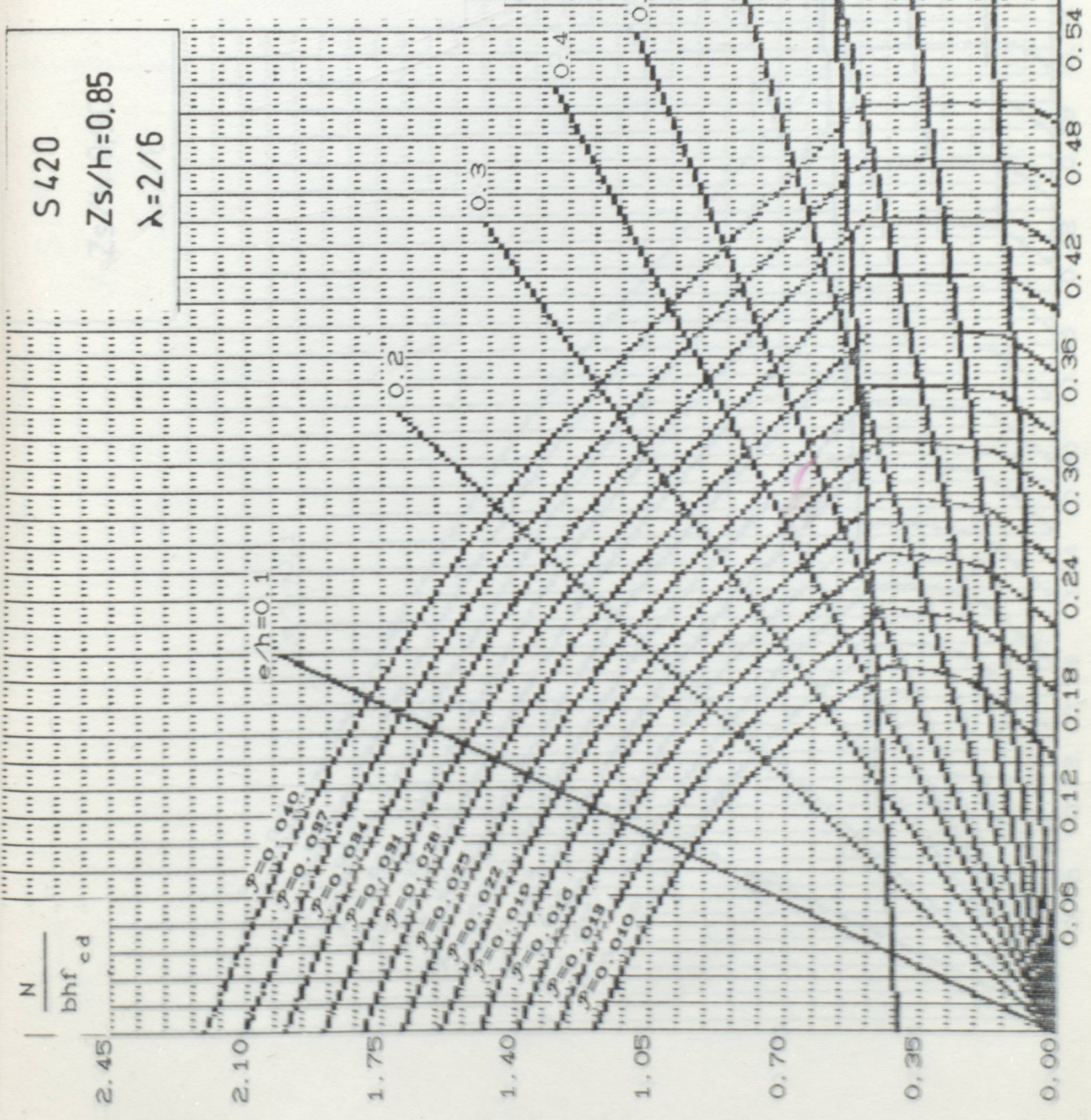
$\frac{M}{bh^2 f_{cd}}$



$$\rho = \frac{2(As1 + As2)}{bh}$$

$$\lambda = \frac{As2}{As1 + As2}$$

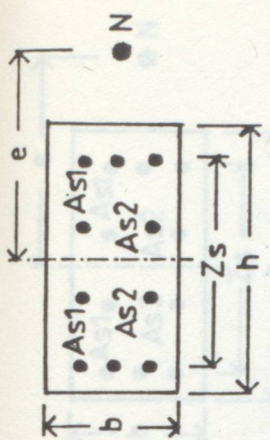
S 420
 $Zs/h = 0.85$
 $\lambda = 2/6$



DENGELI
 DURUM

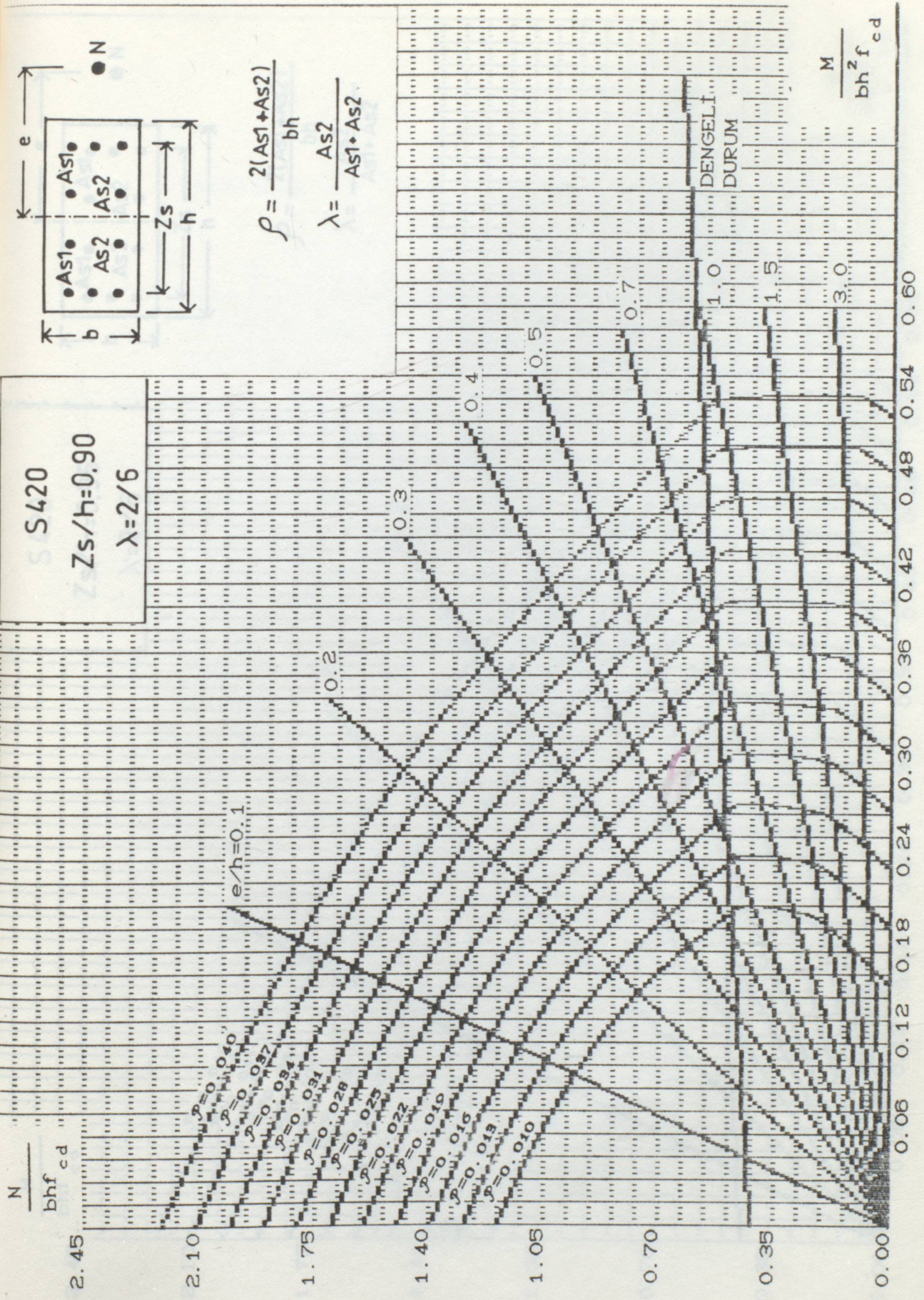
$$\frac{M}{bh^2 f_{cd}}$$

S 420
 $Z_s/h=0.90$
 $\lambda=2/6$



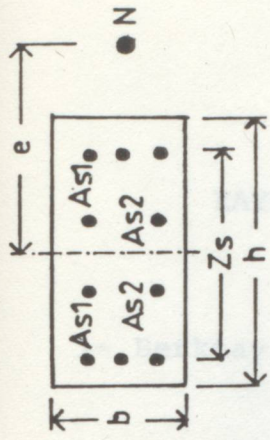
$$\rho = \frac{2(As1 + As2)}{bh}$$

$$\lambda = \frac{As2}{As1 + As2}$$



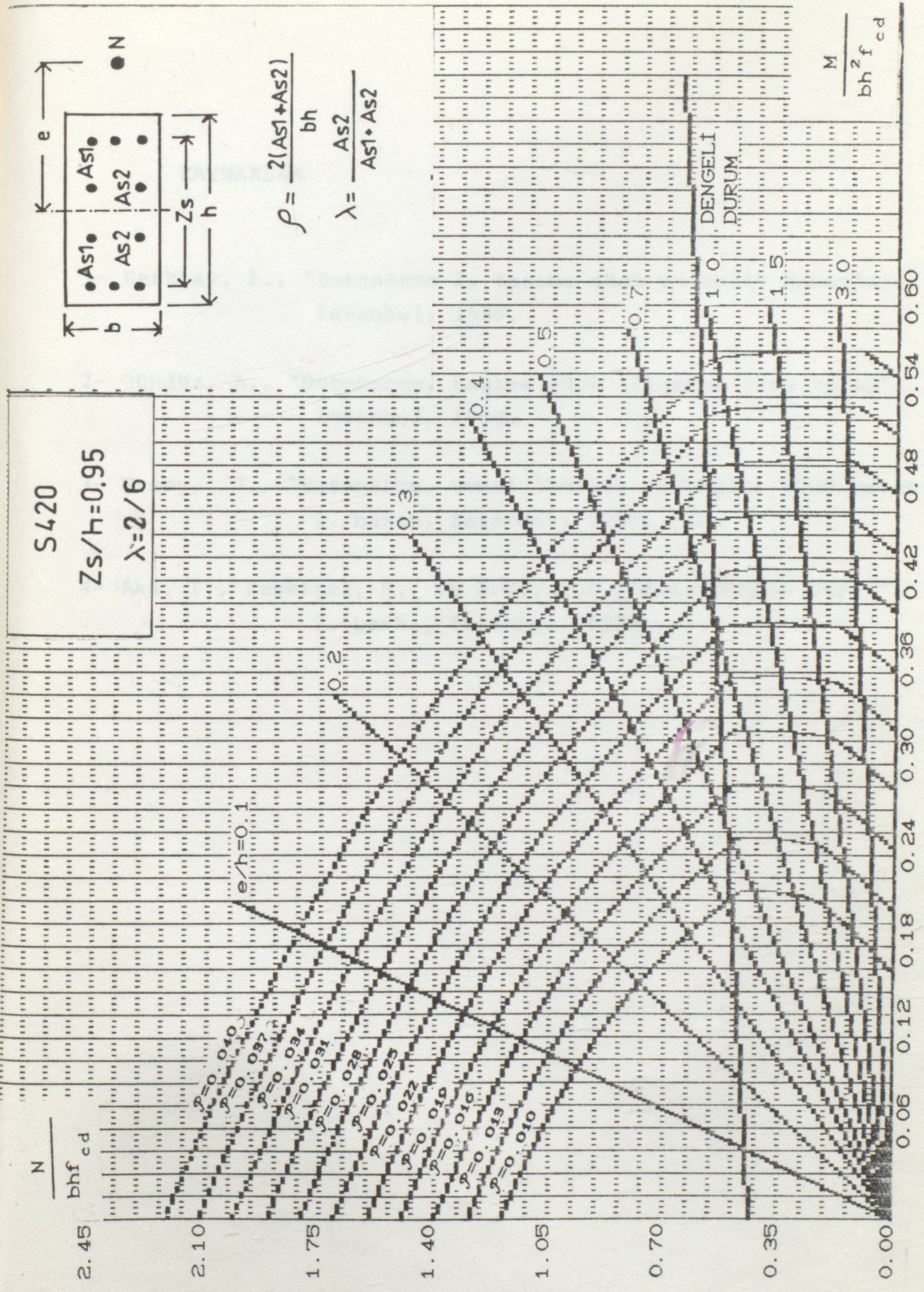
$\frac{M}{bh^2 f_{cd}}$

S420
 $Z_s/h=0.95$
 $\lambda=2/6$



$$\rho = \frac{2(AS1+AS2)}{bh}$$

$$\lambda = \frac{AS2}{AS1 \cdot AS2}$$



$$\frac{M}{bh^2 f_{cd}}$$

KAYNAKLAR

- 1- Berktaş, İ., "Betonarme I, taşıma gücü ve kesit hesapları", İstanbul, 1989.
- 2- Gündüz, A., "Betonarme, taşıma gücü ilkesine göre hesap", İstanbul, 1980.
- 3- Ersoy, U., "Betonarme, temel İlkeler ve taşıma gücü hesabı", 2. basım, İstanbul, 1987.
- 4- Aka, İ., Keskinel, F., ve Arda, T.S., "Betonarmeye Giriş", 7. baskı, İstanbul, 1985.

ÖZGEÇMİŞ

Özcan KIZILTEPE, 02.02.1966'da Rize'nin Derepazarı nahiyesine bağlı Fıçıcılar köyünde doğmuş, orta öğrenimini 1982-1983 öğretim yılında İstanbul Vefa Lisesinde tamamlamıştır. 1984-1985 öğretim yılında Yıldız Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi İnşaat Mühendisliği bölümüne başlayıp 1987-1988 yılında mezun oldu. 1988-1989 yılında Yıldız Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı-Yapı Bilim Dalında Lisans üstü öğrenimine başladı.

