



T.C.
BAYINDIRLIK ve İSKÂN BAKANLIĞI
AFET İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
DEPREM ARAŞTIRMA DAİRESİ

DEPREM ARAŞTIRMA BÜLTENİ

14



Deprem Araştırma Bülteni (DAB)

*Bulletin of Earthquake Research
(Bull. Earthq. Res.)*



Temmuz [July] / 1976
Cilt [Volume]: 3

Sayı [Issue]: 14

İÇİNDEKİLER [INDEX]

Sayfa [Page]

ARAŞTIRMA [RESEARCH]

Ankara'nın Deprem Bölgesinde Bulunmasının Nedenleri [Reasons for
Ankara Being in an Earthquake Zone]

Ahmet TABBAN 1-33

DİĞER [OTHER]

Perde Duvarları İle Çerçevelerin Karşılıklı Etkisi [The Interaction of
Curtain Walls and Frames]

Polat GÜLKAN, S. Tanvir WASTI 34-91

DİĞER [OTHER]

Deprem Bölgelerindeki Yerleşimlerin Gelişme Planlamasının Bazı
Yönleri [Some Aspects of Development Planning of Settlements in
Seismic Zones]

Nejat BAYÜLKE 92-103

**DEPREM
ARAŞTIRMA
ENSTİTÜSÜ
BÜLTENİ**

14

**DEPREM
ARAŞTIRMA
ENSTİTÜSÜ
BÜLTENİ**

14

**DEPREM ARAŞTIRMA
ENSTITÜSÜ BÜLTENİ**



Üç Ayda Bir Yayınlanır
Bilim ve Meslek Dergisi



Sahibi

İmar ve İskan Bakanlığı adına
Teoman Güzey
Müsteğar Muavini



Yazı İşleri Müdürü

Oktay Ergünay
Deprem Araştırma Enstitüsü
Başkanı



Yönetim Yeri ve Yazışma Adresi

Deprem Araştırma Enstitüsü
Başkanlığı. Yüksel Sokak No. : 7/B
Yenigehir/ANKARA



Telefon : 18 66 29 — 17 69 55



Basıldığı Yer

Baylan Matbaası 17 75 34 — 25 07 85



İlanlar pazarlığa tabidir.

Deprem Araştırma Enstitüsü Bülteni

YIL : 3

SAYI : 14

TEMMUZ 1976

BU SAYIDA

- Ankara'nın Deprem Bölgesinde
Bulunmasının Nedenleri **Ahmet TABBAN** 1
- Perde Duvarları ile Çerçevelerin Karşılıklı
Etkisi **F.R. KHAN - J.A. SBAROUNIS** 34
- Deprem Bölgelerindeki Yerleşimlerin Ge-
ligme Planlamasının Bazı Yönleri **Adolf CIBOROWSKI** 92

ANKARA'NIN DEPREM BÖLGESİNDE BULUNMASININ NEDENLERİ

Ahmet TABBAN (*)

ÖZET

Ankara'da İnşaatla ilgilenen kamu ve özel sektörlerde, Ankara'nın deprem bölgesine alınması nedeniyle mühendislik hizmetlerinin çoğaltılıp, bina maliyetlerinde büyük artıma sebep olduğu ve dolayısıyla ekonomiye zarar getirdiği görüşü hakimdir.

Bu sorulara cevap verebilmek, kamuyu aydınlatabilmek ve Ankara kentinin, Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasında 4. ncü derecede tehlikeli deprem bölgesinde bulunması nedenlerini ortaya koymak için bu yazı hazırlanmıştır.

Ayrıca yazıda, deprem bölgeleri haritasının geçirdiği safhalar, Ankara'nın jeolojisi ve tektoniği araştırılmış, ayrılabilen zemin grupları deprem yönünden irdelemiştir.

Civarda olmuş tarihi depremlerin Ankara'da yaptığı hasarın ayrıntıları da verilmektedir.

Ankara'nın deprem bölgesi olarak kabul edilmesi, yapılara gelen yatay kuvvetlerde çok küçük bir artış yapmakta, ayrıca bu artışın yapı maliyeti üzerindeki etkisi de çok önemsiz bir düzeyde kalmaktadır.

Bu nedenlerle Ankara'nın deprem bölgesine alınmış olmasının yapıların güvenliği açısından olumlu ve gerekli olduğu sonucuna varılmaktadır.

SUMMARY

Among the private and public constructors and designers of Ankara the argument that the inclusion of Ankara into the Fourth Degree Earthquake zone has increased the building costs tremendously and caused losses to the economy is very widely held.

* Deprem Araştırma Enstitüsü

This paper has been prepared for the information of the public and to explain the reasons for the inclusion of Ankara into the fourth degree earthquake zone in the Turkish Earthquake Zoning Map.

Besides, in this paper, the evolution of the earthquake zoning map, geology and tectonics of Ankara were investigated and the soil types encountered in Ankara were studied from the point of earthquakes. The list of historical earthquake damage occurred in Ankara is also given. The acceptance of Ankara as a fourth degree earthquake zone creates some very small increases in the lateral forces coming to the buildings, also the extra cost of these increases in lateral forces remain almost at a negligible level.

For these reasons it is concluded that the inclusion of Ankara into the fourth degree earthquake zone is highly necessary and profitable from the point of security of public life and the buildings themselves.

Giriş :

Ankara Şehri; Bakanlar Kurulunun 23.12.1972 gün ve 7/5551 sayılı kararıyla yürürlüğe giren «Türkiye Deprem Bölgesi Haritasında, dördüncü derecede tehlikeli deprem bölgesinde yer almaktadır. Aynı zamanda 9.6.1975 gün ve 15260 sayılı Resmi Gazete de yayınlanan Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik'de de «7269 sayılı Kanununun 1051 sayılı kanunla değiştirilen ikinci maddesine göre saptanan ve duyurulan Afet Bölgelerinde yeniden yapılacak ya da değiştirilecek ya da büyütülecek ya da esaslı onarım görecektir resmî ve özel tüm yapıların bağlı olacağı teknik koşullar 7269 sayılı kanununun 1051 sayılı kanunda değiştirilen üçüncü maddesine göre bu yönetmelikteki ilkelere uyularak yerine getirilir» denilmektedir.

Bu nedendir ki inşaatla ilgilenen özel sektörde Ankara'nın Deprem bölgesine alınmasıyla, mühendislik hizmetlerinin çoğaltılıp, bina maliyetlerinde bir artıma sebep olduğu ve dolayısıyla ekonomiye zarar getirdiği görüşü haklıdır.

Bu sorulara cevap verebilmek ve kamu'yu aydınlatabilmek için bu yazı hazırlanmıştır.

Konuya girmeden önce, Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası'nın hazırlanış esaslarından kısaca bahsetmek yararlı olacaktır.

Bu konudaki çalışmalar yurdumuzda 26.12.1939 Erzincan Depreminden sonra başlar, 1945 yılında Bayındırlık Bakanlığı tarafından 1/2.000.000 ölçekli «Yer Sarsıntısı Bölgelerini Gösterir Harita» adı altında,

- a) Büyük hasara uğramış bölgeler
- b) Tehlikeli yer sarsıntısı bölgeleri
- c) Tehlikesiz bölgeler

olmak üzere üç bölgeyi bir harita hazırlanmıştır. Uzun süre, yürürlükte kalan bu harita, 1963 yılında İmar ve İskân Bakanlığı tarafından ele alınmış, oluşan yeni depremler ve bazı değişikliklerle dört bölgeyi olarak geliştirilerek bastırılmıştır. Zamanla bununda noksan tarafları görülmüş, ilerleyen teknoloji ve kabul edilen yeni prensipler içerisinde konu, İmar ve İskân Bakanlığı, Deprem Araştırma Enstitüsünce yeniden ele alınmıştır.

1964 Paris Hükümetler arası Sismoloji ve Deprem Mühendisliği Toplantısında, deprem bölgeleri haritasının hazırlanmasına temel teşkil edecek prensiplerden ve şu kaynaklardan faydalanılmıştır.

- 1 — Deprem katalogları
- 2 — Episantr haritaları
- 3 — Hissedilen maksimum şiddet haritaları
- 4 — Sismo-Tektonik haritalar

Bunlara ek olarak Deprem Araştırma Enstitüsünce Sismik risk haritaları üzerinde çalışmalar yapılmış ve elde edilen yeni verilerden faydalanılmıştır. Sonra 1968 Strasbourg-Avrupa Sismoloji Komisyonunun önerilerine uyularak tehlikeli bölgeler sınıflandırılmıştır. Ancak prensiplerin bizdeki tatbikatında bölgenin tektoniği, jeolojisi, deprem riski ve binaların ekonomik ömürleri gibi konular gözönüne alınmış ve bazı bölgelerin değerlendirilmesinde, bunlardan elde edilen sonuçlar bölge için şiddet arttırıcı veya azaltıcı faktörler olarak kabul edilmiştir.

Konu ile ilgili Bakanlıklar ve Üniversite Temsilcilerinin katkılarıyla uzun bir çalışmadan sonra «Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası» hazırlanmıştır. Bu haritada Türkiye 5 bölgeye ayrılmıştır.

IX. MM ve daha büyük şiddetteki depremlerin olduğu veya hissedildiği yerler, 1 nci derecede tehlikeli deprem bölgesi,

VIII. MM şiddetindeki depremlerin olduğu veya hissedildiği yerler, 2 nci derecede tehlikeli deprem bölgesi,

VII. MM şiddetindeki depremlerin olduğu veya hissedildiği yerler 3 ncü derecede tehlikeli deprem bölgesi,

VI. MM şiddetindeki depremlerin olduğu veya hissedildiği yerler 4 ncü derecede tehlikeli deprem bölgesi,

V. MM ve daha küçük şiddetteki depremlerin olduğu veya hissedildiği yerler ise tehlikesiz bölge olarak ayrılmıştır.

Görüldüğü üzere, bir bölgenin veya şehrin deprem bölgesine girebilmesi, birçok faktörlerin birarada bulunmasıyla mümkündür. Bir yerde, yalnız tektonik bakımdan bir arızanın olması, o yerin daha tehlikeli bir bölgeye alınmasına yardımcı olamayacağı gibi, belirli bir zaman aralığında episantr olmamış şehirlerin de deprem bölgesinde kalması olağandır.

Bu görüşlerin ışığı altında, Ankara'nın deprem konumu şu şekilde incelenebilir.

Ankara'nın Jeolojisi ve Tektoniği,

PALEOZOİK (1. Zaman)

Ankara ve çevresinde en yaşlı formasyon, GB - KD yönünde uzanan Elmadag serisinde iki farklı birim halinde yer alır.

- a) Metamorfik şist ve grovaxlar
- b) Masif kristalize kalkerler.

Metamorfik şistlerde iki gruba ayrılmaktadır. Altta fazla metamorfizma geçirmiş, çok kıvrımlı klorit-serisit şist, fillat, nıkalı killi şist, grovak şeklindeki sızalanır. Aralarında kalsit damarlarına ve kuvars adeselerine rastlanır. İçinde ufak çakıl ve kum taneleri bulunur. (Devon yaşında). Üstte, karbonifer'e ait az metamorfik koyu renkli, oldukça kıvrımlı, ince pullar halinde ayrılan 10-20 cm. aralıklı, 5-10 cm. kalınlıkta olan greli şistler yer alır.

Altındaki seride (Alt Paleozoik) Üst devon (LEUCHS), Üst Paleozoik seride de Viseen fosilleri (CHAPUT) tarafından bulunmuştur.

Şistlerin genel konumu ise; aşağıdan yukarıya doğru klorit şist, mikalı killi şist, grovak, koyu renkli az metamorfik şist-gre ve kalker dizilimi şeklindedir. Şistler sık kıvrımlı olup, grovaxlar daha gevşektir.

Koyu renkli şist-greler Dikmen'in Keklik Pınarı yakınında Lodumlu-Yalıncak köyleri, kuzeyde Bağlum-Köserelik köyü civarında mostra verirler.

Masif kristalize kalkerler ise : Elmadagın güneydoğu yamaçlarında, Çal dağında ve Lodumlu Platosunda geniş kalker sahaları halinde görülür. Bloklar serisi adı verilen kalkerler, tektonik tesirlerle fazla karışmış, irili ufaklı bloklar ve kütleler halinde oraya buraya atılmış, şistler içine gömülmüş hatta onlarla birlikte tabakalanmış durumda bulunurlar. Kalkerlerden koyu renkli az çok plaket olanlarda Permian'e ait fosillere rastlanır. Daha açık renk, kristalize ve masif yapıda bulunanlarda ise fosillere rastlanmaz. Bununla beraber Triyas yaşında oldukları kabul edilir. Grovaxlar içerisinde yer yer 5-30 m. kalınlığında kalker tabakaları görülür. Grovak-kalkerler ve kalker-trakiandezitlerin hudutlarındaki tektonojenez ve çatlaklar (faylar) Orta İmrahor civarında net bir şekilde görülür. Yatay tabaka halindeki kaymalar 2-5 m. genişliğinde olup, KB - GD yönündeki fay hattına 10-15 m. yi bulur. Bazı yerlerde jura kalkerleri Permo-karbon devrine ait kalkerlerin altında bulunur ki bu da Tersiyer devrindeki yerel kayma hareketlerinin bir neticesidir.

Tektonik hareketler neticesinde grovaxlarda silisleşme ve serisitleşme, kalkerlerde ise mermerleşme görülür.

Kayaş-İmrahor üzerinden Dikmen köyü kuzeyine doğru uzanan kalker-grovax hattının zayıf zonlarından trakiandezitlerin çıkmış olduğu görülür. Bu zamanki püskürmelerde bloklar halinde parçalanmış Permo-Karbon kalkerleri, volkanik kayalar üzerinde plaketler halinde bulunurlar.

Kayaş'da Hatip çayı vadisini kuzey yamacında, 2 km. doğuda demiryolu yarmasında parlak şistler görülür. Milonitik yapı gösterirler. Kalker ve şist breşleri yer alır. (Demiryolunun 13,6 km. sinde) bu nedenle bölgede bir faydan bahsedilir. Bu fay bugünkü dereceye paralel durumdadır. Breş ve milonitler,

Kayaş'tan itibaren memba yönünde sol kıyıda, GD-KB doğrultusunda 4 km. uzunluğunda ve 500 m. genişliğindeki bir sahada görülürler. Bu ezik hat, ana vadi, Bayındır vadisi ve sol kıyıdaki sırtları çevirerek, Kayaş vadisi ile birleştiği yerden itibaren 1 km. yukarda Kosunlar vadisinden geçmektedir.

MESOZOİK (2. Zaman)

Ankara'nın kuzeydoğusunda 2,5 km. mesafede Triyas yağında koyurenkli kalkerler yer alır. Masif durumdadırlar. Ayrıca fosilleriyle tesbit edilmiş olan Jura (Lias) arazisi, kuzeyde Bağlum-Köserelik, kuzey batıda Yakacık, ve batısında çimento fabrikası ile Lodumlu arasında görülmektedir. İçinde granitik çakıllar ihtiva eden taban konglomeraları üzerine göler. Aralarında sıkışmış vaziyette beyaz renkli kalın kumtaşı ve marn adeseleri bulunur. Lodumlu yakınlarında ise killi antropik kireç taşları, kıvrımlı ve fazla eğimlidirler. Lodumlu-Kutluğun bölgesinde, kuzeydoğu yönünde Turna pınarına kadar uzanan ortalama 10 m. kalınlıkta yumrulu beyaz kireç taşları masif ve kalın tabakalıdır.

TERSİYER (3. Zaman)

Ankara civarında Tersiyer'e ait deniz, göl ve kara orijinli tortul kayaçlar bulunur.

Genellikle, Oligosen, jipsli lagüner serilerle, miyosen, tathsu göl tortularıyla, pliyosen ise akarsu çakıl kum ve killeriyle temsil edilir.

Ankara ve civarında görülen volkanik kayaçların oluşumunun Eosen'de başlayıp, Neojen sonuna kadar devam ettiği bilinmektedir.

Ankara'nın doğusundan gelen Hatip (Kayaş) çayı, (Bend deresi vadisi) Volkanik kayalar iki kısma ayırarak geçer. Sol kıyıda Ankara Kalesi, (978 m) dasitikandezit lāv ve breşlerden oluşmuş durumda sert eğimlerle yükselir. Kalaba, Keçiören, Etlik arasında dasit, Hatiptepe de, Hacettepe de, Kız Enstitüsü ve Hüseyin Gazi'de andezit, ve blok tüfler görülür. H. Gazidağı serisinde ve Kaletpepe altında sıcak sular tesiriyle silisleşmiş, bozulmuş açık pembe renkli lāvlar, üstte ise koyu renkli tuf ve lāv karışımı bulunur.

Bend deresinin devamı olan Ankara-Kayseri devlet demiryolunun takip ettiği vadi volkanik kayaçlar içinde olup breşik lāvlar görülür. Sağ kıyıda Hatip çayı yakınında kuzeydoğuya dolan dasitik lāvlar yer alır. Yukarlarında tuf ve breşler vardır. Sol kıyıda dere yataklarında tuf ve lāvlar, tabanda ise riyolitler bulunur.

Mamak'tan Araplara doğru vadinin kuzeyinde kıyıların kuvarslı riyolit filonlarıyla kesilmiş bulunduğu görülür. H. Gazi'nin kuzeyine doğru lāvların çok defa Tersiyer'e ait detritik göl fasiyesi ile örtüldü olduğu görülür. Kuzeyde Kalabağ'dan sonra tamamen volkanik kayaçlar yer alır. (Çubuk çayı Boğazı), ve Abacılar'a doğru vadi daralarak genişliği 100 m. ye kadar iner. Sağ kıyıda alüvyon kalınlığı 20 m. yi bulur. Yamaçlarda dasitler üzerinde andezit akıntıları ve breşler görülür, üstte iri lav bloklu, kalker ve kuvars çimentolu konglomeralar yer alır. (baraj sahası). Andezitler altında dasitler bulunur ve doğuya doğru dalarlar. Kuzey güney doğrultusunda kuvars ve liparit filonlarının volkanikleri kesmiş olduğu görülür.

Ankara havzasının Tersiyer'e ait gölsel birimleri genellikle volkanikler üzerinde bulunmaktadır. Tersiyer arazisinin topoğrafya bakımından volkaniklere nazaran alçak olan durumu tektonik etkenlerden ileri gelmektedir.

Ankara'nın batısındaki ova, Ankara çayını teşkil eden üç akarsuyun, Çubuk çayı, Bent deresi ve İnce suyun kavşak bölgesidir. Ova seviyesi, dereler seviyesinin pek az üstündedir. Akköprü yakınlarında alüvyon altında Tersiyer formasyonlarının yer aldığı görülmüştür.

Batıda, İstanbul boğazı geçidinin jura devrine ait kalkerleri üzerinde kumtaşı ve marnlarla birlikte tabakalaşmış konglomeralar yer alır. Gazi çiftliğinde taraçalar, ovanın 4-5 m. üstünde yüksekte görülmüştür. Güney ve kuzeyde derinleşen vadilerde lagün oluşumları meydana çıkar ve taraçaların nisbi yükseltisi oldukça büyüktür. Gazi Çiftliğinde Marmara havuzu civarındaki bir sondajda marnlı, çakıl ve kumlu gevşek bir alüvyondan sonra, Tersiyere ait putraklı kalkerlere rastlanmıştır. Ankara ovasındaki marnlı kalkerler (göl fasiyesi) üst Miyosende gelişmiş olup, içinde volkanik kayalar parçaları bulunur. Geniş dalgalanmalar gösterirler. Aynı zamanda oluşan karasal fasiyesi ise, tamamen çakıl ve kumlu bir seriden ibarettir.

Ankara'da yüksek kotlarda dahi yer yer, pliyosen yaşlı, açık kiremit renkli, milli kumlu, killi ve çakıllı akarsu çökeltileri görülmüştür.

KUATERNER (4. Zaman)

Zamanımıza ait genç tortullar, bilhassa akarsu boylarındaki çakıl, kum ve kil karışımından oluşmuştur. Kuaternerde çok kalın alüvyon birikmemiştir. Eski alüvyonun ise pliyosen den ayrılması oldukça zordur. Ovadaki sondajların bazılarında 70-80 m. çakıllı seviyeler geçilmiştir. Yaşlarının pliyosen'e ait olmaları muhtemeldir.

Ankara çayının ova seviyesinde akması nedeniyle düz sahalarda Stadyum ve Hipodrumun bulunduğu yerlerde 4-5 m. derinliğe kadar bataklık kalıntıları olan, siyah koyu renkli balçıklı killer bulunmaktadır.

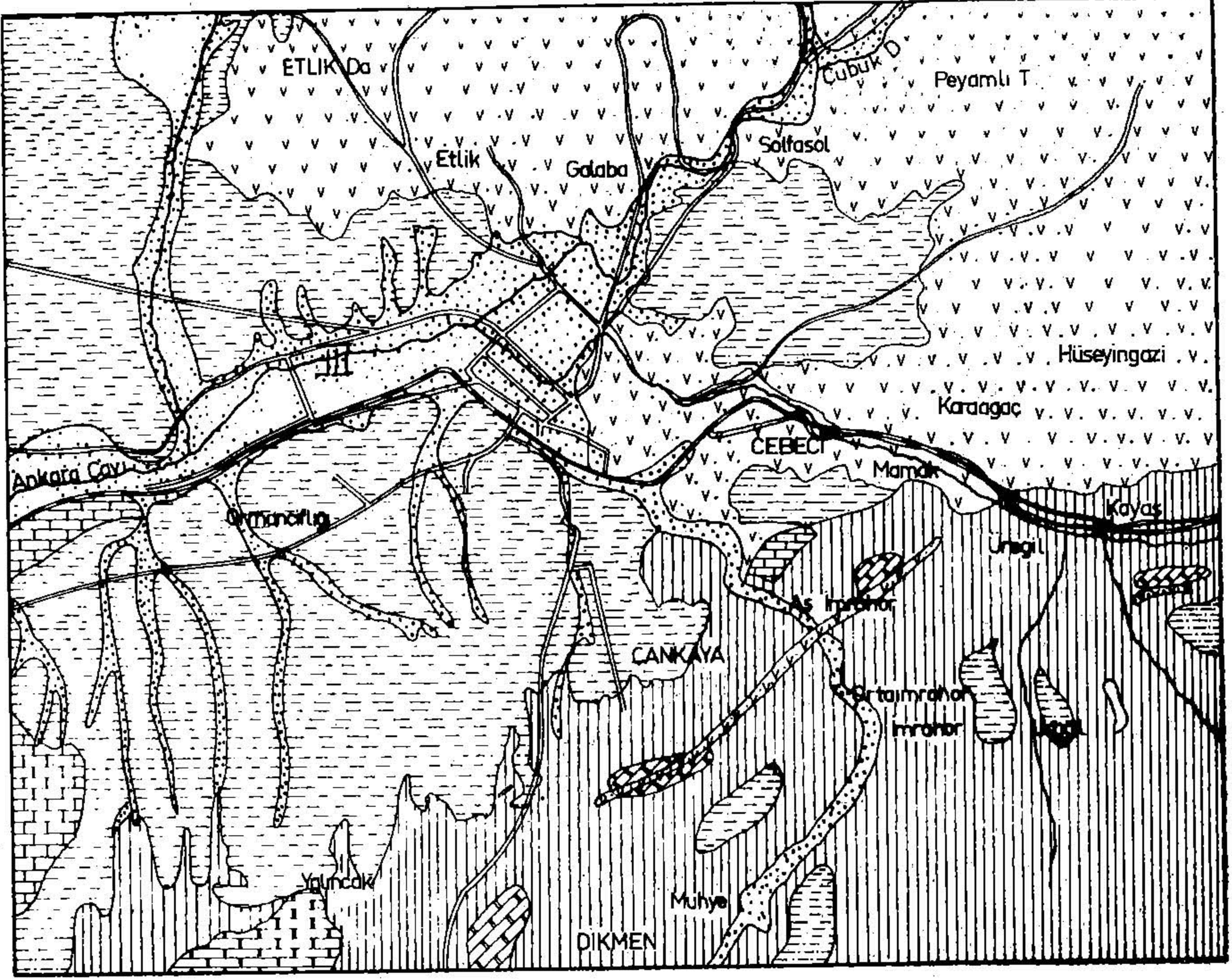
Bugün bölgede 1400 m. lik eş yükselti eğrisi seviyesine kadar görülen bütün çukurluklar, pliyosen'in sonlarında erozyon mahsulu çakıl kum ve killiyle doldurulmuştur. Meydana gelen bu birikinti düzlüğü bugün erozyonla yeniden aşınmakta ve neticesinde vadilerde kuaterner yaşlı alüvyon teşekkül etmektedir. (*) Ovada, alüvyonda yapılan sondaj neticelerinde 2. m.lik nebati toprak örtüsünden sonra genel olarak, 18-20 m. kadar çakıllı kumlu killi bir seviye ve daha sonra plastik killi az kumlu serilerin geçildiği görülmüştür. Ekseriya birbirine çok yakın sondajlarda bile korelasyon yapma olanağı bulunamamıştır. Birimler arasında yanıl geçişler pek çoktur. Genellikle yeraltı su seviyesi 4-5 m. derindedir. Harita (1-2), Şekil (1-11).

Zemin Grupları ve Deprem Yönünden İrdelenmesi :

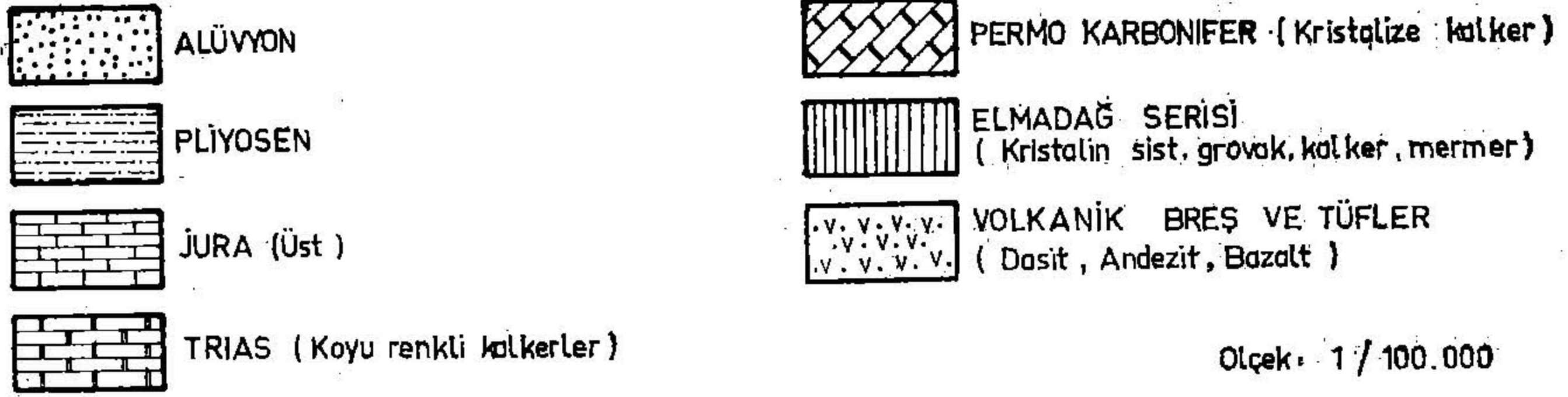
Ankara'nın yapı temel zeminini, jeoloji bölümünde gördüğümüz değişik birimlerin fiziksel özellikleri nedenleriyle ve çeşitli amaçlarla yapılmış sondaj-

(*) Bölgeye ait sondaj logları D.S.İ. Plânlama ve Projelendirme ve Rezerv kontrolü Fen Heyeti Müdürü Behiç Çongar'dan temin edilmiştir. Yazar kendisine teşekkür eder.

Harita : 1

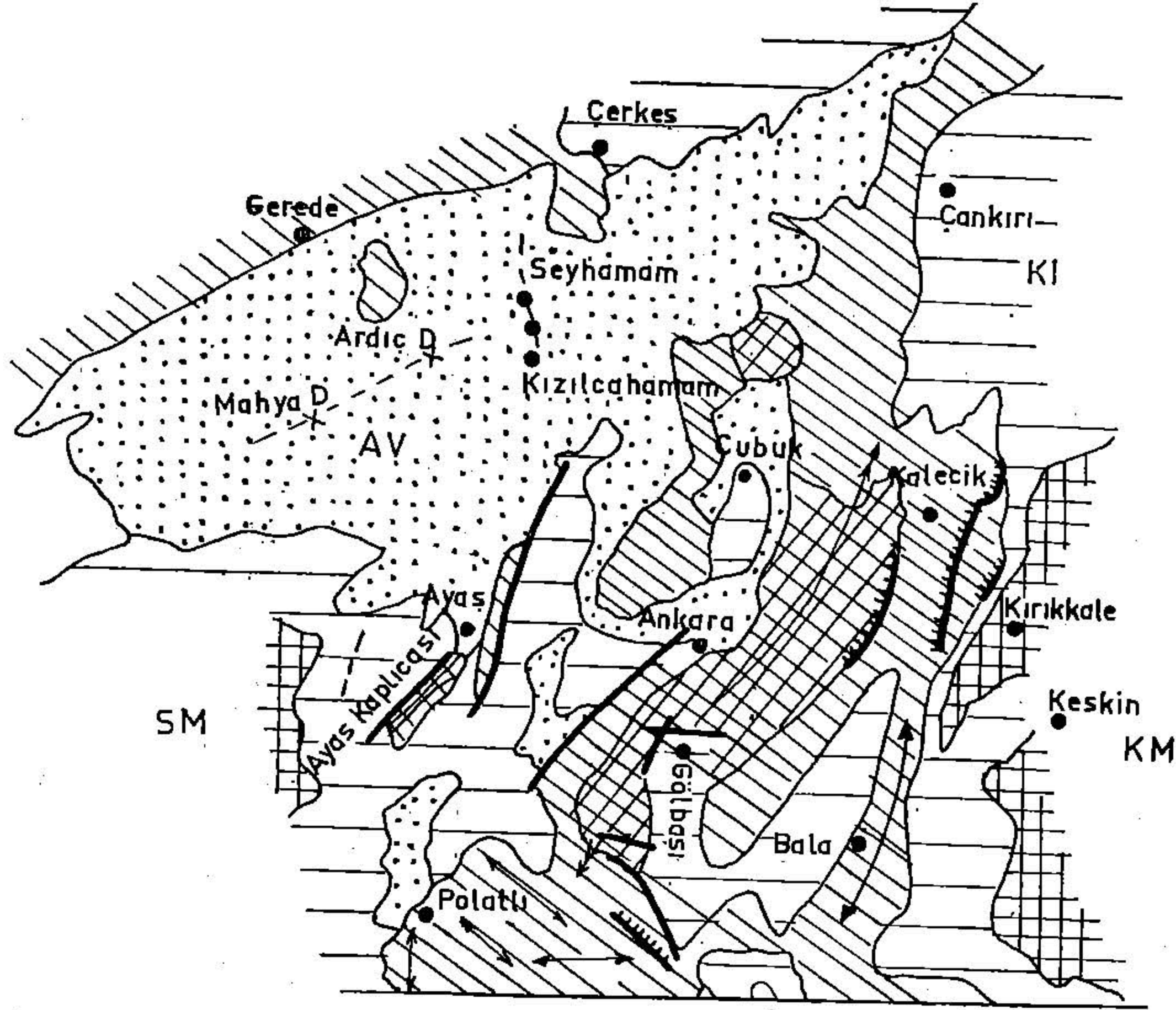


ANKARA BÖLGESİ JEOLJİ HARİTASI

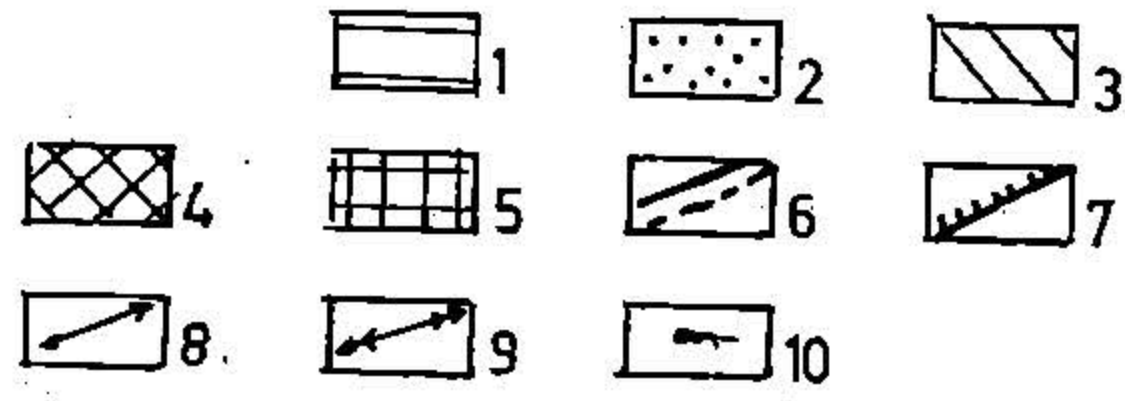


Ölçek : 1 / 100.000

Harita : 2



0 20 40 60 Km
Yaklaşık Ölçek



Ankara Bölgesi Tektonik Ana Hattarı.

- 1_Kıvrımlar Arası Havzalar (Oligosen-Neojen).
 - 2_Tersiyer ve Kuvarterner Volkanik Alanları.
 - 3_Mesezoik ve Eosen (Alp Kıvrımları).
 - 4_Paleozoik (kısmen Triyas ile birlikte;Alp Kıvrımları).
 - 5_Metamorfik ve Plutonik Kayaçlar (Kırşehir Masifi ve uzantıları; Sakarya Masifi)
 - 6_Faylar ve Olası Faylar.
 - 7_Bindirmeler.
 - 8_Antiklinal Eksenleri.
 - 9_Senklinal Eksenleri.
 - 10_Maden Suyu ve Sıcak Su Kaynakları.
- KI_Kızılırmak - Delice İrmak Havzası.
KM.Kırşehir Masifi.
SM-Yukarı Sakarya Masifi.
AV-Ankara Volkanik Alanı.

lara ait logların korelasyonu noticesinde, 3 farklı zemin grubu altında toplamak mümkündür.

1) Genellikle güney, doğu ve kuzeyde Paleozoik yaşlı şist ve grovaklar, Mesozoik yaşlı kalkerler ve Tersiyer'e ait ayrışmamış volkanik kayaların oluşturduğu, taşıma gücü 4 kg/cm² ve zemin hakim periyodu (0,20 - 0,30) sn. civarında olan sağlam zeminler.

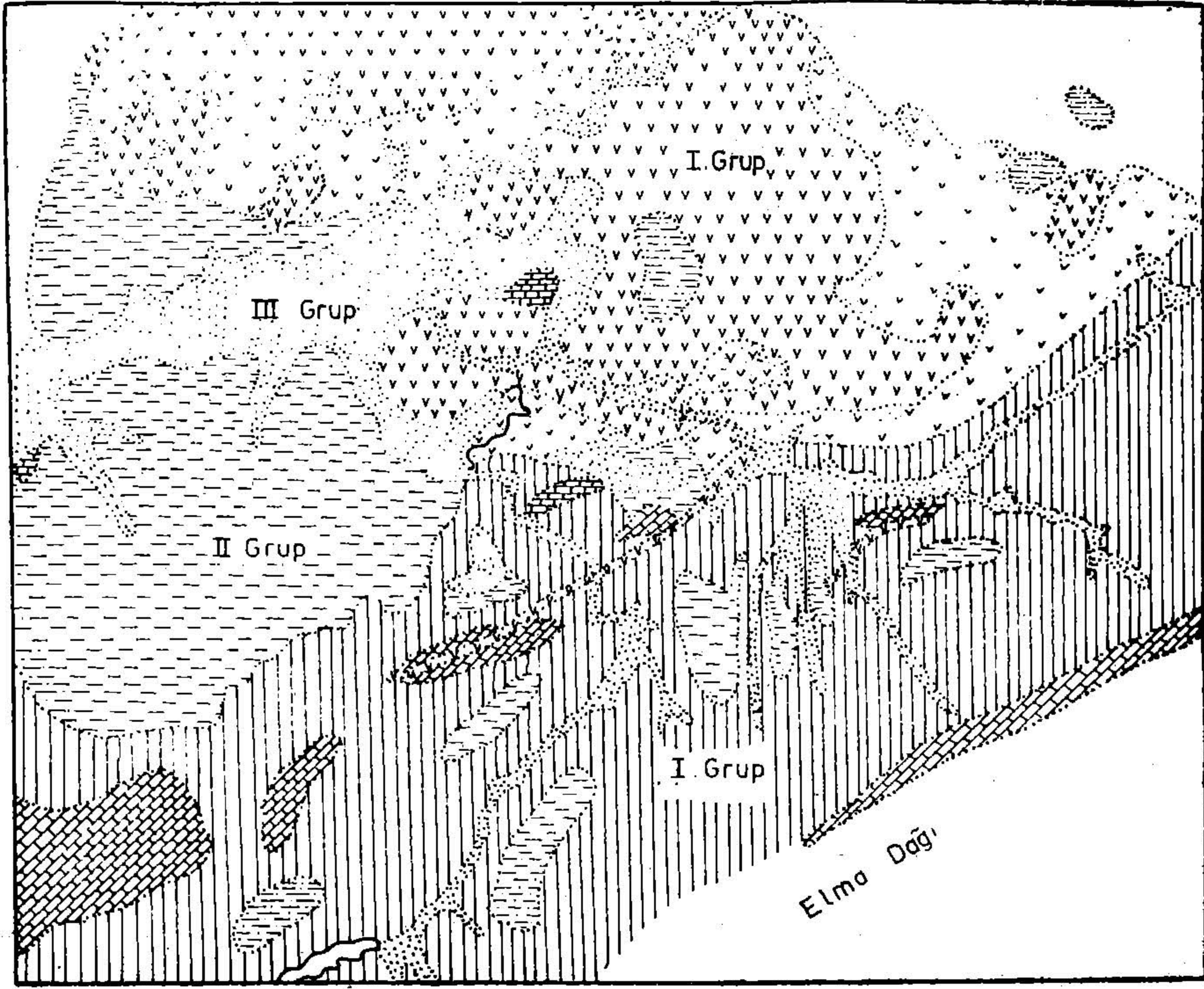
2) Ankara'nın genellikle güney ve kuzeyinde bulunan 0,5 - 1 m. lik nebati toprak altında 3-5 m. kalınlığında sıkışmış çakıl kum karışımı ve kırmızı renkli plastik yapılı (Ankara kili) kilden oluşmuş içerisinde yer yer kum ve çakıl mercekleri bulunan genellikle gömülü vadi şeklinde düz sahalar oluşturan, (Kavaklıdere vadisi, Yenışehir ve Maltepe civarı) Pliosen yaşlı birimlerin oluşturduğu, oturmuş, taşıma gücü 1-3 kg/cm², zemin hakim periyodu (0,50 - 0,60) sn. civarında bulunan orta sağlamlıktaki zeminler.


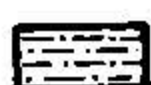


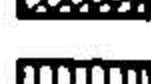
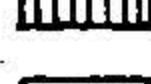

3) Genellikle Ankara'nın batısında, Çubuk ve Ayaş Çayları vadisinde görülen çakıl kum ve kilden oluşmuş, oturmamış, maksimum kalınlığı 18-20 m. civarında yeraltı su seviyesinin 5 m. nin üstünde bulunduğu, taşıma gücü 1 kg/cm² den az, zemin hakim periyodu (0,70 - 0,80) sn. civarında bulunan, yapı temel zemini olarak zayıf diye tanımlanan alüvyon zeminler. (Harita : 3)

Bilindiği gibi, deprem anında zeminlerin davranışları birbirlerinden farklı olmakta ve neticesinde hasarın az veya çok olmasına sebep olmaktadır. Yumuşak zeminler, sert zeminlere oranla daha uzun periyodla, daha büyük deplasmanla ve daha uzun süre titreşim yapmaktadırlar. Araştırmacılar, genellikle, yumuşak zeminlerdeki hasarın, sert zeminlere oranla daha fazla olduğunu ortaya koymuşlardır.

Yapılar, bir-deprem anında, yerin titreşimiyle sallanırlar. Ve herbirinin kendine özgü hakim periyodları vardır. Yapının veya zeminin periyodu denince titreşimin bir tam devrinin tamamlanmasında geçen zaman anlaşılmaktadır. Örneğin bir yapının titreşimi saniyede 10 defa oluyorsa, periyodu 0,1 saniye demektir. Genellikle, tek katlı yapıların periyodu buna karşittir. Aynı cins ve aynı kat yüksekliğindeki yapıların periyodları birbirine çok yakındır.

Genellikle bir yapı ne kadar yüksek ise titreşim periyodu da o kadar uzun olur. Örneğin, Kızılay Gökdelen binasının periyodu 1,4 saniyedir. İmar ve İskân Bakanlığının 0,75 saniye, Yeni Karamürsel Binasının 0,55 sn. dir. Yapıların periyodu olduğu gibi, üzerinde oturdukları zeminlerinde hakim periyodları vardır. Kayalık ve sert zeminler saniyede 8-10 defa sallanabildiği halde, dolgu ve alüvyon zeminler saniyede ancak 1-2 defa sallanabilmektedir. Şayet bir yapının periyodu, üzerinde oturduğu zeminin periyoduna yakın ise, rezonans olayı gerçekleşmekte ve hasar çok fazla artmaktadır. Alüvyon bir zemin üzerinde (periyodu 0,7-0,8 saniye olsun), 8-10 katlı bir apartman (periyodu 0,6-0,7 saniye civarındadır.) ve tek katlı bir bina bulunsun (periyodu 0,1 saniye civarında). Apartman depreme dayanıklı olarak projelendirilmiş dahi olsa, tek katlı binadan daha fazla hasar görebilir. Bunun sebebi, zeminin ve apartmanın periyodlarının birbirlerine yakın bulunması nedeniyle, rezonans olayının meydana gelmesidir. Bu nedenle, genel olarak, uzun periyodlu yapıları kısa periyodlu zeminler üzerine, kısa periyodlu yapıları da uzun periyodlu zeminler üze-



-  Alüvyon
-  Göl teşekülü (Pliosen)
-  Trias (Kalker)
-  Permo-Karbonifer (Kristalize kalker)
-  Elmadag serisi
-  Volkanik tuf-lavlar
-  Dasit, Andezit, Bazalt

ANKARA CİVARININ JEOLJİSİ ve ZEMİN GRUPLARI

Ölçek 1/135.000

rinde yapmak gerekmektedir. Bu olasılıkta Ankara içindeki bazı bina ve zeminlerin periyodları araştırılmıştır. (Tablo : 1)

Tabloda görüldüğü üzere binaların periyodları ölçülerek (aletsel) ve ayrıca ampirik formülle bulunmuştur. Zeminlerin hakim periyodları ise yönetmelikte öngörüldüğü üzere binaların zemin durumları fiziksel koşullarına bakılarak sınıflandırılmış ve karşıt gelebilecek zemin hakim periyodları verilmiştir.

Tablo : 1

| No | Bina Adı | Doğrultu | Serbest Titreşim Periyodu | | Zemin grubu No: | Zemin hakim Periyodu T _o |
|----|---|----------|---------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------------------|
| | | | Yerinde ölç. (sn) | Ampririk Form (sn) | | |
| 1 | Kızılây Gökdelen Binası | boyuna | 1.35 | 1.09 | I | 0.25 |
| | | x | | | | |
| | | Enine | 1.42 | 1.76 | II | 0.42 |
| | | y | | | | |
| 2 | Milli Piyango İdaresi Binası | x | 0.80 | 0.49 | II | 0.42 |
| | | y | 0.94 (0.66) | 0.52 | | |
| 3 | Yeni Karamürsel | x | 0.50 | 0.55 | II | 0.42 |
| | | y | 0.58 | 0.83 | | |
| 4 | Apartman Gazi. M. Kemal Bulvarı 29 Maltepe | x | 1.87 (0.51) | 0.76 | II | 0.42 |
| | | y | 0.53 | 0.81 | | |
| 5 | Apt. Gazin M. Kemal Bulvarı No : 29 Maltepe | x | 0.48 | 0.63 | II | 0.42 |
| | | y | 0.44 | 0.70 | | |
| 6 | Maltepe Camii Minaresi | | 0.71 | — | II | 0.42 |
| 7 | Şap Enstitüsü Ayaklı Su deposu | x | 0.82 | — | II | 0.42 |
| | | y | | | | |
| 8 | İmar ve İskan Bakanlığı | x | 0.74 | 0.52 | II | 0.42 |
| | | y | 0.65 | 0.96 | | |

| No | Bina Adı | Doğrultu | Serbest titreşim periyodu | | Durumu Zemin No : | Zemin Hakim T _o |
|----|--|----------|---------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------------|
| | | | yerinde ölç. (sn) | Ampirik Form (sn) | | |
| 9 | Eti Bloklar E. Blok No : 8 | x | 0.64 | 0.42 | III | 0.60 |
| | | y | 0.67 | 0.80 | | |
| 10 | Gayret Mah. İvedik Cad. Uzay Apt. No : 5 1. Durak | x | 0.56 | 0.70 | II | 0.42 |
| | | y | 0.70 | 0.95 | | |
| 11 | Gayret Mah. İvedik Cad. 1. Durak | x | 0.62 | 0.70 | II | 0.42 |
| | | y | 0.70 | 0.87 | | |
| 12 | Abidin Daver sok. Blok 4 Çankaya | x | 0.60 | 0.46 | I | 0.25 |
| | | y | 0.68 | 0.81 | | |
| 13 | Tepe Çankaya As. önlü | x | 0.59 | | I | 0.25 |
| | | y | 0.61 | | | |

Zemin gruplarında, Deprem Katsayısının Değişimi

Ankara 4 ncü derecede tehlikeli deprem bölgesinde bulunduğu göre, $I_0 = VI$ şiddetindeki depremlerin oluşabileceği varsayılmıştır. Ayrıca yapı temel zemini olarak ta 3 gruba ayrılmıştır. Normal VI şiddetindeki bir depremin zemin grupları üzerindeki şiddet artımları ve neticesindeki hasar durumları farklı olacaktır. Dolayısıyla mühendislik açısından bina projelendirmele-
rinde,

«Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik» esaslarına göre; Binaya gelecek deprem kuvvetlerinin elde edilmiş yapı için doğal titreşim periyodu, sönümü, duktilitesi ve zemin cinsinin bilinmesi gerekmektedir.

Yönetmelik, Yapıların depreme dayanıklı olarak boyutlandırılmasında kullanılacak statik eşdeğer yatay yüklerin toplamının $F = CW$ denklemi ile hesaplanabileceğini önerir, Burada; $C =$ deprem katsayısı olup, $C = C_0.K.S.I$ denklemi ile saptanır. $C_0 =$ Deprem bölge katsayısını, $K =$ Yapı tipi katsayısını, $S =$ Yapı dinamik katsayısını (spektrum katsayısı), $I =$ yapı önem katsayısını göstermektedir. Formülde, $S =$ yapı dinamik katsayısı, yapının doğal titreşim periyodu ile ilgilidir.

$$S = \frac{1}{0.8 + T - T_0} \text{ denkleminde hesaplanacaktır.}$$

$T =$ Saniye cinsinden yapının birinci normal moduna ait doğal periyodu,

$T_0 =$ Zeminin hakim periyodudur. (S , maksimum 1.0 alınabilir.)

Bulunan yapı dinamik katsayısının yerine konup, C nin hesaplanabilmesi için, bitmiş bir yapıya ait hakim periyodun, daha proje safhasında iken bilinmesi gerekmektedir. Bu nedenledir ki, yönetmelikte yüksekliği 35 m. geçmeyen yapılarda, güvenilir varsayımlara dayanan deneysel yada teorik ilkelere göre hesabı yapılmadıkça S sayısının hesabında kullanılacak bina doğal periyodu T nin;

$$T = \frac{0,09 H}{\sqrt{D}} \text{ yada } T = 0,07 \sim 0,1) N$$

ampirik formülünden bulunması önerilmektedir. Burada, $H =$ Binanın temel üst kotundan ölçülen yüksekliği (m), $D =$ Yatay yükler doğrultusuna paralel doğrultudaki bina genişliği (m) ve $N =$ Bina temel düzeyi üstündeki kat adedidir.

$T_0 =$ Zemin hakim periyodu ise, güvenilir varsayımlara ve arazi gözlemlerine dayanan deneysel, ampirik yada teorik yaklaşımlarla saptanmadıkça, yönetmelikteki zemin cinslerine göre hazırlanmış olan zemin hakim periyodları kullanılır.

Yurdumuzda bu güne kadar birkaç araştırma için yapılan çalışmalar dışında, bina ve zemin korelasyonu ile ilgili hakim periyodların saptanması için bir çalışma yapılmamıştır. Bu ancak 9 Haziran 1975 tarihinde yayınlanan «Afet Bölgelerinde yapılacak yapılar Hakkındaki Yönetmelik'e göre, yapıların depreme dayanıklı yapılabilmesi için hesap esaslarına girmiştir.

Sahamız da 3 grup yapı zemini ayrılabilirliğine ve Deprem bölge katsayısı $C_0 = 0,03$ olduğuna göre, S = yapı dinamik katsayısının ve C = Deprem katsayısının (K = 1,00 ve I = 1,00 olması halinde) farklı yapı periyodlarında alacağı değerler aşağıdaki tabloda görülmektedir.

| Yapı periyodu T (Sn) | I. nolu Zemin To = 0,30 (Sn) | | II. nolu Zemin To = 0,60 (Sn) | | III. nolu Zemin To = 0,80 (Sn) | |
|-------------------------|---------------------------------|-------|----------------------------------|-------|-----------------------------------|-------|
| | S | C | S | C | S | C |
| 0.25 | 1.00 | 0.03 | 1.00 | 0.03 | 1.00 | 0.03 |
| 0.50 | 1.00 | 0.03 | 1.00 | 0.03 | 1.00 | 0.03 |
| 1.00 | 0.67 | 0.020 | 0.83 | 0.025 | 1.00 | 0.03 |
| 1.25 | 0.57 | 0.017 | 0.69 | 0.021 | 0.80 | 0.024 |
| 1.50 | 0.50 | 0.015 | 0.60 | 0.018 | 0.66 | 0.020 |

Ankara'nın deprem durumu ve Sismisitesi :

Mevcut kayıtlara göre Ankara şehri hasar yapıcı deprem merkezi olmamıştır. Bununla beraber jeolojisi ve tektoniğiyle oldukça karışık ve arızalı bulunan Ankara şehri, civar deprem merkezlerinin ve bölgesel olarak Kuzey Anadolu Fay Zonunun tesir sahasındadır.

Ayrıca Eskişehir çukurluğunun doğu devamından Haymana'ya kadar gelen ve Ankarayı tesir sahasına alan, üstünde birçok sıcak su kaynakları bulunan bir fay hattı mevcuttur ve bazı araştırmalarda Ankara ovasının tektonik orijini olduğunu, bölgede güney-kuzey doğrultusunda uzanan Moğan gölü, Çubuk ve batısındaki ovalarının muhtemelen tektonik küvetler olabileceğini belirtmektedirler. Ankara yakın tarihlerde uzağında ve civarda olan bir çok depremleri hissetmiş ve hasar görmüştür. 26.12.1939 Erzincan depreminde Ankara'ya bağlı kasaba ve köylerde 721 binanın yıkıldığı ve 584 binasında hasar gördüğü kayıtlıdır. 19.4.1938 Kırşehir, Depremi de Ankara'da Efendiköy, Ceritobası, Pöhrenk ve Beşler mevkiinde hasar olmuştur.

1944 Bolu Gerede Depreminde Ankara İli dahilinde 125 ölü, 158 yaralı, 1450 bina yıkılmış, 2716 bina hasar görmüş, 1829 hayvan zayı olmuştur. (Banyındırık Bak. arşiv kayıtlarından) 1938 ve 1944 yıllarındaki şehir yerleşimi ile, bu günün şehirleşimi ve dağılımı çok farklıdır. O tarihlerde Kale civarında ve belirli sahalarda yerleşmiş bulunan Ankara, bugün alüvyon sahalara doğru genişlemiştir. Aynı büyüklükteki civarda oluşacak bir depremde Ankaradaki hasar eskisinden çok farklı olacaktır.

Bilindiği üzere; 28 Mart 1970 Gediz Depreminde episantrdan 130 km. uzaklıktaki Bursa ovasında Tofaş otomobil tesislerinde ağır hasar olmuştur. (yapı periyodunun zemin hakim periyoduyla çakışması, rezonans olayı neticesi) Bu nedendir ki civarda oluşacak kuvvetli bir depremin yansması neticesinde, periyodlarının uyusabileceği bilhassa yeraltı suyunun yüksekte bulunduğu alüvyon sahalardaki binalarda hasar yapması olağandır.

Genel bir tanımla sismisite, o bölgedeki tektonik aktivitenin bir fonksiyonu olarak belirlenir. Bölgede oluşan depremlerin parametrelerini, sıklığını ve epi-

santral şiddet-mesafe bağıntılarını kapsar. Yani, bölgede oluşan depremlerin bütün özelliklerini tesbit-etmek anlamına gelir.

Bir bölgenin sismisitesinin belirlenmesinden amaç, depreme dayanıklı yapı projelerinin hazırlanmasına yardımcı olmaktır. Bu nedendir ki deprem mühendisliğinde en önemli husus, belli bir zaman aralığı içinde, bölgede oluşacak en büyük deprem kuvvetini önceden tahmin etmektir.

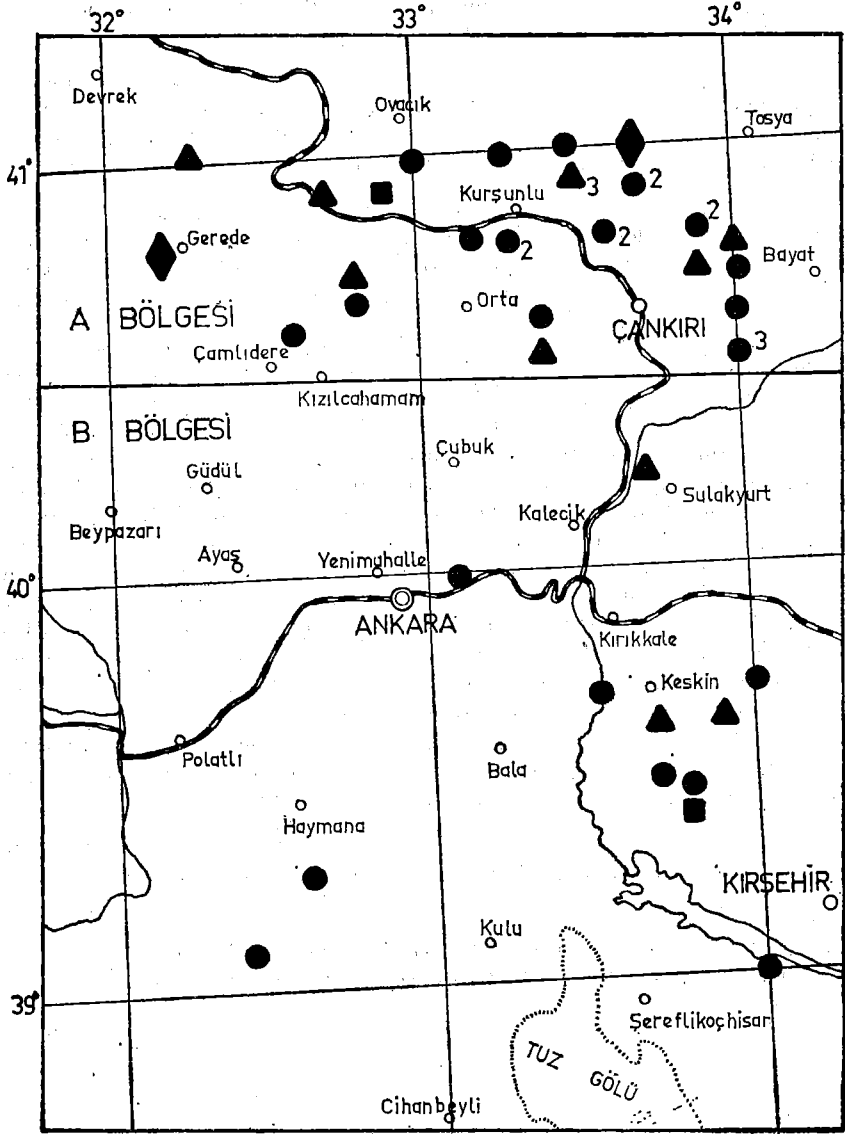
Bu nedenle Ankara için değerleri Tablo 2. görülen episantr dağılımını ve Harita 4 de görüldüğü üzere A ve B bölgelerinde ayrı ayrı sismisite araştırmaları yapılmıştır. Neticesinde magnitüd-frekans bağıntıları (Şekil 12), ivme ve dönüşüm periyodu risk ile ilgili korelasyon (şekil 13) de görülmektedir. (*)

Bu egriden dönüş periyodu 50 yıl olan (yani elli yılda bir Ankara'da hissedilecek) depremin Ankara içindeki zemin ivmesi yer çekimi ivmesinin 0.09'u kadar olacaktır. Diğer bir deyişle Ankara'daki yapılara ağırlıklarının % 9'u kadar bir yatay kuvvet gelecektir. «Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik» uyarınca IV ncü derece deprem bölgesi olan yerlerde yapı hesaplarında kullanılan deprem kuvveti yapının ağırlığının % 3'ü olmaktadır. Görüldüğü gibi Ankara içinde ekonomik ömrü 50 veya daha fazla yıl olan bir yapının yapı hesaplarında kullanılan daha fazla bir kuvvete maruz kalması söz konusudur. Ancak yapıların «düktilite» denilen bir özelliğinden faydalanma söz konusudur. Yapılar hesaplarda yapıya gelebileceği kabul edilen yatay kuvvetlerin 3-5 katı kadar daha büyük kuvvetlere bir miktar (ancak onarılabilecek seviyede) hasar görerek dayanabilirler. Bu yapının «düktilitesi» olarak tanımlanır. Türkiye'deki betonarme yapılarda bu düktilite katsayısının 3 civarında olduğu kabul edilmektedir. Bu durumda IV bölge olan Ankara'da hesaplarda deprem katsayısının % 3 alınması ve düktilite faktörünün 3 kabul edilmesi halinde risk hesaplarına göre Ankara'da 50 yıl içinde beklenen % 9'luk deprem kuvveti ancak karşılanmış olmaktadır.

A. Bölgesi için, odak derinliği $h = 15$ km. ve tahmin edilen maksimum magnitüd ($M = 8$), B. Bölgesi için, $h = 20$ km. $M = 7,5$ değerleri alınarak işlem yapılmıştır.

Ayrıca Ankara'yı tesir sahasına alan bu bölgelerde oluşmuş depremler o tarihlerdeki gazetelerden faydalanarak bölümler halinde verilmiştir.

(*) Bölgenin sismisitesi ile ilgili bağıntılar, yardımcı Prof. Polat Gülkan tarafından programlanarak, O.D.T.Ü. Bilgi Sayar Merkezince çıkarılmıştır. Yazar kendisine teşekkür eder.

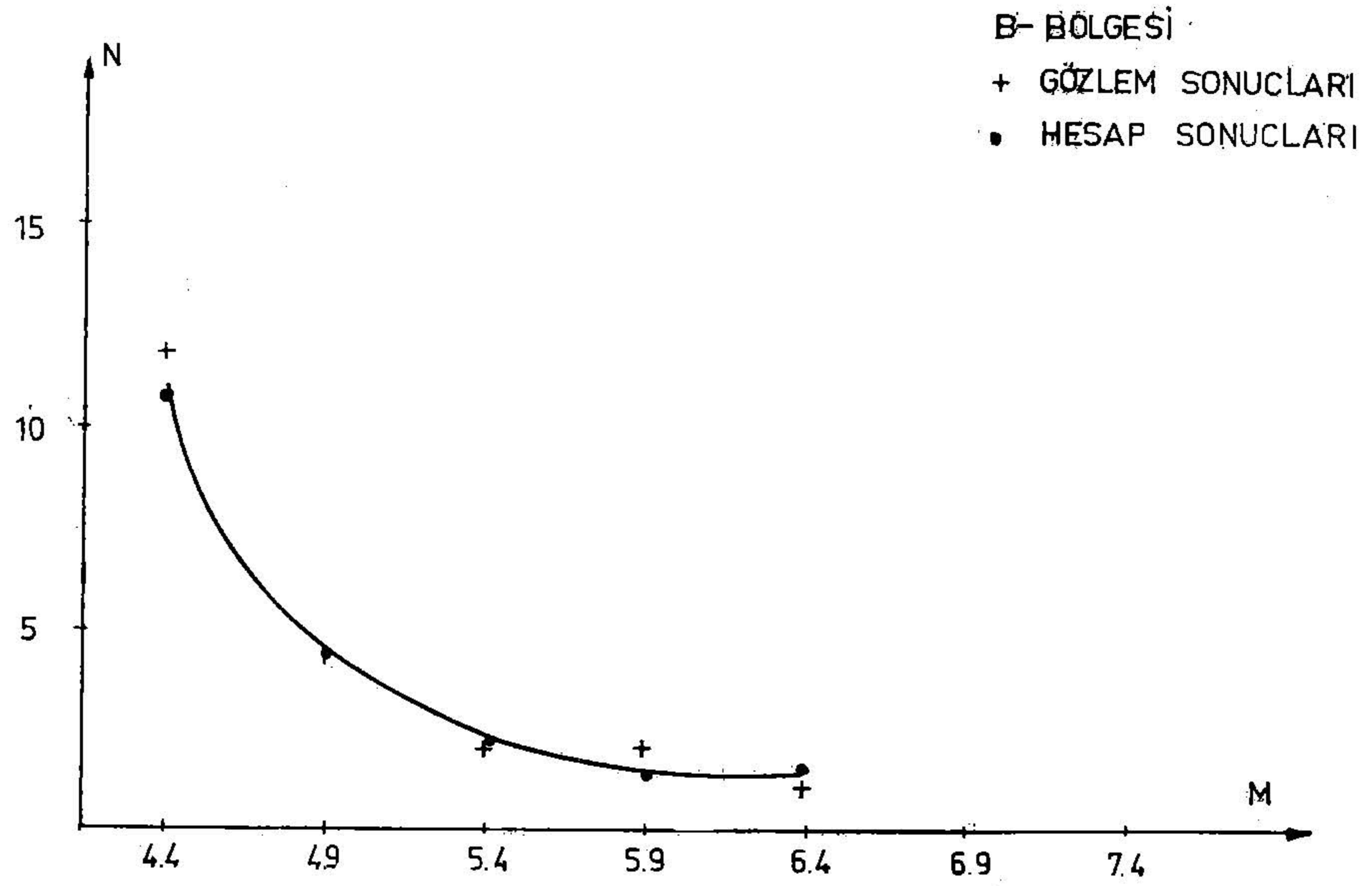
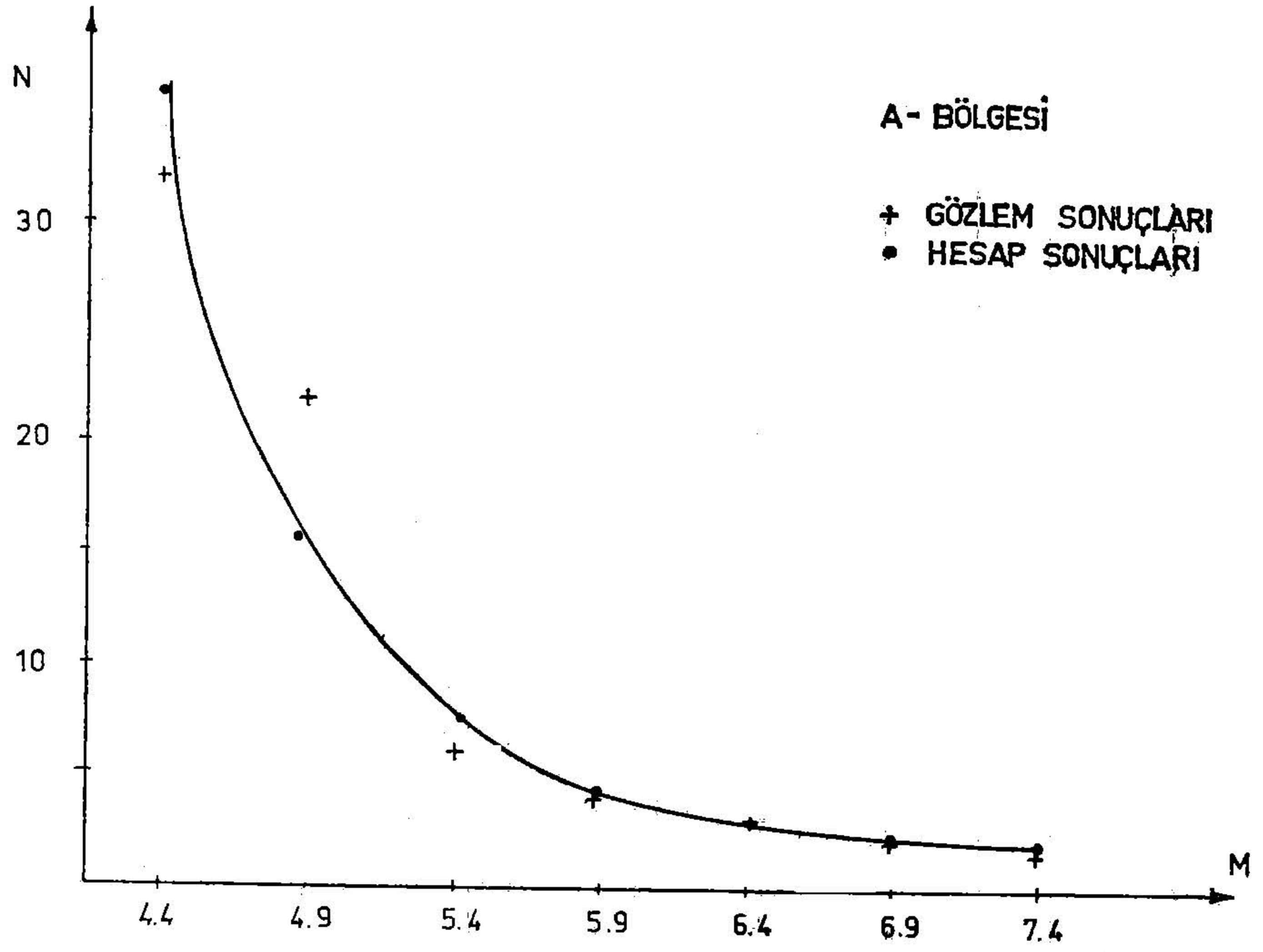


EPİSANTR HARİTASI

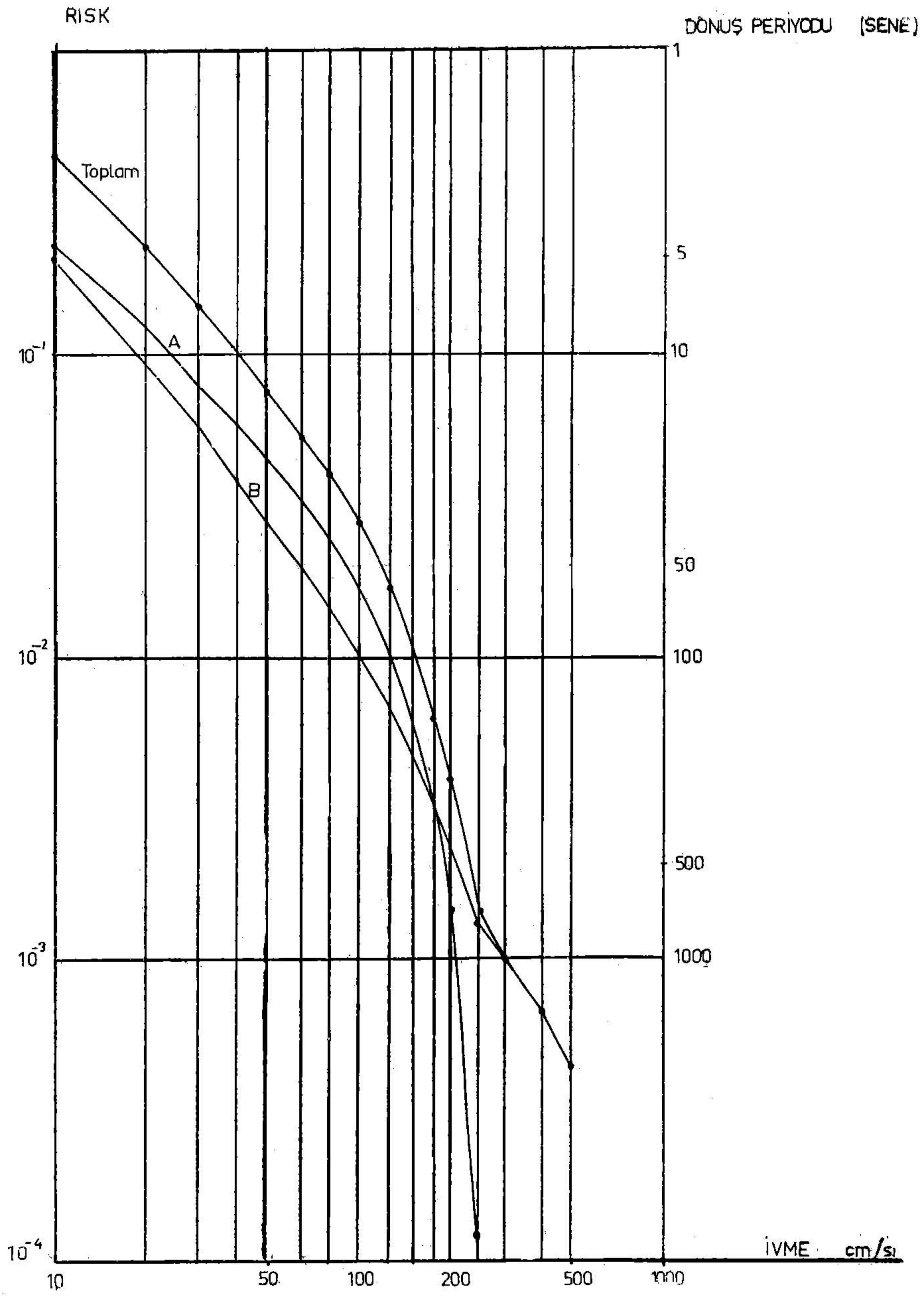
- 4.3 — 4.9
- ▲ 5.0 — 5.9
- 6.0 — 6.9
- ◆ 7.0 — 7.9

Harita: 4

ÖLÇEK : 1/2.000.000



Şekil : 12



Şekil : 13

1.2.1944 Bolu - Gerede Depremi

2 Şubat 1944 Vatan Gazetesi

«Ankara'da birçok resmî ve hüsusi binaların duvarları çatlamış, hemen her evin sıvaları dökülmüştür.»

«Ankara Vilayeti kaza ve köylerinde yaptığı tahribat etrafında aldığımız malûmata göre bütün vilayet içinde tesbit edilen ölü miktarı 103, yaralı miktarında 90'dır. 800'den fazla evin yıkıldığı anlaşılmıştır. Bugün öğleden sonra toplanan Ankara belediye meclisi vilayet içinde deprem felaketinden müteessir olan yurtdaşlar için ilk yardım olarak 10.000 lira tahsis etmiştir.»

«Depremin şiddetli olarak geçtiği, insan ve bina zayiatına sebep olduğu mıntıklar Ankara, Bolu, Kocaeli, Zonguldak ve Çankırı Vilayetleridir.»

3. Şubat 1944 Vatan Gazetesi;

«Ankara mülhakatında da 150 ye yakın ölü 200 den fazla yaralı vardır.»

5. Şubat 1944 Vatan Gazetesi;

«Ankara Vilayeti dahilinde en ziyade zarar gören yer Beypazarıdır. Kaza bölgesinde 85 ölü, 25 ağır yaralı 75 hafif yaralı vardır. 635 ev tamamen 3078 ev oturulamayacak duruma gelmiştir. 1712 baş hayvan telef olmuştur. Kaza merkezindeki evlerin % 80 i hasara uğramıştır.»

2. Şubat 1944 Ulus Gazetesi :

«Ankara'da yalnız Yenışehir ve Eski Ankara semtlerinde bazı binalarda çatlaklıklar tesbit olunmuştur. Bilhassa memurlar kooperatifi, Meydan Palas Otel, Demiryolları İşletme Müdürlüğü binası gibi yerlerde çatlaklar görülmüştür.» Yıkıntılar genellikle bağ evleri ile kenar mahallelerdeki tek katlı kerpic binalarda olmuştur.»

«Vilayetimiz çevresindeki cankayı ve bina hasar vaziyeti şöyledir, 106 ölü, 87 yaralı 837 ev, 10 dükkan tamamen yıkılmış 360 ev hasar görmüştür. Ölüler; Bitik nahiyesinde 2, Ayaş-Güdüllü nahiyesinde 9, Yerliköyünde 12, Çamlıdere köyünde 2, Beypazarı Sarayköyde 2, Köse köyünde 1, Yoğunpelit köyünde 60, Uruşta 5, Kızılcaşöğütte 2, Sipahiçiftliğinde 1, Üreğilde 5, Saray'da 1. Ençok yaralıda Yoğunpelitedir. 70 kişidir.

Ayaş-Güdüllü'de 47, Kızılcahamam-Peçenekte 152, Beypazarı-Yoğunpelitte 170, Uruşta 180 ev tamamen yıkılmıştır.

5. Şubat 1944 Ulus G.

«Vilayet dahilinde en fazla hasar Beypazarı'nda olmuştur. Kaza bölgesinde 85 ölü, 25 ağır yaralı, 75 hafif yaralı vardır. 5 i kaza merkezinde 635 ev tamamen yıkılmış 3073 ev oturulamayacak duruma gelmiştir. 1712 baş hayvan telef olmuştur. Kaza merkezinin evlerinin % 80 i hasar görmüştür.»

8. Şubat 1944 Ulus G.

«Vilayet hudutları içindeki deprem felaketzedelerine Vilayet U. meclisi 100.000, Belediye 10.000, Ticaret Odaları 20.000 lira bağışta bulunmuştur.»

10. Şubat 1944 Ulus G.

Ankara Vilayeti dahilindeki hasar durumu; 123 ölü, 157 yaralı, 1404 bina yıkılmış, 2018 binada ağır hasar görmüştür.»

19.4.1938 Kırşehir Depremi :

20. Şubat 1938 Ulus Gazetesi Deprem haberi;

«Ankara büyük bir korku geçirdi. Şehirde zelzeleden müteessir olan binalar oldu. Harbiye mektebi hastahanesinde, Ekonomi Bakanlığı binasında, Postane ile bir iki mektep ve Otel binalarının duvarlarında çatlaklıklar olmuştur. Zelzele şehirde çok şiddetli surette olduğundan bazı evlerde avizeler, lambalar, kitaplar devrilmiştir.»

«Ankara-Kayseri hattı üzerinde Lalahan istasyonunda bacalar yıkılmış ve çatlaklar husule gelmiştir.»

21.4.1938 Ulus G.

«Ankara'da vilayet binasının üst katı, Anafartalarda Belediye hesap İşleri Müdürlüğü ve Yenışehirdeki bazı evlerde hafif çatlaklar ve sıva dökülmeleri olmuş, Eskişehir kısmında ise birkaç evin bacaları yıkılmıştır.»

«Ankara kazalarında zelzele şiddetli olmuşsa da insan ve mal ziyatı olmamıştır.» Keskin, Doğanay ve Hasandede köylerinde evlerin % 98'i içerisinde barınamayacak hale gelmiştir.» Kırıkkale-Seyifli ve Cinali köylerinde bir hayli ev yıkılmıştır. Takazlı köyünde ise yıkılan evlerin altında birçok vatandaşımızın kaldığı tesbit edilmiştir.

Köyde şimdiye kadar 3 ölü ve 5 yaralı bulunduğu anlaşılmıştır.

26.4.1938 Ulus G.

«Ankara Keskin kazası ve 23 köyünde can ve mal kaybı olmuştur 4 ölü, 7 yaralı, 410 bina yıkılmış ve 591 bina hasar görmüş, 172 baş hayvan zayi olmuştur.»

20.4.1938 Cumhuriyet G.

«Alınan malumata göre, Ankara'da şehir ve kazalarında bazı binalarda ufak tefek çatlaklar husule gelmiş, bazı binalarda sıvalar dökülmüş ve bacalar yıkılmıştır. Nüfusca hiçbir zayıat yoktur.»

SONUÇ

Ankara yapı temel zemini yönünden 3 gruba ayrılmıştır. Bu zeminlerin ve üzerinde bulunan binaların deprem anındaki davranışları çok farklı olacaktır.

4. ncü derecede tehlikeli deprem bölgesinde yer alan aynı tip binaların, aynı grupta bulunan zeminler üzerinde bulunabilme olasılığıyla C = Deprem katsayısının değişimi 1 nolu tabloda görülmektedir. Bu da bina maliyetlerini aynı bölgede olmasına rağmen, ayrı ayrı etkilemektedir. Bu nedenle bilhassa yüksek katlı binaların, fabrika ve benzeri gibi ağır sanayi tesislerinin kurulacağı sahalarda mikro bölgeleme çalışmalarının yapılarak zeminin dinamik özelliklerinin belirlenmesi ve ona göre bina inşaatlarının projelendirilmesi gerekmektedir.

Ankara'nın deprem bölgesinde bulunması nedeniyle yönetmelik gereğince binaların projelendirilmesinde deprem hesabından dolayı, maliyette bir artışa sebep olduğu gerçektir. Fakat bu 10 kata kadar olan binalarda yapılan hesaplarda 4. ncü derecede tehlikeli deprem bölgeleri için kat sayısının getirdiği artımla, o bölgede ön görülen rüzgar hesabının getirdiği artım hemen hemen eşit olmaktadır.

Deprem Araştırma Enstitüsünde yapılan bir incelemeye göre (*) Ankara'da 10 katlı ve 400 m² alanı olan bir yapıya gelen rüzgar kuvvetinin yapının ağırlığının % 0.63-1.10'u kadar olabileceği, deprem kuvvetinin ise yönetmelik uyarınca % 2.1-3.0 arasında olabileceği görülmektedir. Deprem kuvveti ile rüzgar kuvveti arasındaki fark çok küçüktür. Diğer taraftan 10 katlı bir yapıda deprem katsayısının % 3 olması yapının taşıyıcı sistem maliyetini % 3.7, Deprem katsayısının % 2 olması maliyeti % 1 oranında artırmaktadır. (**) Yapıların taşıyıcı sistemlerinin maliyeti toplam maliyetlerinin hiçbir zaman % 50'sinden fazla olmadığı bilinmektedir. Bu durumda Ankara'da deprem hesabı yapılmasının yapının toplam maliyeti üzerinde yaptığı artış ortalama % 1.5 civarındadır. Bu maliyet artışı yapıların genellikle kabul edilen ekonomik ömrü olan 50 yıla bölünürse, yıllık maliyet artışı $0.015/50 = 0.0003$ yani onbinde 3 gibi bir miktara ulaşır. Bu ise yapıların yangın vb. karşı sigorta primlerinden bile küçük bir rakamdır. Böylece Ankara'nın deprem bölgesi olarak kabul edilmesi yapılara gelen yatay kuvvetlerde çok küçük bir artış yapmakta ayrıca bu artışın yapı maliyeti üzerindeki etkisi çok önemsiz bir düzeyde kalmaktadır.

Bu nedenledir ki kamu oyunda yanlış yorumlara neden olan, deprem bölgesine girmesi nedeniyle, kasten maliyet üzerinde büyük artımlara sebep olduğu söylenen spekülasyonlar fazla kazanma hürsünden başka bir şey değildir.

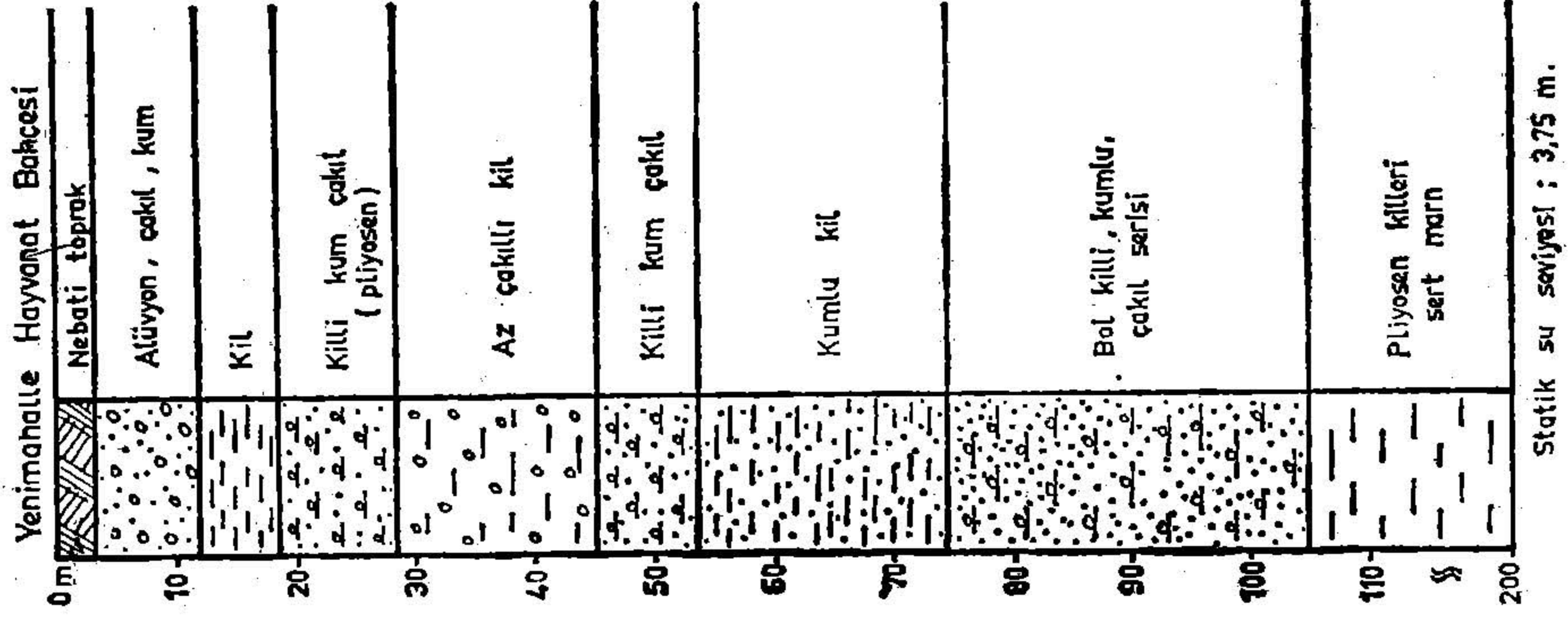
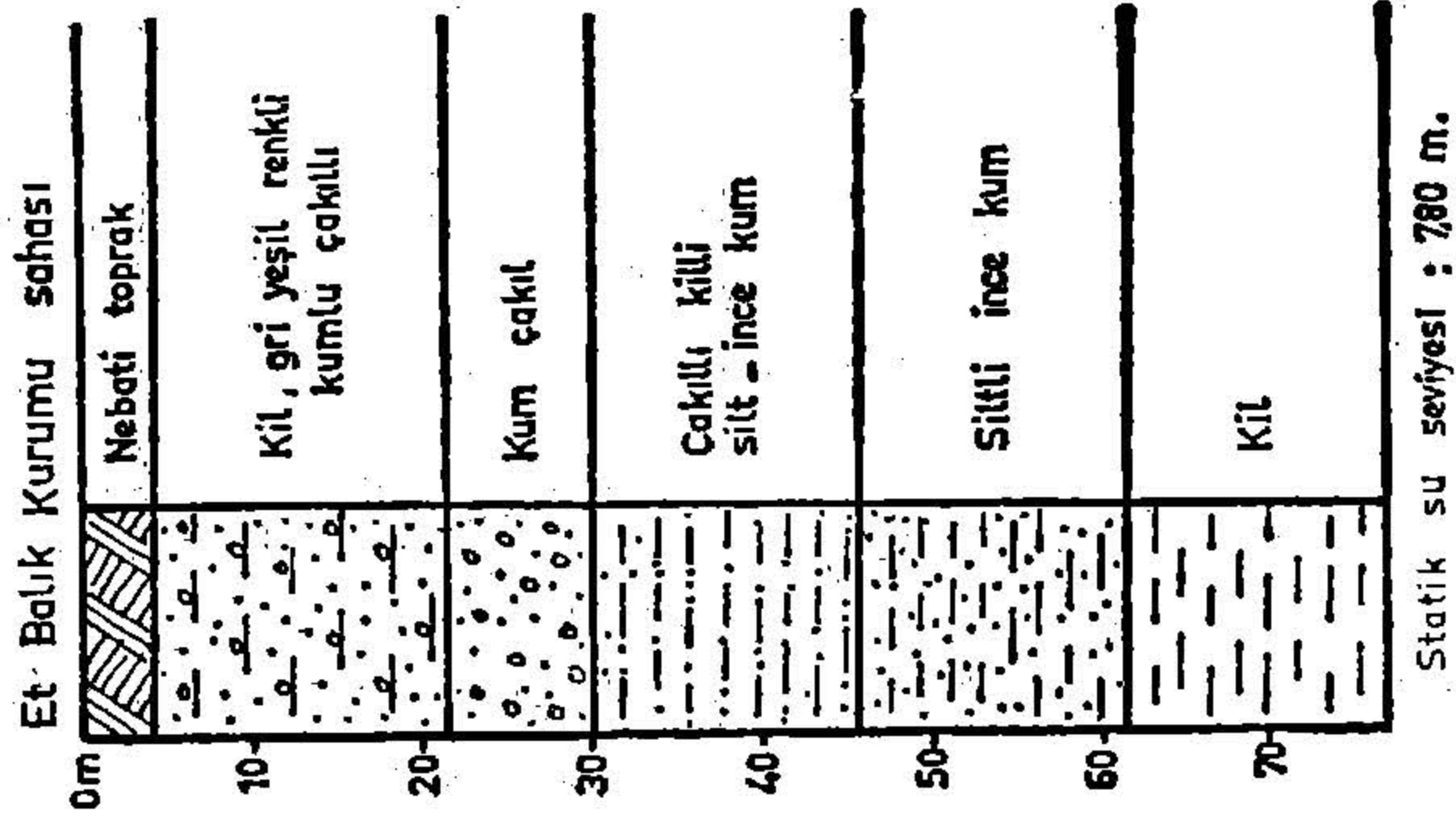
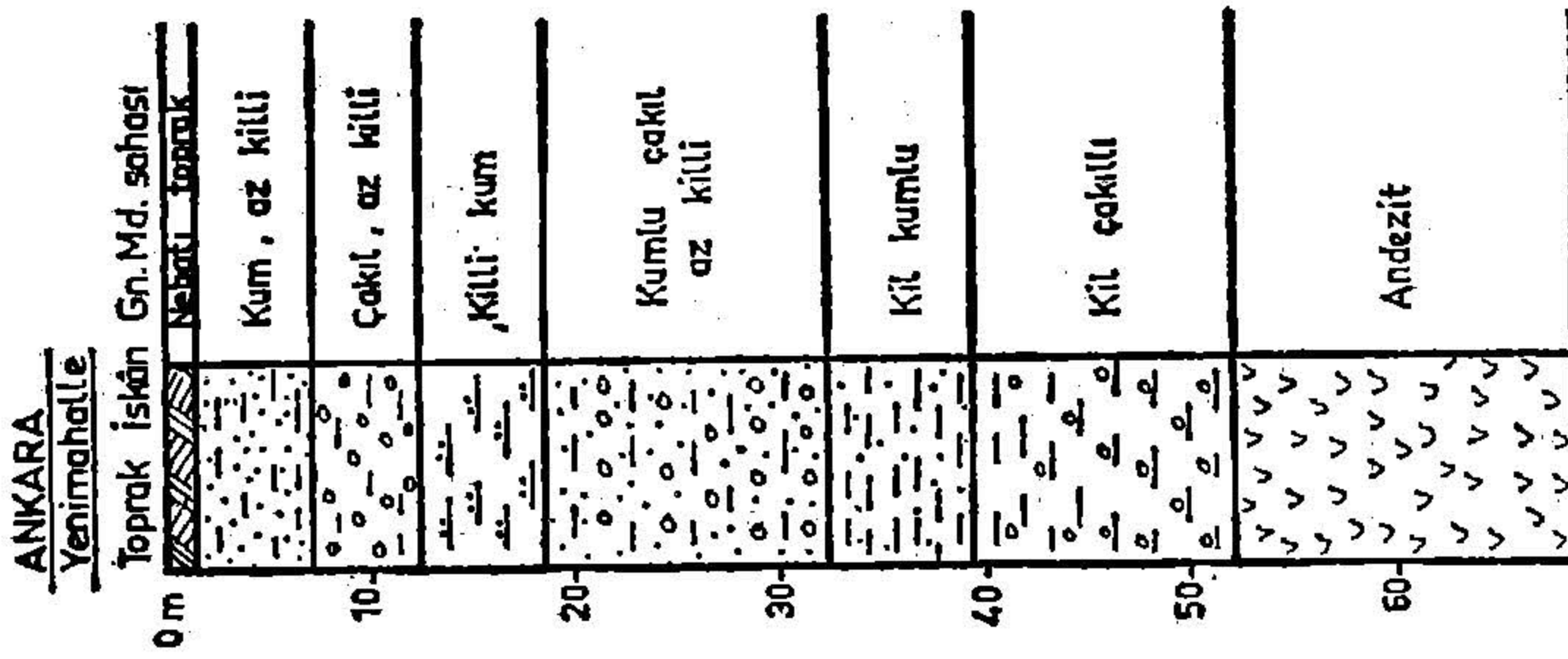
Ankara'nın civar deprem merkezlerinin tesirinde kaldığı ve hasar gördüğü bilinmektedir. Bugünkü yerleşim düzeni içinde, civarda oluşacak kuvvetli bir depremden daha fazla etkilenerek hasar göreceği açıktır. Ayrıca deprem anındaki can ve mal kaybının blâncosu, binaların ekonomik ömürleri boyunca deprem bölgesinde bulunması nedeniyle maliyete getirdiği artım yönünden hiç mukayese edilemeyecek kadar büyük olmaktadır.

Deprem haritalarının yapılışına esas teşkil eden Avrupa Sismoloji Komisyonunun önerdiği esaslar içinde yapılan çalışmalar neticesinde, Ankara, Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasında 4 ncü derecede tehlikeli deprem bölgesine alınmıştır. Ve yukarıda konumu anlatılan nedenlerle Ankara'nın deprem bölgesinde bulunmasının gereği de kendiliğinden ortaya çıkmaktadır.

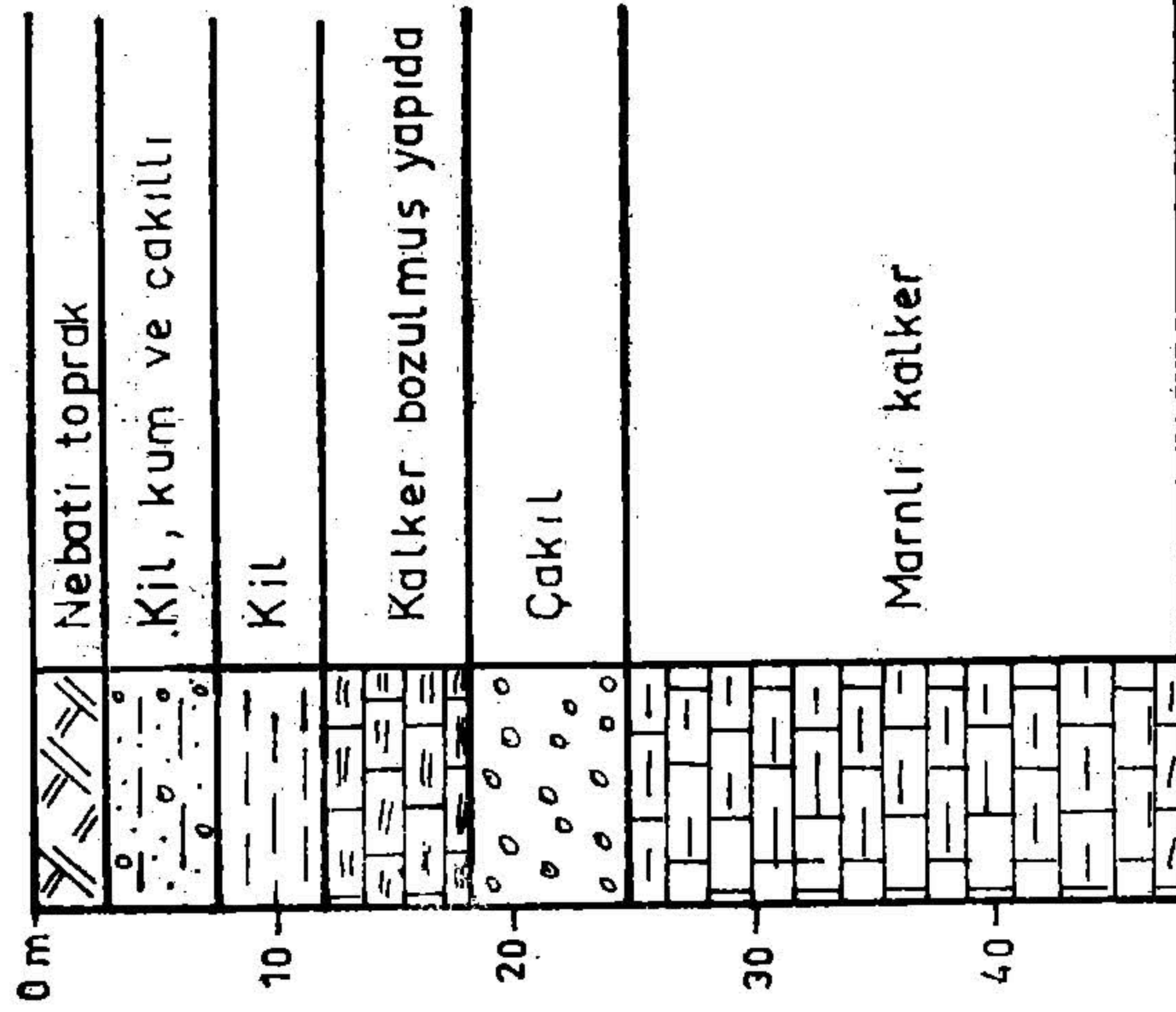
(*) «Deprem Bölgelerinde Rüzgar ve Deprem Yüklerinin Büyüklükleri ve Yapı Maliyetine Etkileri» Deprem Araştırma Enstitüsü, Ankara, 1976, Daire içi Rapor.

(**) M. İpek «Increase in Building Cost dueto Seismic Coefficient» CENTO Conference on Earthquake Hazard Minimization, Ankara, Turkey, July 22-27, 1968

Sondaj kuyu loğlarına ait şekiller!

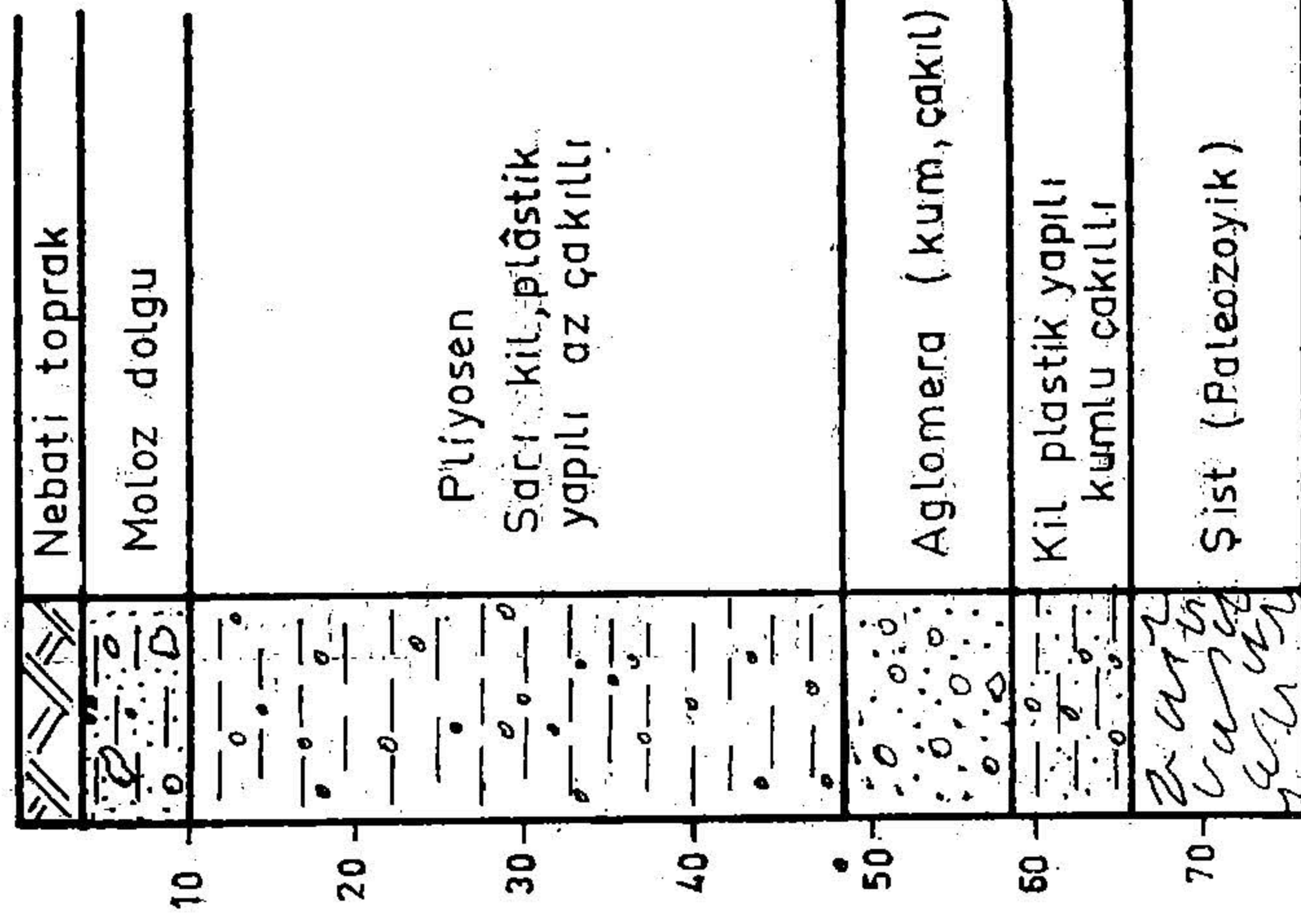


Garnizon K. Piyade
Eđitim sahası (Yıldırım Muk.)

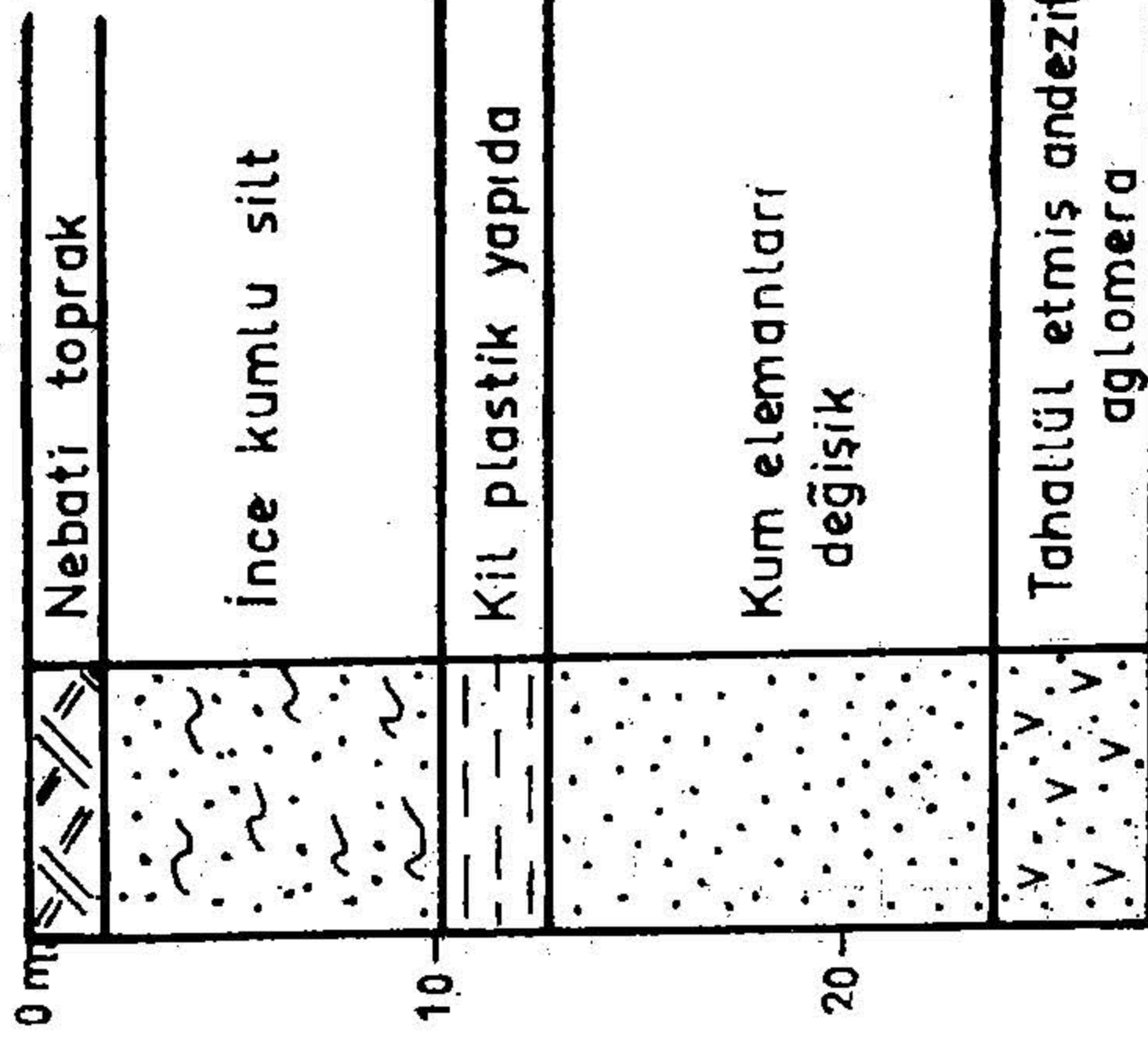


St. Seviye : 0.60 m

Altındağ Diskapı S. Sigorta
Hastahanesi sahası

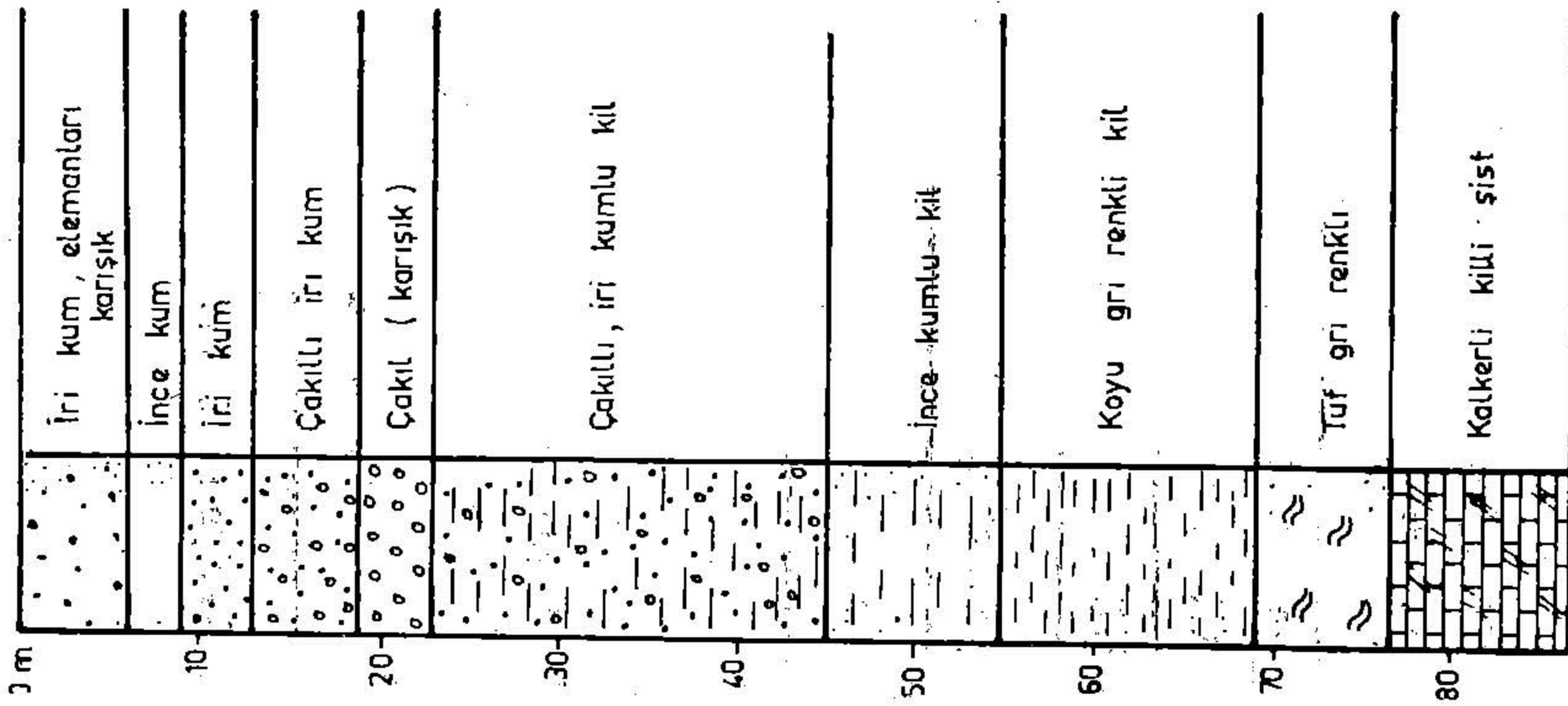


Ziraat Fakültesi
Sahası

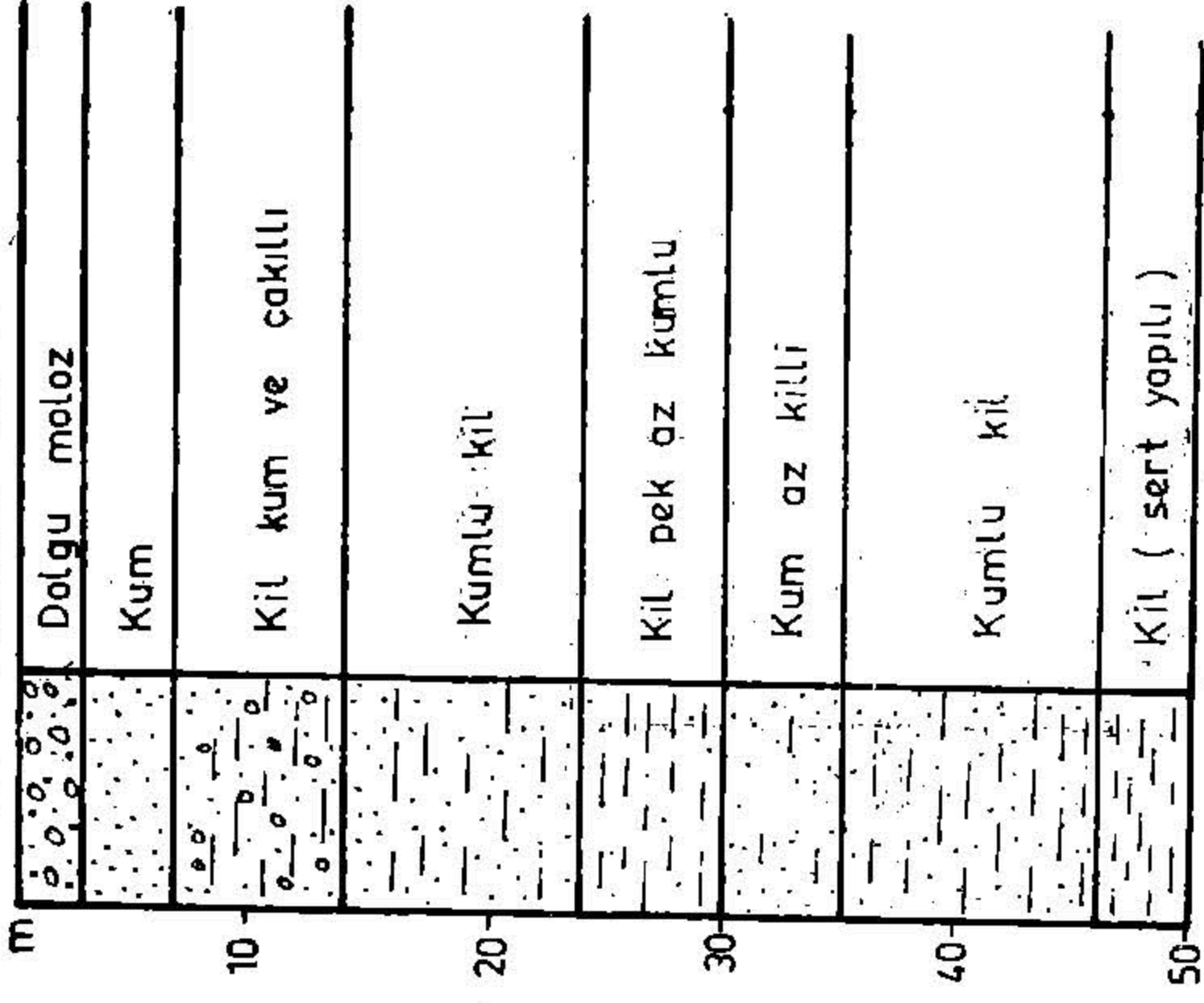


St. seviye : 9.20 m.

Etlük DSİ V Bölge Tesistleri

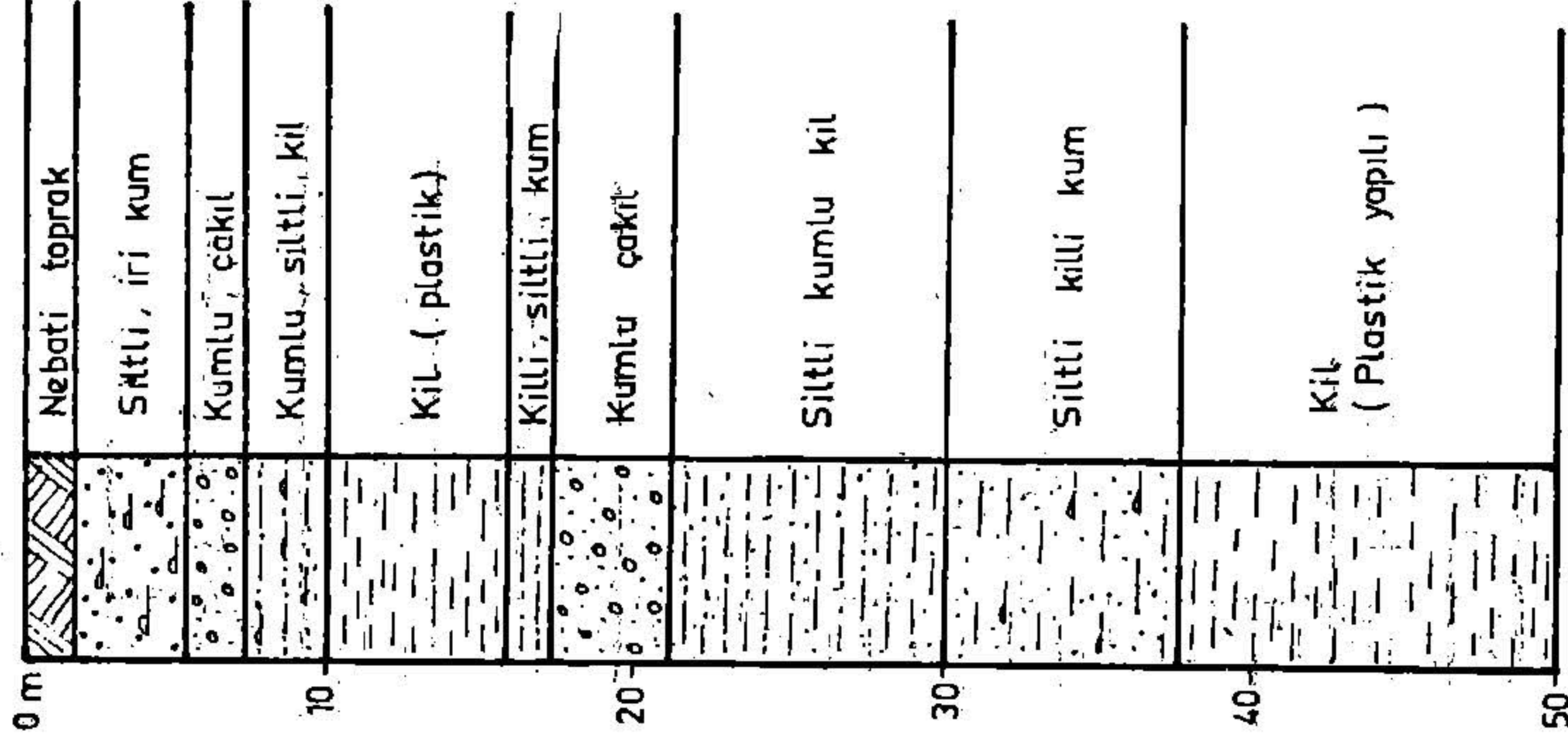


St Su seviyesi ; 4.90 m.

As. İkmal Merkezi Sahası
(Fen Fakültesi arkası)

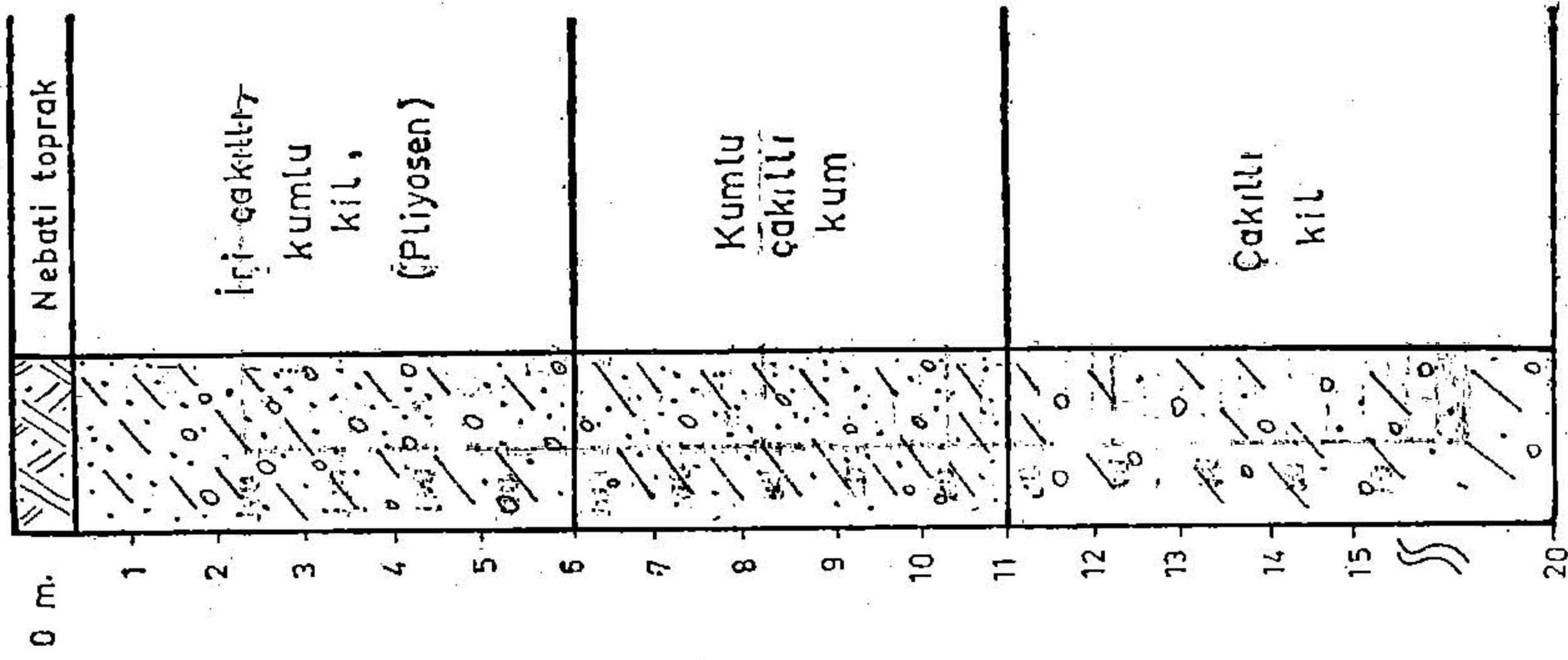
St. Seviye 6.30

Et kombinasi sahası

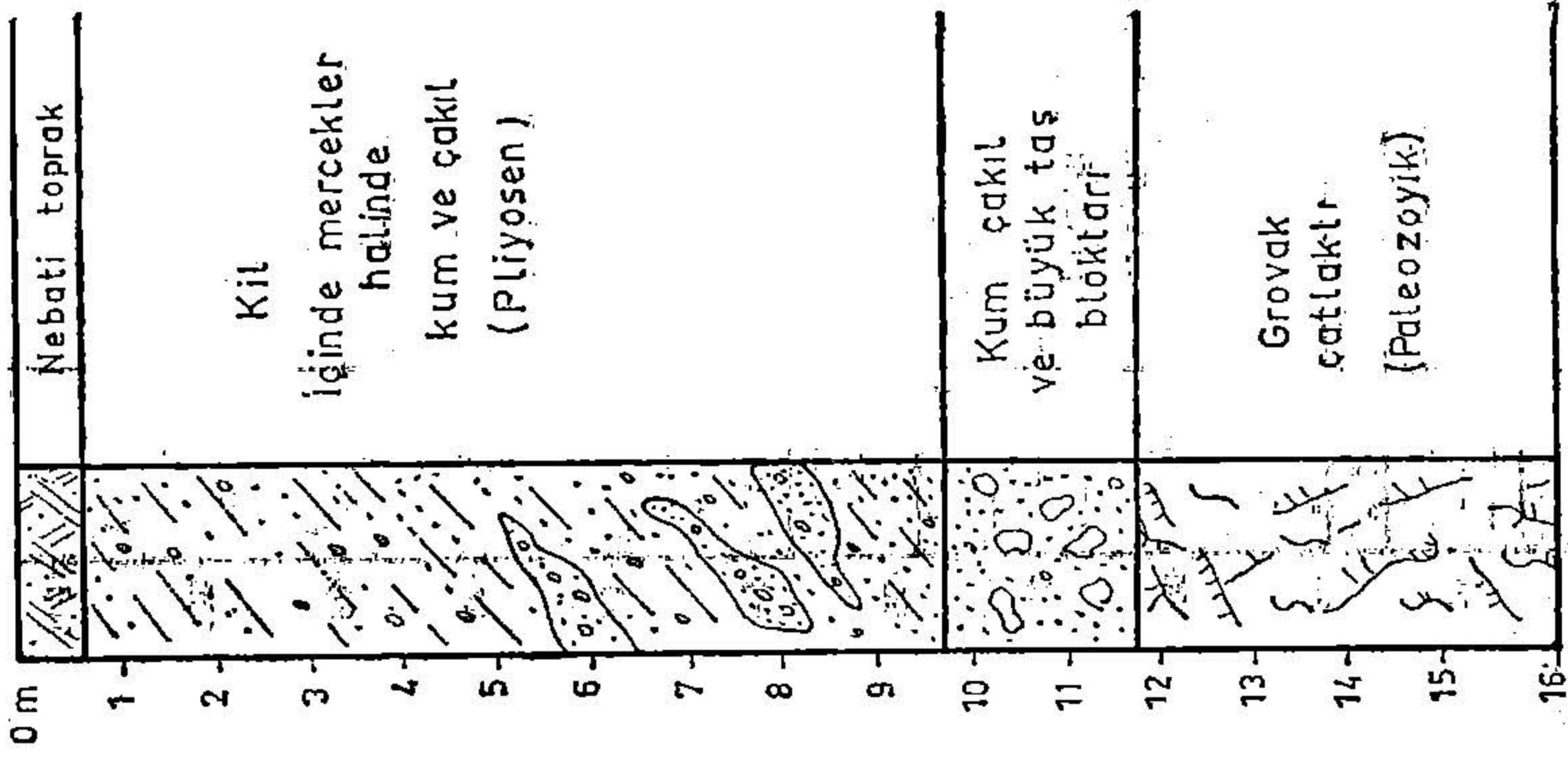


St. Seviye ; 17.35

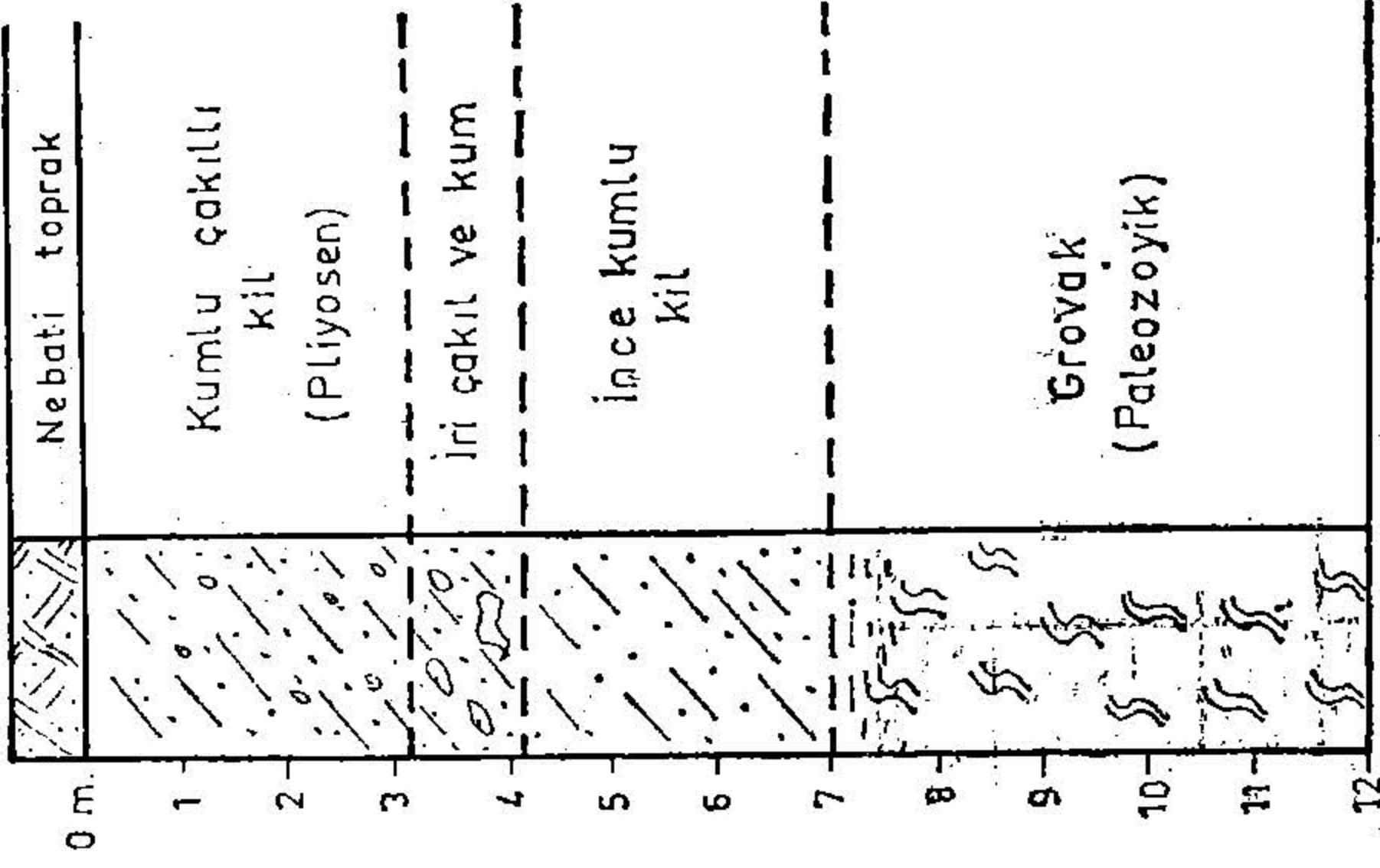
Akün Sineması sahası

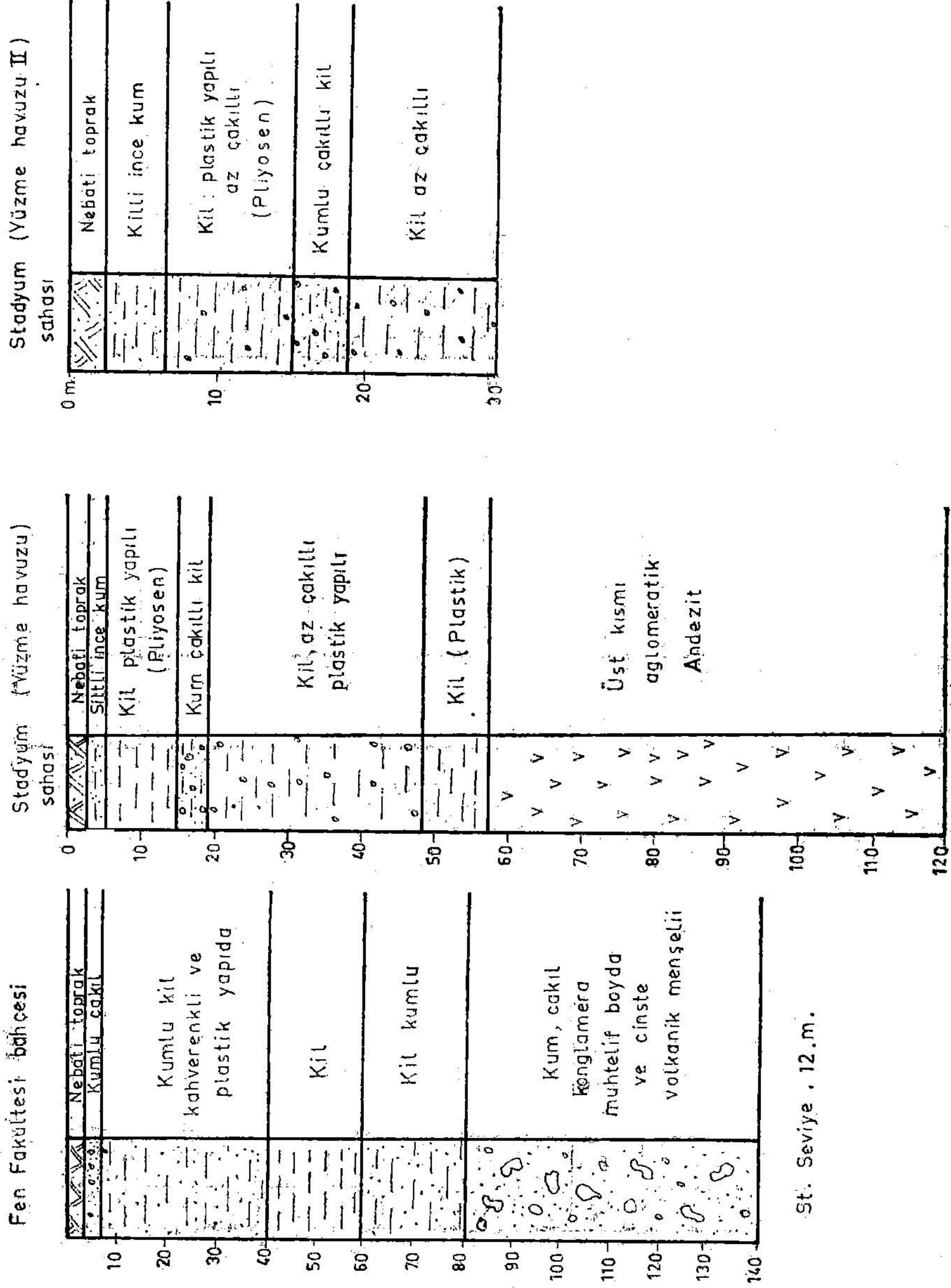


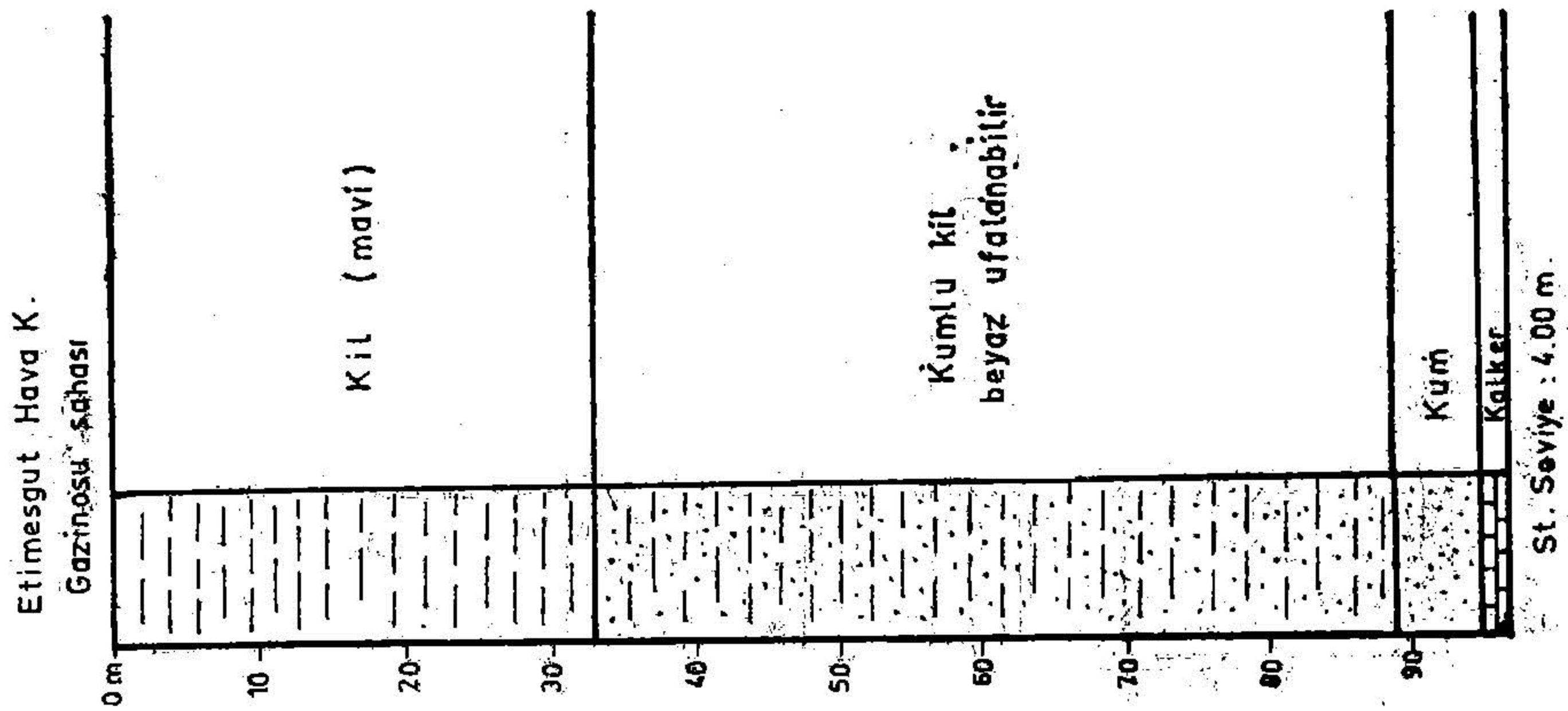
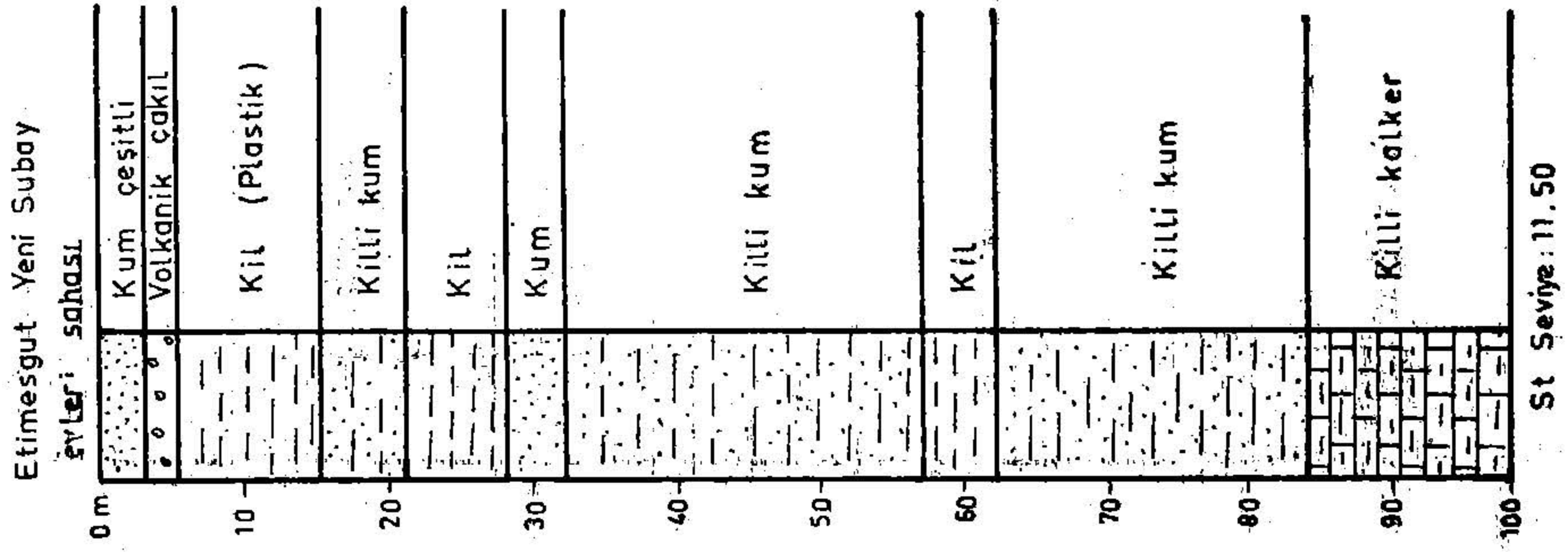
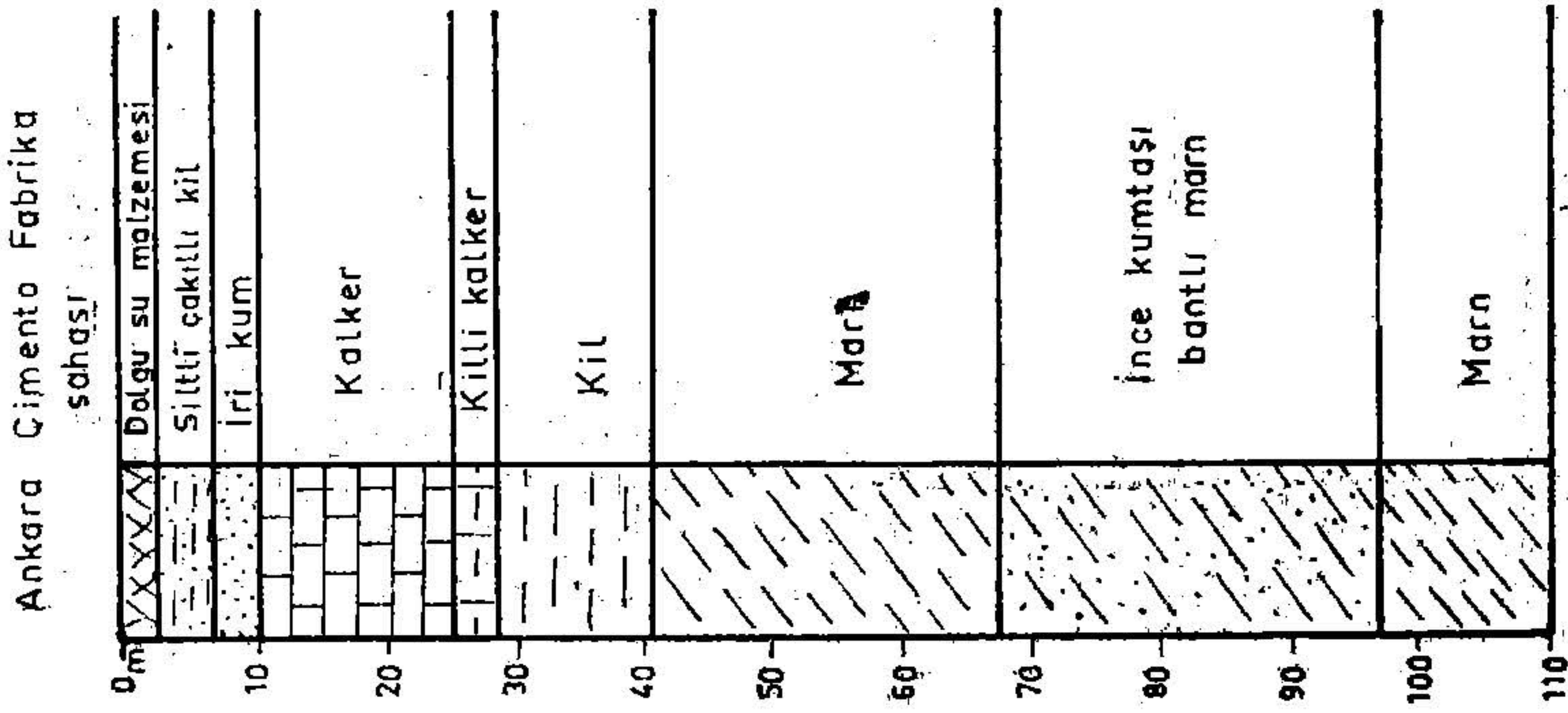
İ.İ. Bankası-Ga.Md. Binası sahası

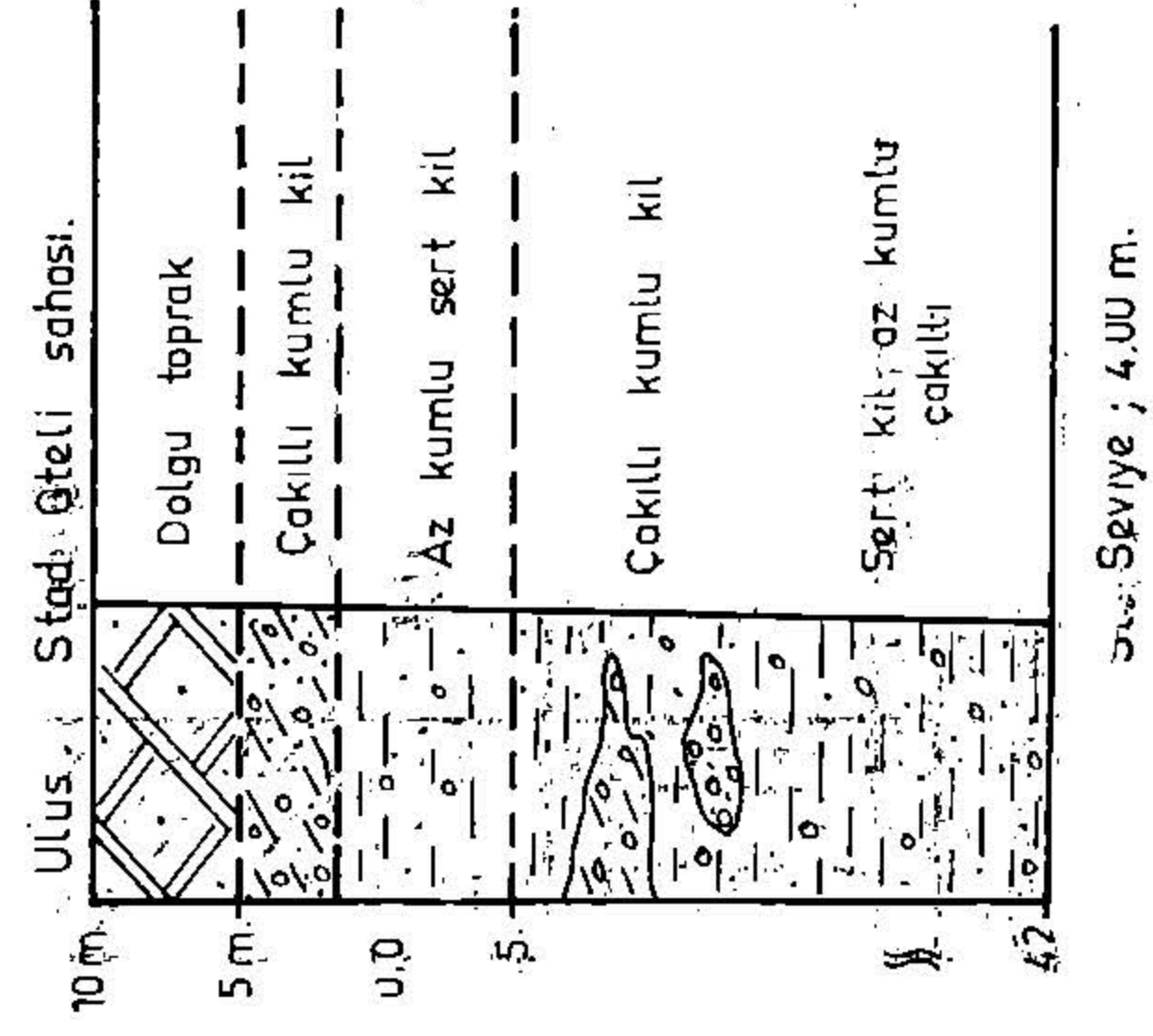
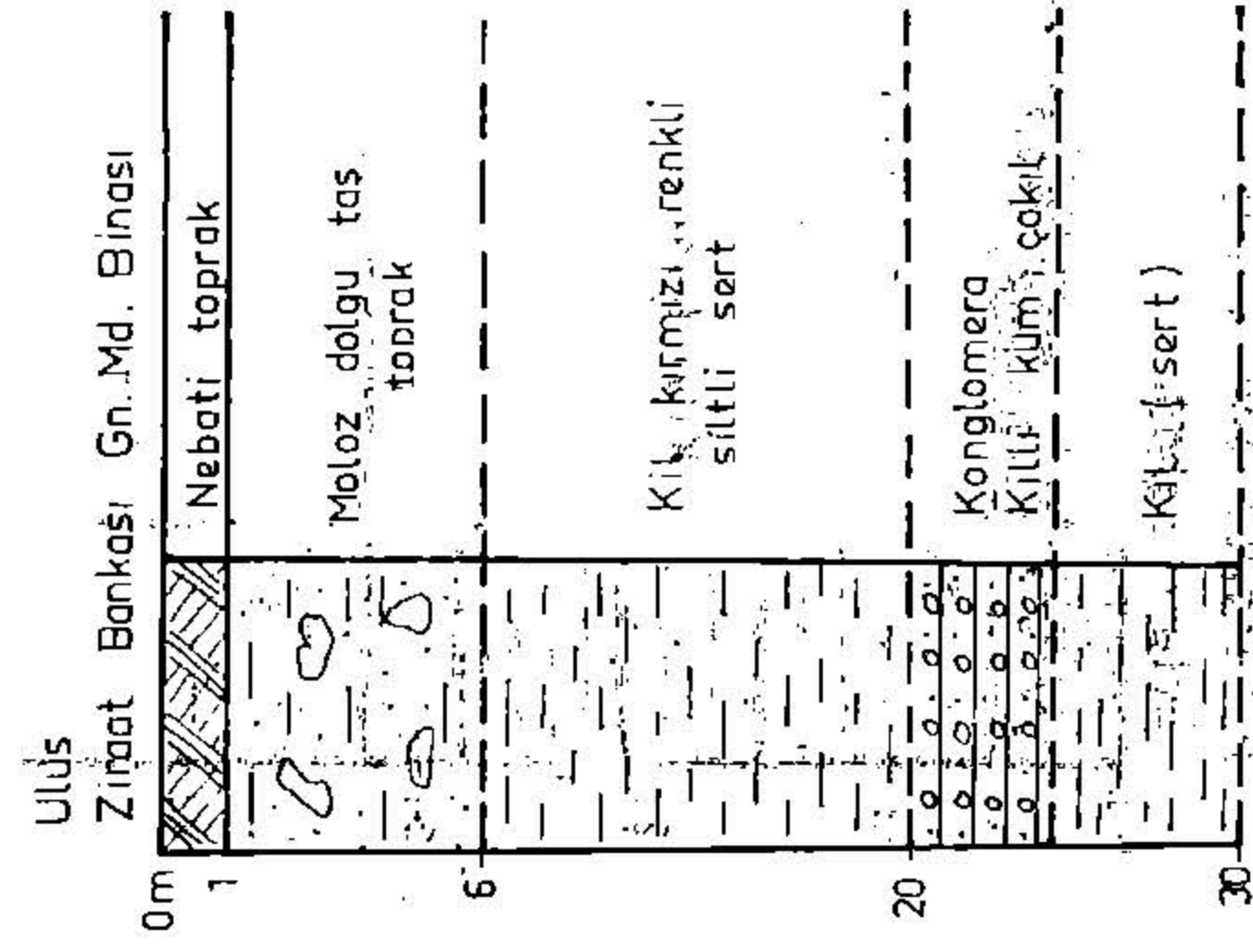
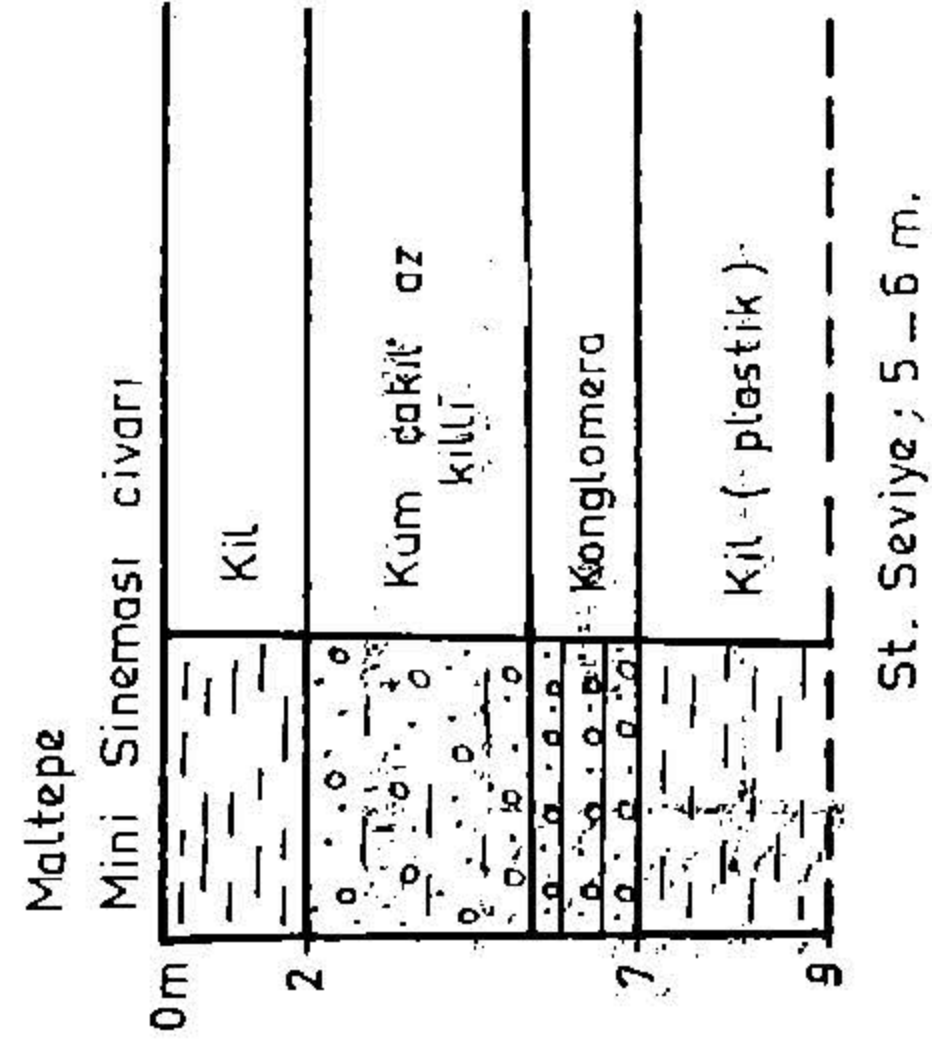
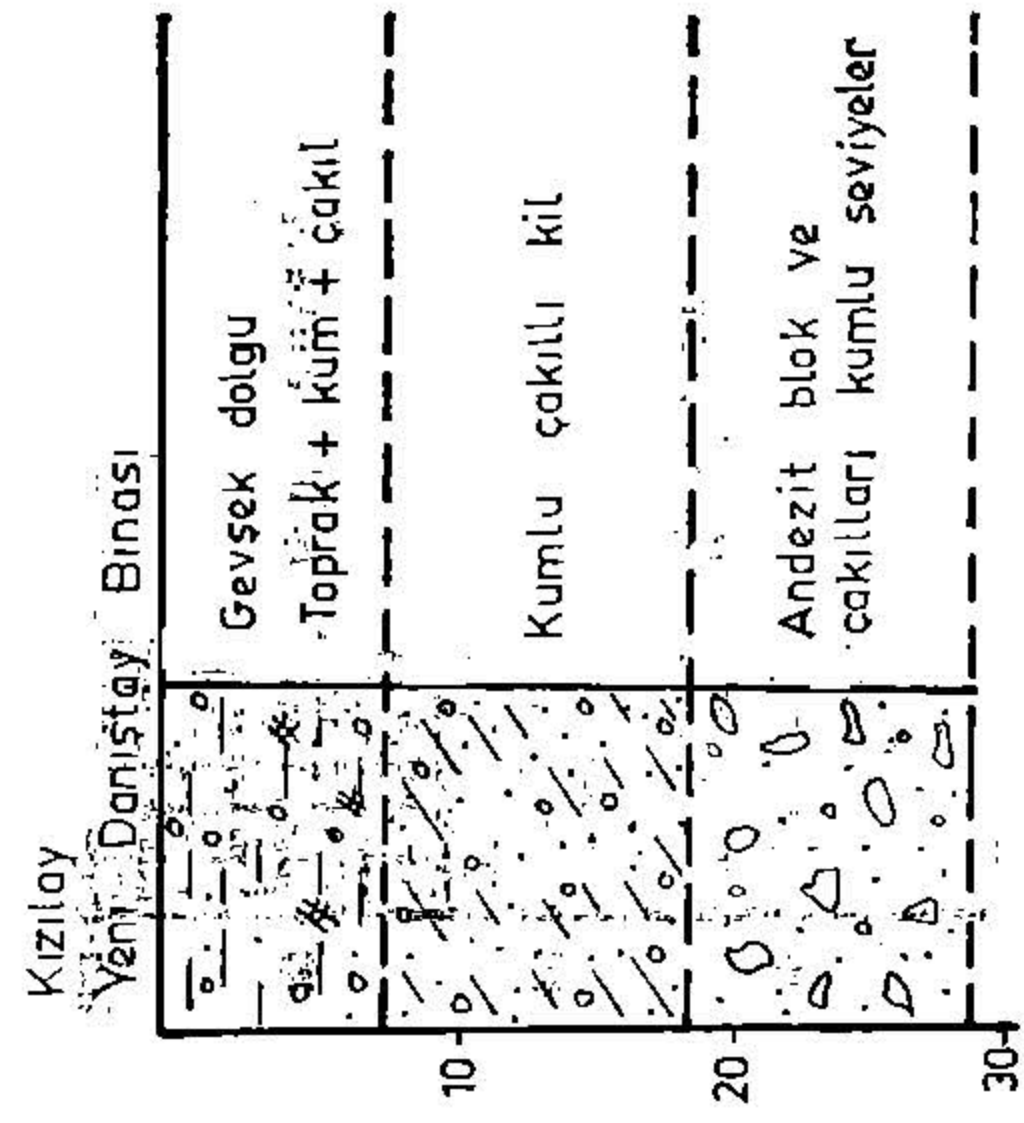
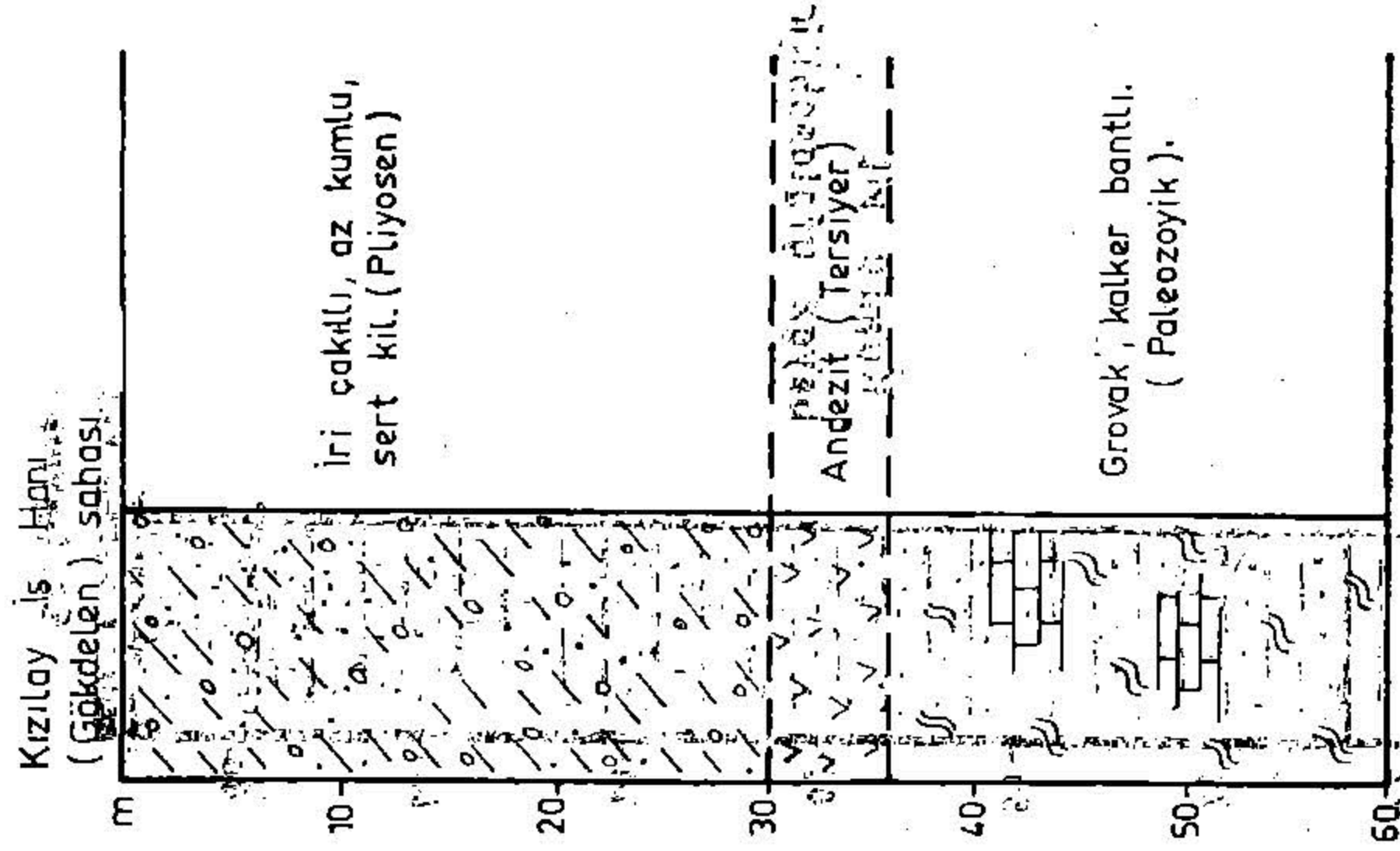


Ankara Oteli sahası

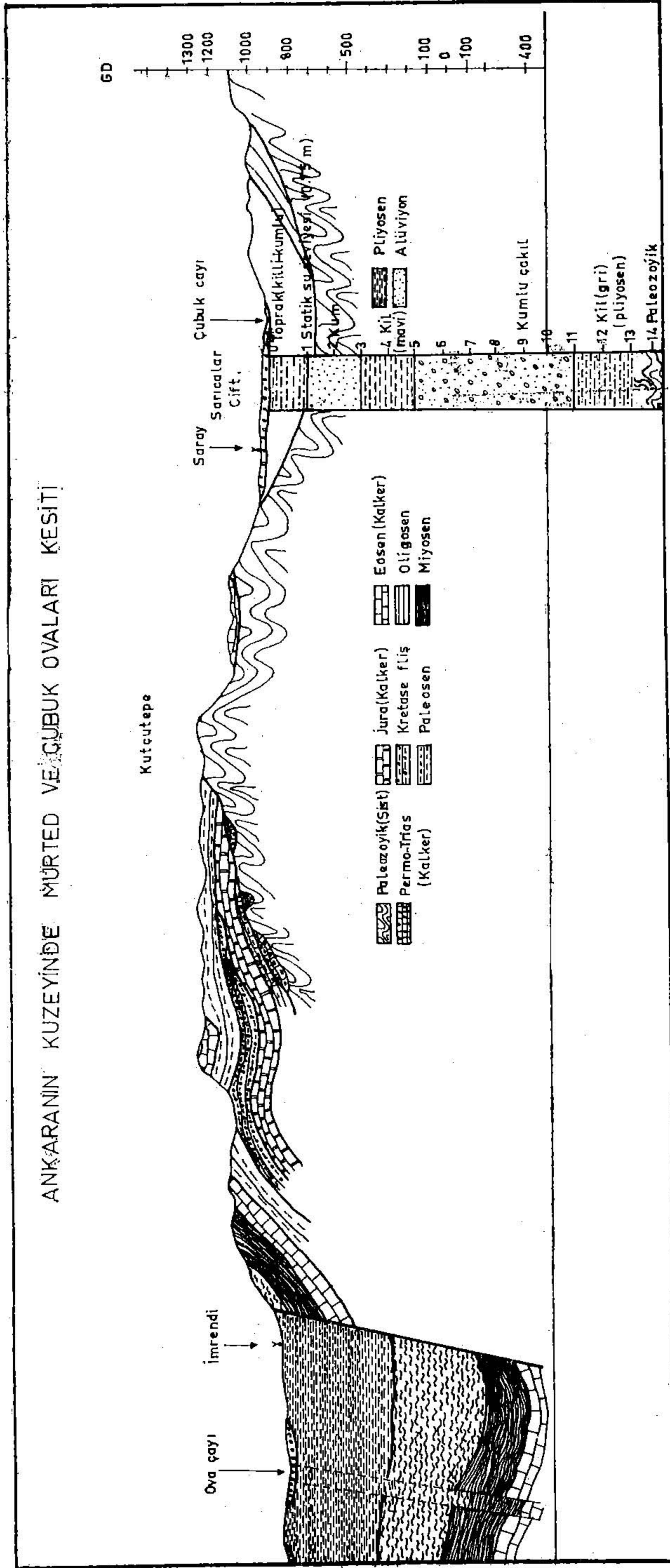


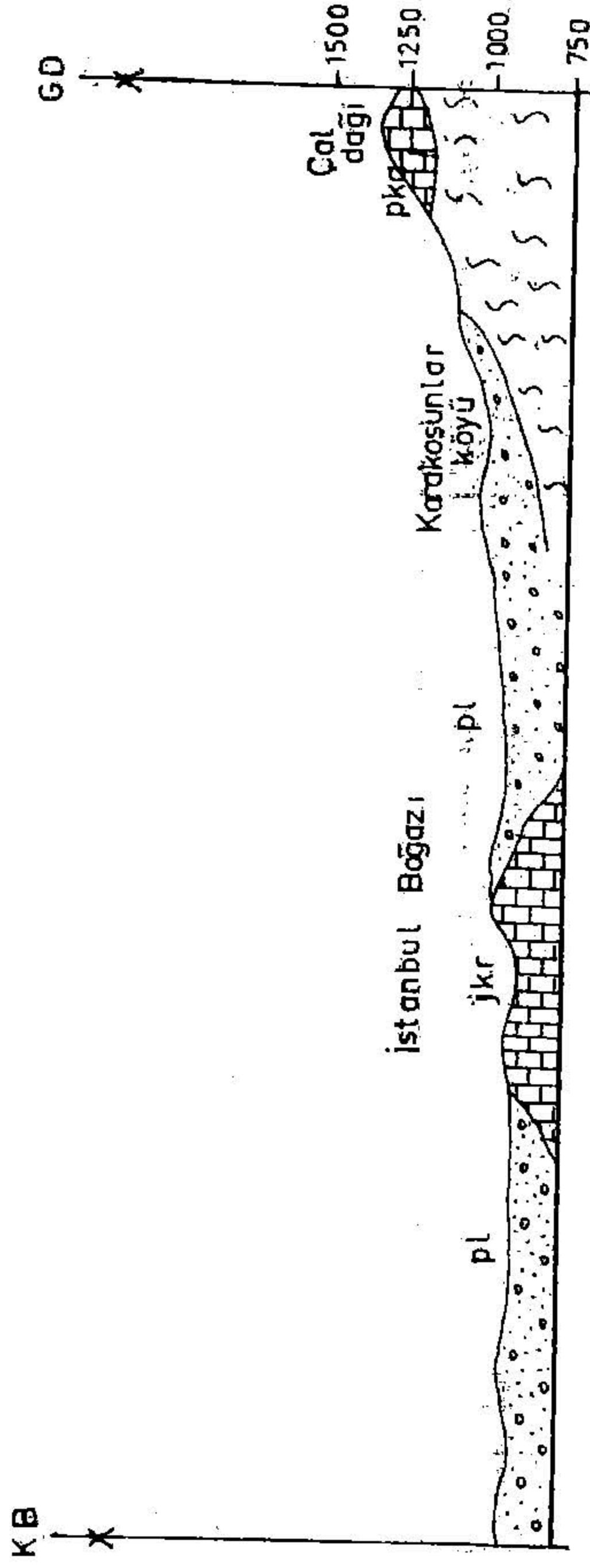




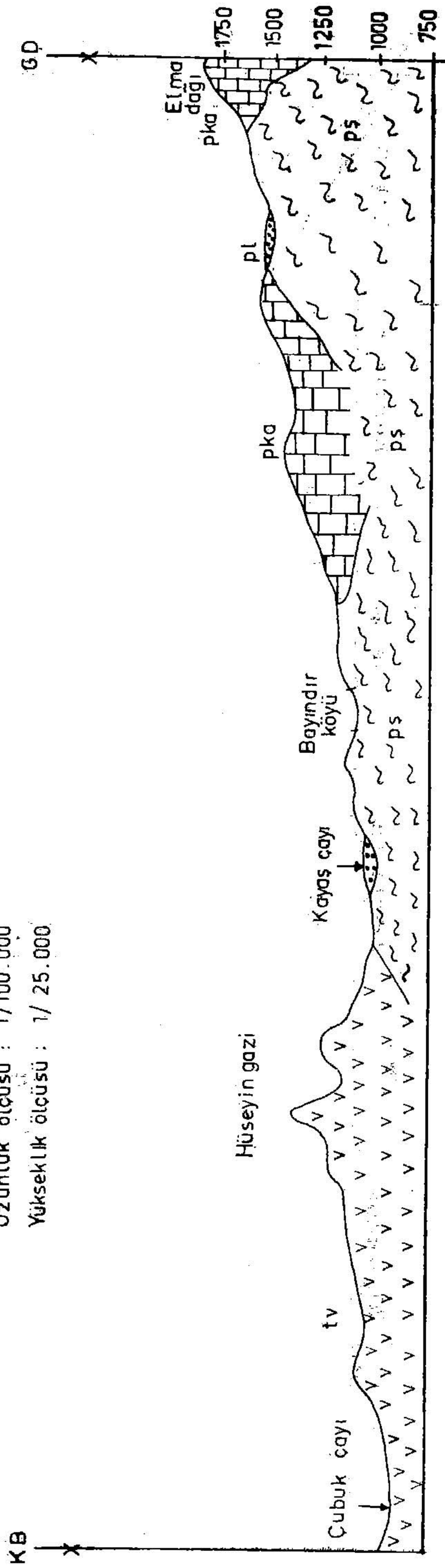


ANKARANIN KUZEYİNDE MÜRTEDE VE ÇUBUK OVALARI KESİTİ

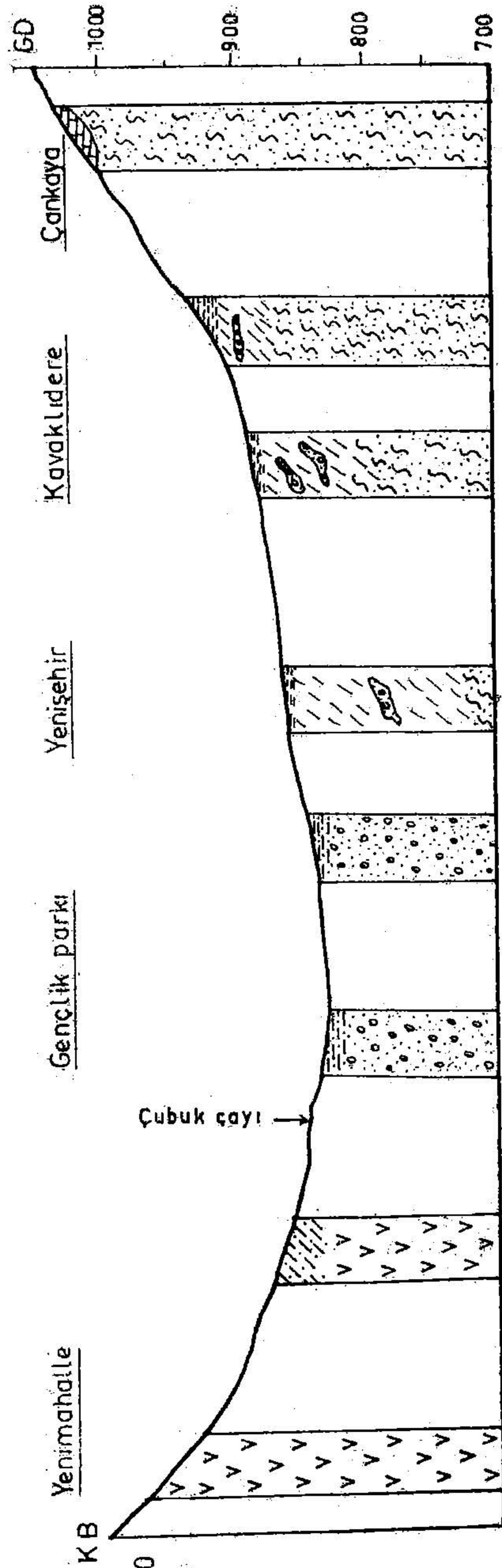




Uzunluk ölçüsü : 1/100.000
Yükseklik ölçüsü : 1/25.000



Ankara'nın Kuzeybatı-Güneydoğu yönünde jeolojik kesit (1-2)



Ölçek: 1/50.000
Uzunluk: 1/5000

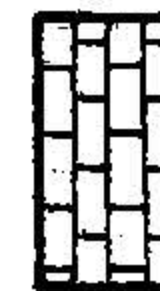
Tersiyer pliyosen
Çakıl-kum-bantlı kil



Paleozoyik
Grovak şist



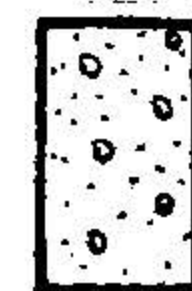
Paleozoyik
Kalker



Tersiyer
Volkanikler (Andezit ve tüfler)



Kuvaterner
Alüvyon (Çakıl-kum şilt)



Kuyu Loglarından sağlanan jeolojik kesit; (S) (kuzeybatı-Güneydoğu yönünde)

Tablo : 2 Episantr Dağılım

| No | Tarih | Koordinat N—E | Derinlik h | Magnitud M |
|----|------------|------------------|---------------|---------------|
| 1 | 9.8.1918 | 40.4-33.4 | 10 | 5.8 |
| 2 | 9.6.1919 | 40.7-33.9 | 10 | 5.0 |
| 3 | 3.10.1928 | 40.5-33.4 | 70 | 5.0 |
| 4 | 4.1ğ.1928 | 40.2-33.7 | 10 | 5.7 |
| 5 | 9.4.1930 | 39.7-34.0 | — | 4.6 |
| 6 | 26.5.1933 | 40.7-34.0 | 10 | 4.6 |
| 7 | 22.9.1936 | 41.0-33.3 | 60 | 4.8 |
| 8 | 19.4.1938 | 39.4-33.8 | 10 | 6.6 |
| 9 | 19.4.1938 | 39.6-33.9 | 30 | 5.0 |
| 10 | 14.5.1938 | 39.7-33.5 | 10 | 4.8 |
| 11 | 14.5.1938 | 39.5-33.7 | — | 4.7 |
| 12 | 28.5.1938 | 39.4-33.8 | 30 | 4.9 |
| 13 | 31.5.1938 | 40.9-33.7 | 10 | 4.9 |
| 14 | 31.5.1938 | 41.0-33.5 | — | 4.7 |
| 15 | 21.7.1938 | 39.6-33.7 | 10 | 5.0 |
| 16 | 23.12.1938 | 39.1-32.4 | 10 | 4.9 |
| 17 | 1.2.1940 | 41.0-33.0 | — | 4.9 |
| 18 | 11.10.1940 | 40.8-33.3 | 10 | 4.6 |
| 19 | 26.11.1943 | 41.0-33.7 | 10 | 7.2 |
| 20 | 27.11.1943 | 40.5-34.0 | — | 4.6 |
| 21 | 27.11.1943 | 40.5-34.0 | — | 4.8 |
| 22 | 27.11.1943 | 40.8-33.9 | 40 | 4.9 |
| 23 | 1.2.1944 | 40.8-32.2 | 10 | 7.2 |
| 24 | 10.2.1944 | 41.0-32.3 | 10 | 5.3 |
| 25 | 18.10.1944 | 40.9-33.5 | 10 | 5.2 |
| 26 | 21.1.1946 | 41.0-33.5 | 60 | 5.0 |
| 27 | 19.12.1947 | 40.7-32.8 | 10 | 5.1 |
| 28 | 13.5.1949 | 40.9-32.7 | 20 | 5.1 |
| 29 | 13.8.1951 | 40.9-32.9 | 10 | 6.9 |
| 30 | 14.8.1951 | 40.8-33.2 | 10 | 4.6 |
| 31 | 21.9.1957 | 40.7-34.0 | 40 | 5.1 |
| 32 | 21.5.1958 | 40.6-33.4 | 10 | 4.6 |
| 33 | 5.6.1959 | 40.8-32.2 | 40 | 4.2 |
| 34 | 3.6.1961 | 39.3-32.6 | 10 | 4.3 |
| 35 | 5.12.1961 | 40.6-32.6 | 10 | 4.2 |
| 36 | 27.2.1962 | 39.0-34.0 | — | 4.2 |
| 37 | 19.6.1964 | 40.7-32.8 | 33 | 4.6 |
| 38 | 20.1.1965 | 40.5-34.0 | 33 | 4.5 |
| 39 | 22.6.1967 | 40.8-33.9 | 17 | 4.2 |
| 40 | 22.6.1967 | 40.9-33.7 | 33 | 4.2 |
| 41 | 22.6.1967 | 40.8-33.6 | 13 | 4.3 |
| 42 | 23.6.1967 | 40.8-33.6 | 20 | 4.4 |
| 43 | 18.6.1968 | 40.0-33.1 | 33 | 4.2 |
| 44 | 11.2.1970 | 40.6-34.0 | 33 | 4.3 |

KAYNAKLAR

- 1) E. Chaput : Türkiyede jeolojik ve jeomorfolojenik Tetkik seyahatları İ.Ü. 1947 İSTANBUL
- 2) E. İlhan : Türkiye jeolojisi O.D.T.Ü. 1976 Ankara
- 3) O. Erol : Ankara Civarına ait jeolojik rapor, MTA arşivi 1964
- 4) E. Alsan, L. Tezuçan, M. Bâth : An Earthquake Catalogue for Turkey for The interval 1913-1970 Kandilli Ras. 1975 İSTANBUL.
- 5) E. Özand : Ankara Civarında Değişik Havzalarda yapılmış olan Hidro-jeolojik Etüdlere ait Raporlar Ank. Belediyesi yayınları, 1964 Ankara
- 6) K. Ergin, U. Güçlü, Z. Uz : Türkiye ve Civarının Deprem Kataloğu İ.T.Ü. 1967 İst.
- 7) N. Pınar, E. İlhan : Türkiye İzahlı Deprem Kataloğu Bayınd. Bakanlığı 1952 Ankara.
- 8) A. Aytun : Yapıların Doğal Titreşim Periyodlarının Deneysel Yolla Ölçümü; Türkiyede Deprem Sorunu ve Deprem Mühendisliği Sempozyumu O.D.T.Ü. 1972 Ankara
- 9) D.S.İ. 5 Bölge Baş Mühendisliğinin Sondaj loğları.
- 10) Ankara içindeki bazı yüksek binalara ait zemin etüd raporları.

PERDE DUVARLARI İLE ÇERÇEVELERİN KARŞILIKLI ETKİSİ

YAZANLAR :

F.R. Khan (*) ve J.A. Sbarounis (**)

ÇEVİRENLER :

P. Gülkan (***)

T. Wasti (***)

ÖZET :

Yanal kuvvetlerin ve bunların yarattığı etkilerin perdelerle takviye edilmiş yapılardaki yük taşıyan elemanlar arasındaki dağılımı, doğrudan doğruya projeye uygulanabilen bir yöntem ile elde edilmektedir. Bu yöntem aynı zamanda eksantrik yükleme veya simetri bulunmamasından ötürü ortaya çıkan çerçeve burulması, temel dönmesi veya perdenin herhangi bir kesitte plastik dönmesi, kolonların aksenal doğrultuda şekil değiştirmesi ve ara katlarda kesilen perde duvarları durumları için de geçerlidir. Kirişsiz döşeme ve kolonlardan oluşan çerçevelerde kiriş elemanı için döşeme genişliğinin ne kadar olması gerektiği sorusuna yaklaşık öneriler getirilmektedir. Proje mühendislerine çözümlemede yardımcı olacak tesir eğrileri verilmektedir.

GİRİŞ :

Çok katlı yapılarda perde duvarlarının çerçevelerle karşılıklı etkisi konusunda esaslı birçok çalışmalar yayınlanmıştır. (3, 4, 5, 6, 7, 8). Doğal olarak sözü geçen çalışmalarda yöntemler tasarıma uygulanabilmektedir, ancak bunlardan bazıları günlük proje bürosu işlemlerine pek uygun düşmeyen çözüm yollarına gerek göstermektedir. Buna rağmen söz konusu çözümleme yöntemleri elde edilen çözümlerin yapı elemanlarının bir açıklıktan diğerine veya bir kattan diğerine değiştiği veya kiriş ve kolon moment sıfır noktaları için her zaman yapılan varsayımların bu elemanların gerçek davranışını tam yansıtmadığı yapılar için genelleştirilebilmesi için başlangıç noktasını temsil etmektedir. Bu çalışmada sunulan sayısal çözüm, yapısal davranış veya yapısal konna dair çözümün belirli bir aşamasında geçerliği kontrol edilmeyen hiçbir basitleştirici varsayıma gerek göstermemektedir. Çözüm, bir sürgülü hesap cetveli veya küçük kapasiteli bilgisayar yardımı ile elde edilebilir. Aşağıda önerilecek yakınsak yaklaşım yöntemi, istenilen kesinlik elde edilinceye kadar

*** O.D.T.Ü. İnşaat Mühendislik Bölümü

*, **, ASCE Üyesi

sayıları artırılacak tekrarlamalar ile aranan hassasiyeti verecek bir çözüm yolu olmaktadır.

Sunulan yöntem rüzgar veya depremden oluşan yanal yükler için yapılan hesaplara uygulanabilir. Çoğu kez perde duvarları tüm yanal kuvvetlere göre boyutlandırılırken çerçevelerin yalnızca düşey yükleri aldığı varsayılmaktadır. Ancak çerçeveler ile perdeler arasında oluşan karşılıklı etki kuvvetleri daha ekonomik yapılara yol açabilir çünkü karşılaşılan birçok durumda kesin analiz yöntemleri ile yapılan hesaplar duvarlardaki donatının azaltılabileceğini göstermektedir. Diğer taraftan, rüzgar ve deprem gerilmelerinde izin verilen üçte birlik artış sayesinde çokkatlı yapıların birçok kesiminde artan iç kuvvetler çerçeve boyutları ve donatısı artırılmadan taşınılabilmektedir.

Son yıllardaki yapı yönetmelikleri depreme dayanıklı olarak projelendirilen yapıların şu iki görevi yerine getirmesi gerektiği kavramı paralelinde hazırlanmaktadır: (1) Hasar sık ve az şiddetli sarsıntılarda ancak yapısal olmayan (bölmeler, kaplamalar, boru su ve artık boruları gibi yapının toplam maliyetinin % 70 ini meydana getiren) kısımlarda toplanmalı ve (2) şiddetli sarsıntılarda ise taşıma gücünden birşey kaybetmeksizin büyük yanal deplasmanları karşılayacak kadar duktiliteye sahip olmalıdır. Bu yazıda sunulan bilgilerin ışığında mühendislerin daha doğru ve ekonomik donatı düzeni sağlamalarına yardımcı olunacağı umulmaktadır. Perde duvarları ile takviye edilmiş yapılardaki gerilme dağılımının daha iyi anlaşılması yanısıra titizlikle hazırlanmış tasarım ve detaylandırma yöntemleri (9, 10) sayesinde yukarıda tanımlanan (1) ve (2) sayılı amaçlara daha ekonomik yoldan erişmek mümkün olacaktır.

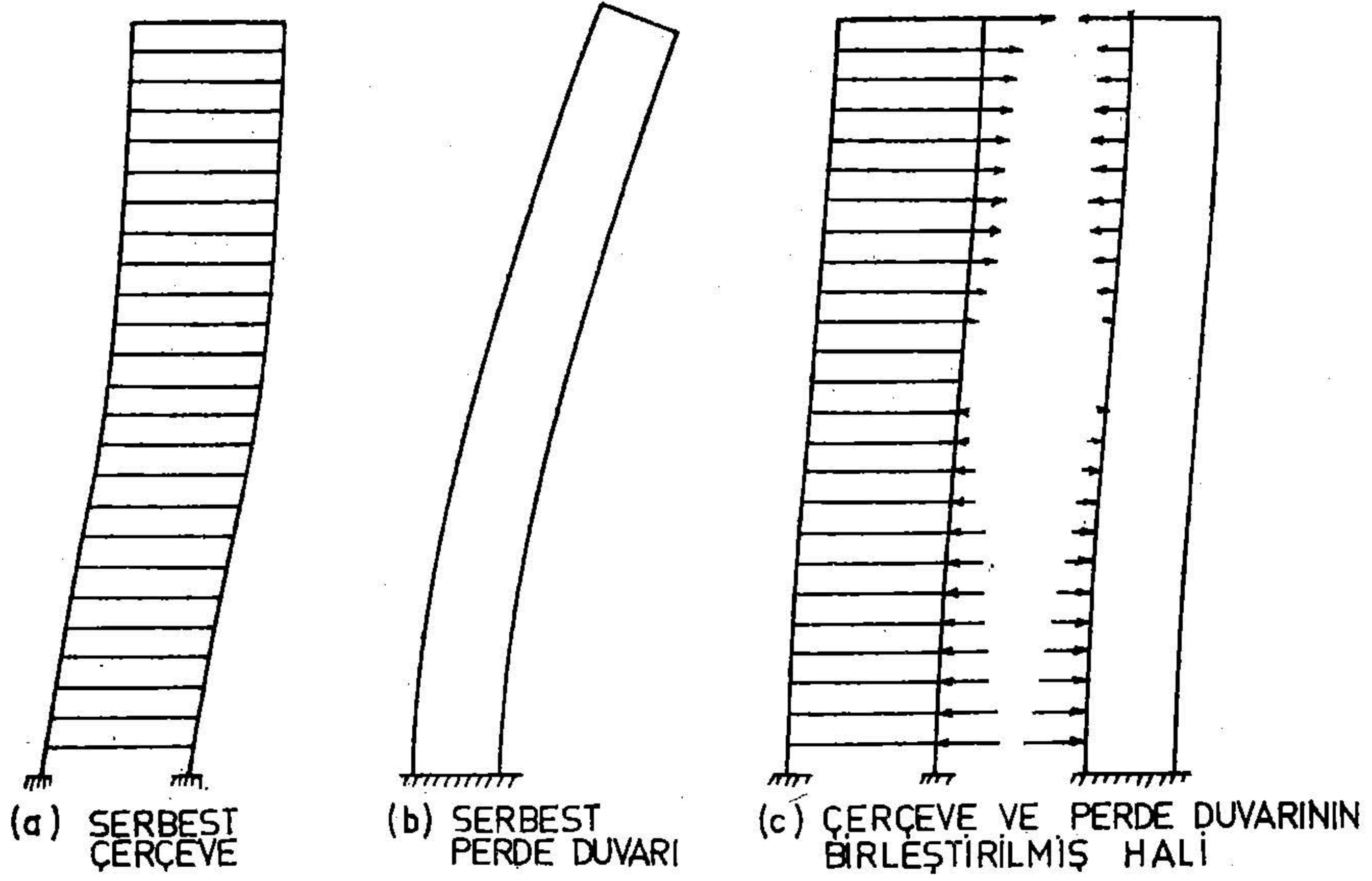
Perde duvarlı yapılar çoğu zaman kirişsiz düz döşeme sistemine sahip olarak yapılmaktadır. Bu nedenle döşeme-kolon sisteminin tüm yapısal taşıma gücü ve rijitliğe olan katkısını saptarken döşemenin bir kiriş elemanı olarak alınabilecek etkin genişliği hakkında yaklaşık veriler de sunulmaktadır.

Bu çalışmada verilen tesir eğrileri yük taşıyan iki sistemin karşılıklı etkisini belirlemek olduğu kadar tasarım amaçları ile de sunulmaktadır. Yapının farklı yerlerindeki rijitliğin az miktarda değişmesi yapının genel davranışına az etki yapmaktadır; bu nedenle tesir eğrilerinin projelendirmede kullanılmaları uygulamadaki birçok durum için yeterli doğrulukta sonuçlar verecektir.

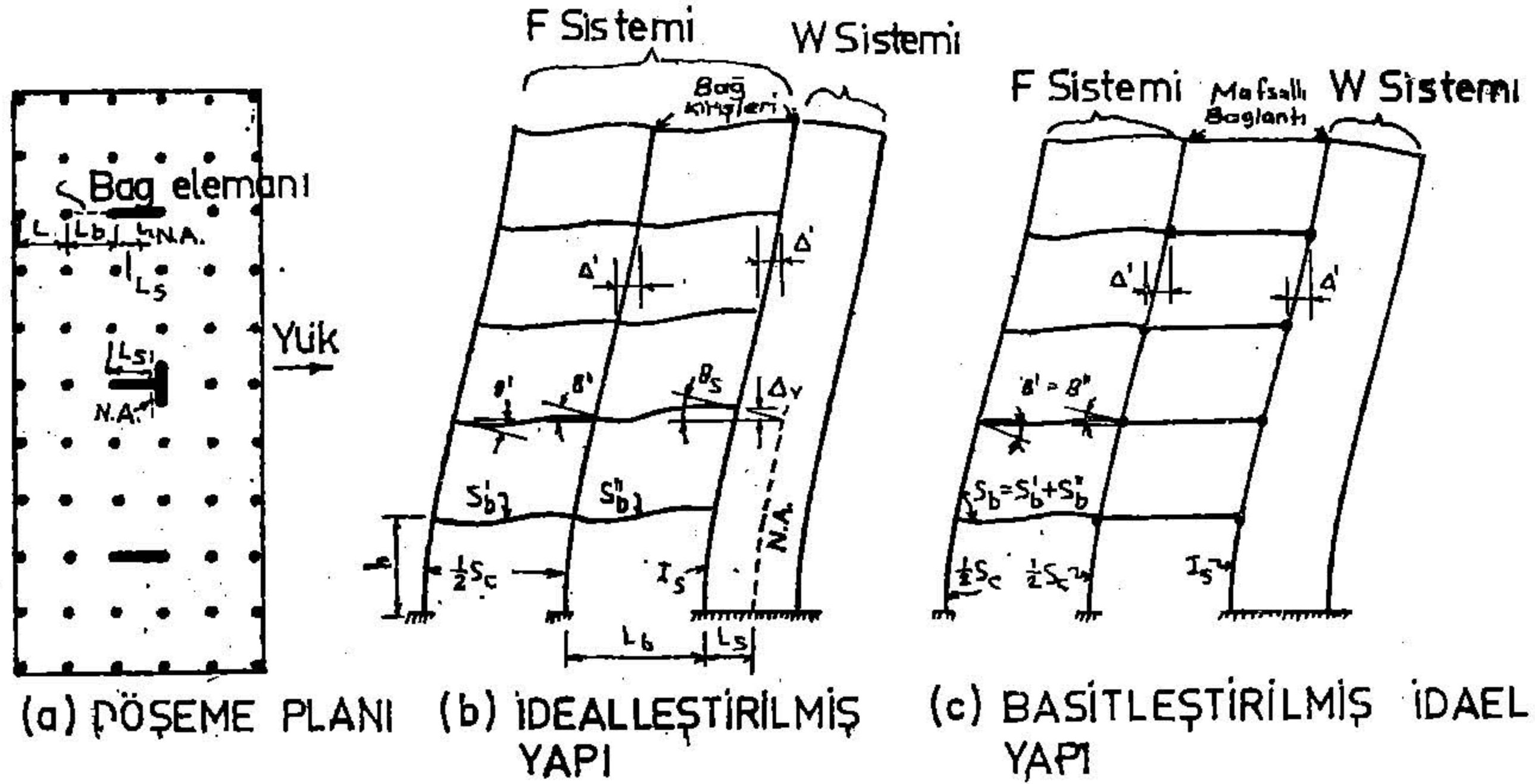
Bu yazıda kullanılan simgeler ilk kez kullanıldıklarında tanımlanmakta ve metin sonunda alfabetik sırada verilmektedir.

ÇÖZÜMLEME

Bir perde duvarı ile çerçevenin karşılıklı etkisi iki apayrı yapı biriminin yan yana getirilip bir yapı oluşturulduğu özel bir hiperstatik durumdur. Eğer çerçevenin tüm yanal yükü aldığı varsayılacak olursa, her kattaki toplam kesme kuvvetini karşılamak için kolon ve kirişlerde momentler oluşacak, buna karşılık devrilme tesirleri ikinci planda, çoğu zaman ihmal edilebilir mertebeden olacaktır. Yanal yükleri taşıyan bir çerçeve Şek. 1 (a) da gösterildiği biçimde deforme olacaktır. Döşemeler hemen hemen yatay kalacak buna karşılık düğüm noktaları dönecektir. Diğer taraftan tüm yanal yüklerin perde ta-



Şekil 1. TİPİK DEPLASMAN ŞEKİLLERİ



Şekil 2. İDAELLEŞTİRİLMİŞ TİPİK YAPI

rafından alındığı varsayılacak olursa, her katta oluşan eğilme momentleri o kattaki devrilme momentine eşit olacak ve Şek. 1 (b) de gösterilen elastik eğri bir konsol kirişinkine benzeyecektir.

Bir yapıda hem çerçeve hem de perde duvarı bulunduğu takdirde bunların her biri diğerinin serbest deforme olmuş şeklini almasını önleyecek, bunun sonucunda da aralarında yeni bir iç kuvvet dağılımı meydana gelecektir. Şekil 1 (c) de gösterildiği gibi üst katlarda çerçeve perdeyi önleyecek, diğer bir deyimle geriye çekecek, buna karşılık alt katlarda bunun tersi olacaktır.

Eğer yapı önce bir çerçeve ve bir de perde duvarı olarak ikiye ayrılır, daha sonra da bütün yapısal kurallar yerine getirilecek biçimde bir araya getirilirse iki sistemin çelişen fiziksel özellikleri bağdaştırılabilir. Aşağıda bu yöntemin ayrıntılı bir tanımı verilmektedir.

Çözümleme Kavram ve Yöntemi — Çözümleme iki aşamada yapılmaktadır. Plan görünümü Şek. 2 (a) da verilen bir yapının çözümlenmesinin birinci aşamasında her katta perdelerin ve çerçevenin elastik eğrilerinin ve bunlara gelen yanıl yük dağılımının saptanması gerekmektedir. Bu amaçla yapı Şek. 2 (b) de gösterildiği gibi şu şekilde iki ayrı sisteme ayrılır :

«W» (Duvar) Sistemi — Bu sistem bir veya daha fazla duvardan oluşur ve herhangi bir konumda bulunabilir. Duvarların hepsi veya bazıları yapının tüm yüksekliği boyunca bulunabilir. Bu sistemin herhangi bir kattaki atalet momenti, şekil veya büyüklüğü gözönüne alınmaksızın o kattaki bütün duvarların atalet momentlerinin toplamına eşittir. Duvarların şekil ve büyüklüğü W sisteminin tarafsız ekseninden uç lifine olan ortalama mesafesi L_s yi hesaplarırken gözönüne alınmalıdır.

Yüksek çokkatlı yapılardaki bağlantılı perde duvarları çoğu kez eşdeğer rijitliğe sahip tek bir duvar ile temsil olunabilir (II).

«F» (Çerçeve) Sistemi : — W nin dışında kalan ve bütün kolon, kiriş ve bağlantı kirişi ve döşemeleri içeren tüm çerçeveler bu sistemin içine girer. Çerçeveyi duvara bağlayan (bağ) kirişleri de F sistemi içindedir. Sırasıyla a, b « S_c, S_b', S_b'' » ile gösterilen kolon, kiriş ve «bağ» kiriş rijitlikleri yapıdaki bu tip elemanların rijitliklerinin toplamıdır. F sistemindeki «bağ» kiriş uzunluğu L_b , eğer yapıdaki bu çeşit uzunlukların hepsi aynı mertebedense «bağ» kiriş boylarının ortalaması olarak alınabilir.

İlk bakışta bu yöntem, yük taşıyan çerçeve elemanlarının rijitliklerindeki yerel farklılıkları ihmal ettiğinden ötürü aşırı bir basitleştirme olarak görülebilir. Ancak çözümlemenin ilk aşamasında θ', θ'' ve Δ_v için bulunacak ortalama değerler iki sistem arasındaki kuvvetlerin dağılımı için kabul edilebilir yakınlıkta sonuçlar verecektir. Yine aynı şekilde her katta hesaplanan yanıl deplasman da yeterli olacaktır. Burada, yanıl kuvvet dağılımı ve yanıl deplasman değerlerinin değişik amaçlarla hesaplandığını belirtmek yerinde olacaktır. Yanıl kuvvet dağılımı proje mühendisine yanıl yükleri taşımada perde duvarlarının ne derecede etkin olduğunu gösterecektir. Proje mühendisi bu bilgi sayesinde daha ekonomik bir yapı elde etmek için perdelerin boyut veya rijitliğini değiştirme yoluna gidebilir. Buna karşı yapı deplasman değerleri daha sonra belirleneceği gibi hesapların ikinci aşamasında gereklidir.

Bir çok durumda bir adım daha ileriye giderek aynı derecede geçerli ikinci bir varsayım yapılabilir ve «bağ» kirişlerinin rijitlikleri eğilmeye çalışan diğer elemanları ile toplanabilir (Şek. 2 (c)) :

$$S_b = S_b' + S_b'' \dots \dots \dots (1)$$

Bu durumda iki sistem ancak yanıl kuvvet iletebilen elemanlarla bağlanmış olacaktır Doğal olarak L_b ve L_s değerlerinin bulunmasına gerek kalmamaktadır. Bir kaç yapı hesabından edinilen tecrübeyle Şek. 2 (b) veya Şek. 2 (c) de gösterilen ideal yapı sistemleri için bulunan değerlerin proje mühen-

disi açısından hemen hemen aynı olduğu saptanmıştır. Aşağıda çıkarılacak denklemler genel durumu gösteren Şek. 2 (b) yi ele almaktadır. Bu genel durumdan proje bürosu için önerilen Şek. 2 (c) deki basitleştirilmiş ideal yapı çözümü kolaylıkla elde edilebilir.

Şekil 2 (b) veya 2 (c) de verilen sistemlerin çözümü aşağıda verilen ardışık yaklaşım ile yapılmaktadır. Ardışık çözümün sonunda yapıyı oluşturan bitişik sistemlerin yerel deplasmanları bulunmakta, bunun sonucu olarak ta her düzey kolon dizisi ayrı bir yük taşıyan sistem olarak ele alınabilmektedir. Herhangi bir kolon dizisindeki yük taşıyan elemanlar çerçeve veya çerçeve ile perde duvarından oluşan sistem meydana getirebilir. Çözümlemenin ikinci aşaması yapının geri kalan kısmından ayrılmış bu çerçeve açıklıklarının, bütün yapı için ardışık çözümden elde edilen deplasman değerlerine maruz bırakılması ile yerine getirilmektedir. Kolon ve «bağ» kirişlerinin değerleri bilinen bu deplasmanlardan dolayı gelen ankastrelik momentleri Cross metodu ile kolayca dengelenebilir. Böylelikle yerel redör farklarından oluşan yerel moment ve kesme kuvveti tesirleri gözönüne alınmış olmaktadır.

Analizin Birinci Aşaması : Ardışık Çözüm : — Yapının tüm olarak dengesi aşağıdaki koşulların sağlanmasını gerektirmektedir.

- a) W sistemi ile F sistemi için deplasmanlar aynı katlarda aynı olmalıdır.
- b) F sistemini W sistemine bağlayan «bağ» kirişleri, W sistemine bağlandıkları noktalarda aynen bu sistemin dönme ve düzey ötelenme değerlerine sahip olmalıdır.
- c) W sisteminde oluşan yatay kesme kuvveti V_w ile F sisteminde oluşan yatay kesme kuvvetlerinin toplamı her kattaki toplam dış kesme kuvveti V_t ye eşit olmalıdır.

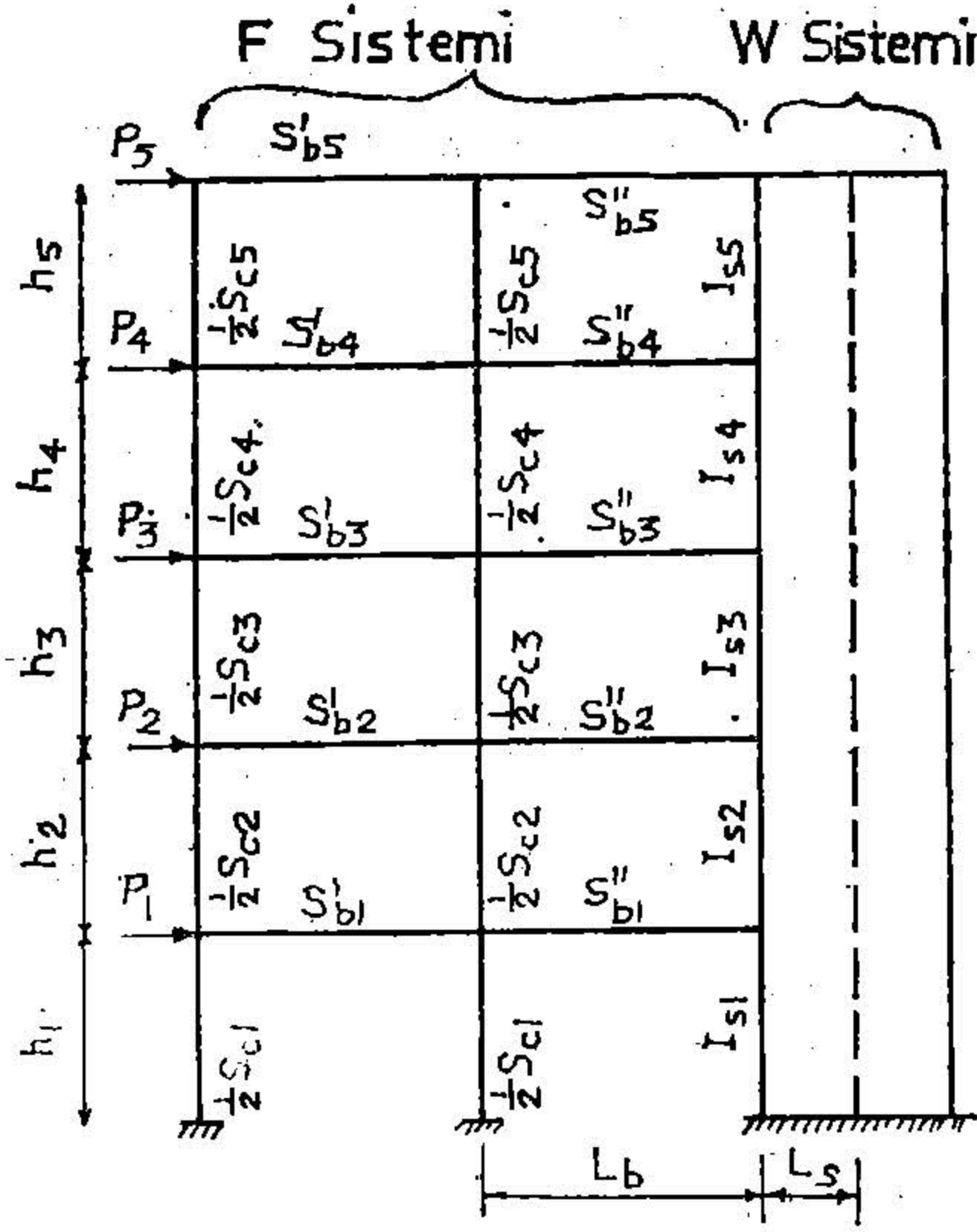
Geometrik uyum ve denge için gerekli olan ve yukarıda belirtilen bu koşullar aşağıda belirtilen şu analiz adımlarında gerçekleştirilebilir :

1. İdealleştirilmiş yapı için hesaplanan toplam dış yükler (rüzgar veya deprem) her kat seviyesinde W sistemine uygulanır. [Şek. 3 (a)]. Herhangi bir sayısal çözüm yöntemi veya moment-alan kuramı [fiktif kiriş] ile W sisteminin her kat seviyesindeki eğimi ve deplasmanı bulunur [Şek. 3 (b)]. W sisteminin bağlantı noktalarının düzey ötelenmesi, her kattaki eğimin duvar tarafsız ekseninden bağlantı noktasına olan mesafe ile çarpımından elde edilir.

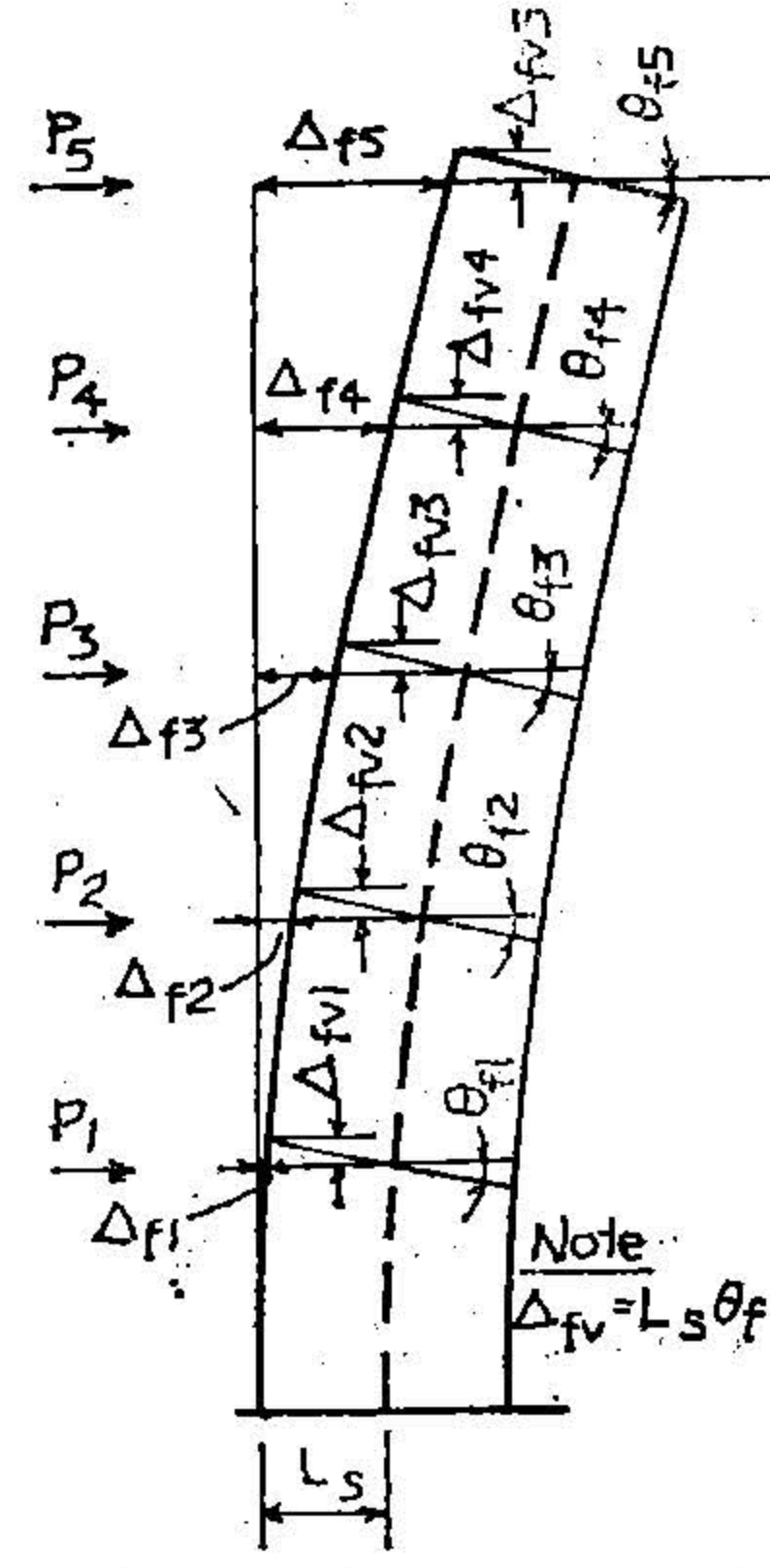
$$\Delta_{fv} = L_s \theta_f \dots \dots \dots (2)$$

Şunuda belirtmeliyizki, temel dönmesi, bütün katlardaki dönmeleri temel dönmesi kadar artırarak ve her kattaki yanal deplasmanları temel dönmesinin o katın temelden yüksekliği ile çarpımı kadar çoğaltarak kolaylıkla gözönüne alınabilir. Herhangi bir «i» katının serbest yatay deplasmanı, dönmesi ve düzey deplasmanı sırasıyla Δ_{fi} , θ_{fi} ve Δ_{fvi} simgeleriyle tanımlanmaktadır. Bir üst kattaki deplasman $\Delta_f(i+1)$, bir alt kattaki deplasman da $\Delta_f(i-1)$ ile gösterilmektedir. W sistemindeki perde duvarının boyutları bunu gerektiriyorsa, hesaplanan yanal deplasmanlara kayma gerilmelerinin katkısı da katılmalıdır.

2. Böylelikle iterasyonun birinci devri tamamlanmış olmaktadır. Deplasman yapmış konum hakkında doğru sonuca daha çabuk varmak için Şek. 32-38

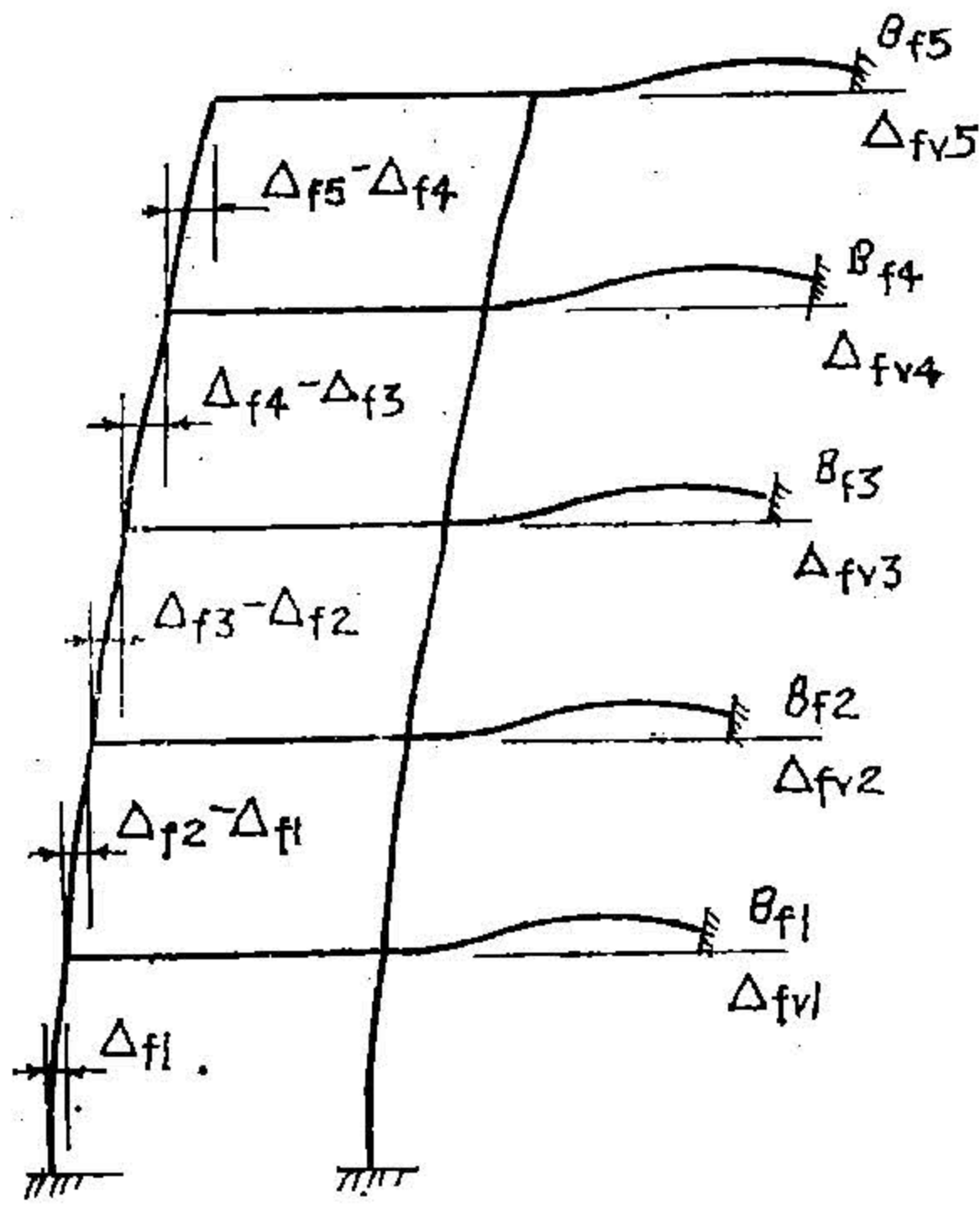


(a) İDEALLEŞTİRİLMİŞ YAPI

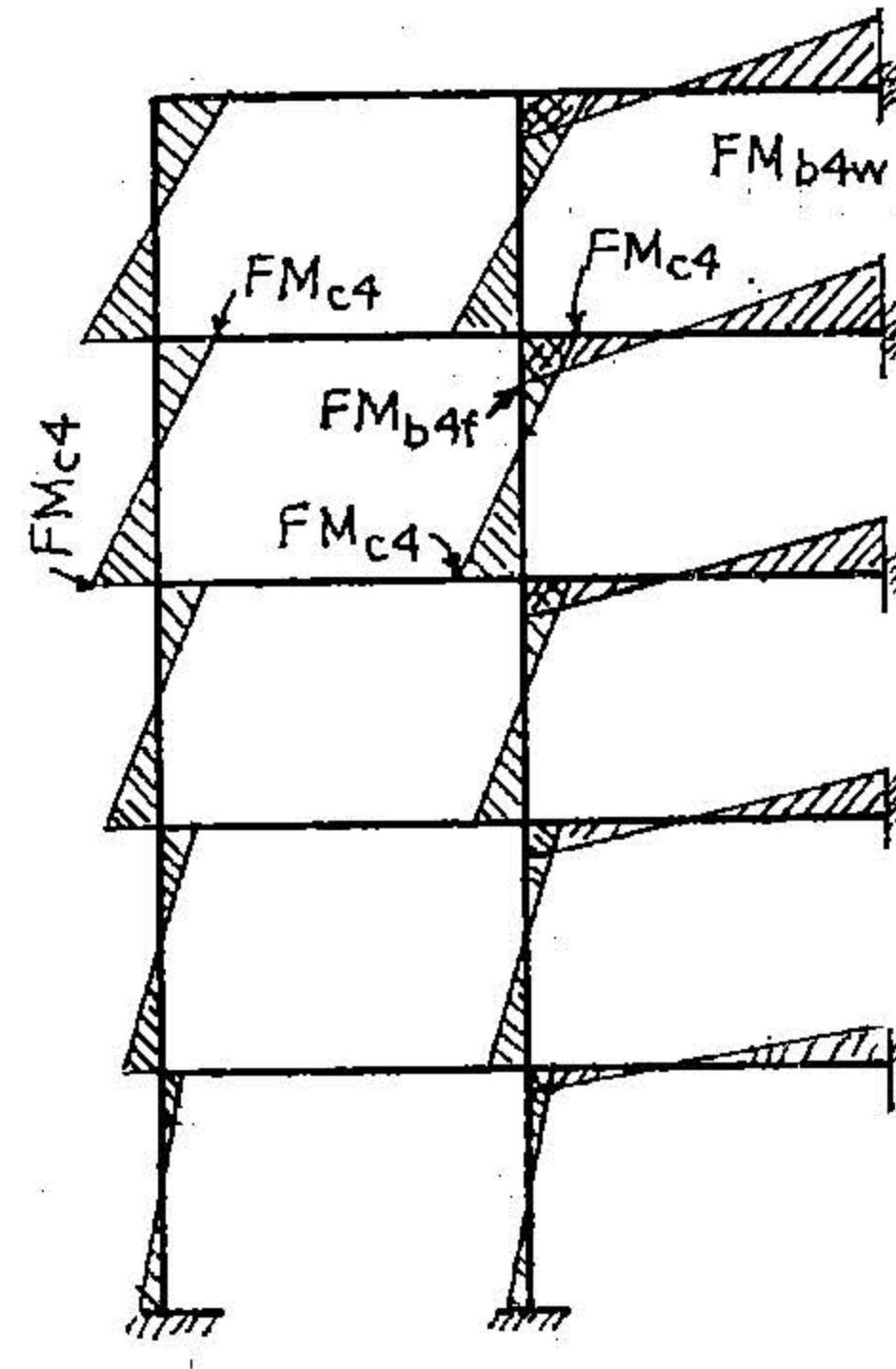


(b) 1.nci ADIM 'W SİSTEMİNİN SERBEST DEPLASMANI

Şekil . 3.



(a) 2.nci Adım: F SİSTEMİNİN ZORLANMIŞ UYUMU



(b) 3.ncü Adım "ZORLANMIŞ UYUM" LA SİSTEMİN ANKASTRELİK MOMENTLERİ

Şekil . 4.

yardımıyla bir varsayım veya yaklaşım yapılabilir. Ancak iyi bir tahmin yapma olanağı yoksa W sisteminin deplasman yapmış konumunun bu sistem tek başına bir yükleme maruz kaldığı zamanki konumu olduğu varsayımı yapılabilir. Diğer bir deyimle birinci iterasyonda i katının ilk deplasman ve dönme değerleri

$$\Delta_{ii}(1) = \Delta_{fi} \dots \dots \dots (3a)$$

ve

$$\theta_{ii}(1) = \theta_{fi} \dots \dots \dots (3b)$$

olarak alınabilir. Bundan sonra F sistemi de her kat için saptanan deplasman değerlerine maruz bırakılır [Şek. 4 (a)]. Bunun sorucu olarak her kat seviyesindeki bağlantı elemanları W sistemine bağlandıkları noktalarda bu sistemin dönme ve düşey ötelenme değerlerine sahip olacaktır. Ancak bu noktalardan herhangi birinde gerçek bir mafsal bulunursa yalnızca düşey ötelenmenin gözönüne alınması yeterlidir. Bunun da ötesinde «bağ» kirişi her iki ucunda mafsalı bir çubuk olarak basitleştirilirse θ_{fi} ve Δ_{fi} nin hiç bir tesiri olmadığı açıkça görülecektir.

3. Bu «zorlanmış uyum» sonucu ortaya çıkacak momentler doğrudan doğruya Cross metodu (moment Dağıtımı) ile saptanabilir. Şekil 4 (a) da gösterilen zorla uydurulmuş çerçevede dış kuvvetler bulunmamakta yalnızca bağlantı noktalarında bilinen kat deplasmanları ve dönmeleri bulunmaktadır; böylelikle düzgün (prizmatik) kolon ve kiriş kesitleri için «i » katındaki kolonlarda moment dağıtımının başlangıcındaki ankastrelik momentleri [Şek. 4 (b)]

$$F M_{ci} = \left(\frac{6 EI_{ci}}{h_i^2} \right) (\Delta_i - \Delta_{i-1}) \dots \dots \dots (4)$$

olacak, «bağ» kirişlerinin duvarla birleştikleri uçlarda

$$F M_{biw} = \left(\frac{4 EI_{bi}}{L_b} \right) \theta_i + \left(\frac{6 EI_{bi}}{L_b^2} \right) \Delta_{vi} \dots \dots \dots (5)$$

«Bağ» kirişlerinin çerçeve tarafındaki uçlarda

$$F M_{bif} = \left(\frac{2 EI_{bi}}{L_b} \right) \theta_i + \left(\frac{6 EI_{bi}}{L_b^2} \right) \Delta_{vi} \dots \dots \dots (6)$$

Denklem (5) ve (6) da $\Delta_{vi} = L_s Q_i$ yerine konulursa,

yerine konulursa,

$$F M_{biw} = \left(\frac{2 EI_{bi}}{L_b} \right) \left[2 + 3 \left(\frac{L_s}{L_b} \right) \right] \theta_i \dots \dots \dots (7)$$

$$F M_{bif} = \left(\frac{2 EI_{bi}}{L_b} \right) \left[1 + 3 \left(\frac{L_s}{L_b} \right) \right] \theta_i \dots \dots \dots (8)$$

elde edilir.

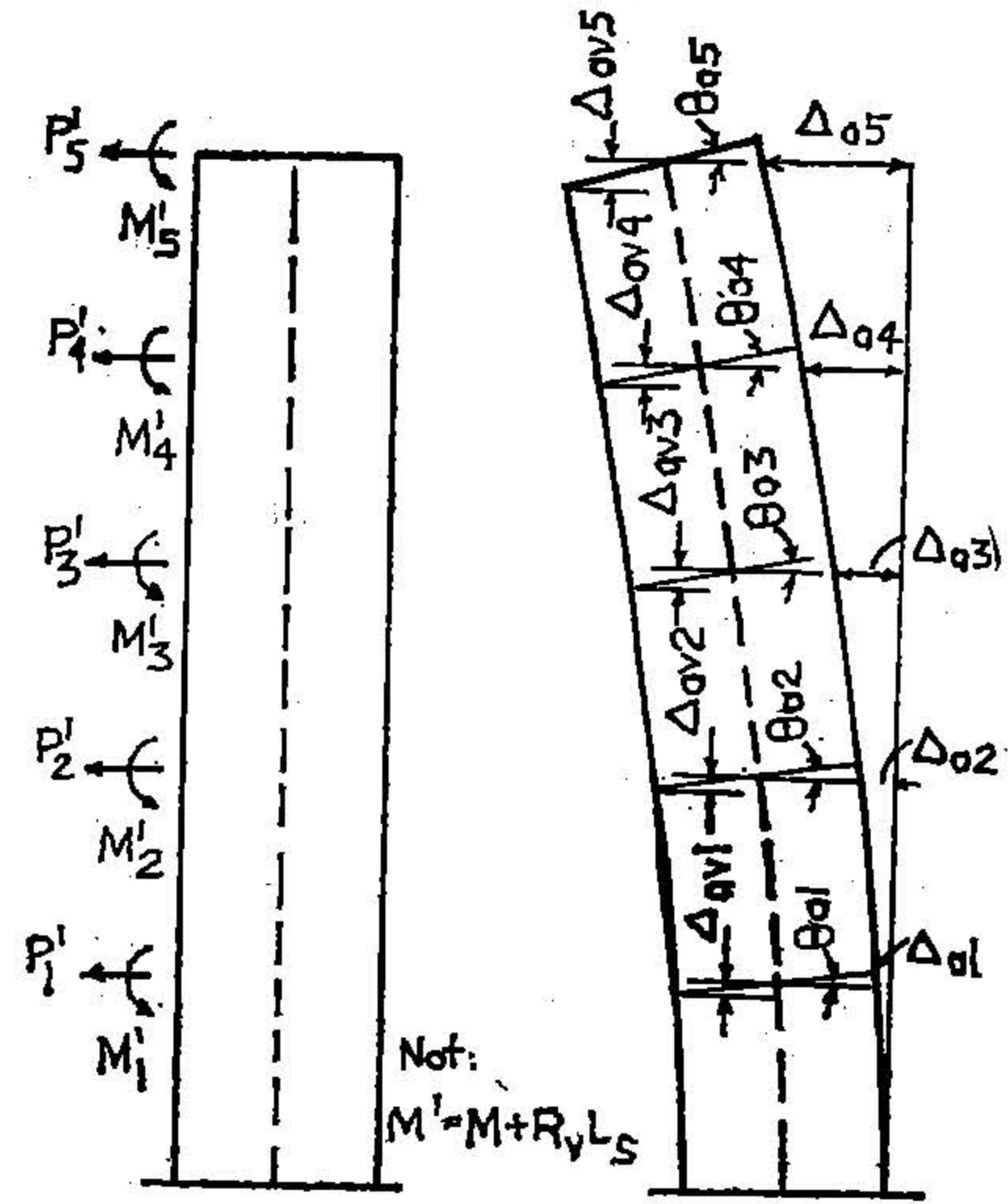
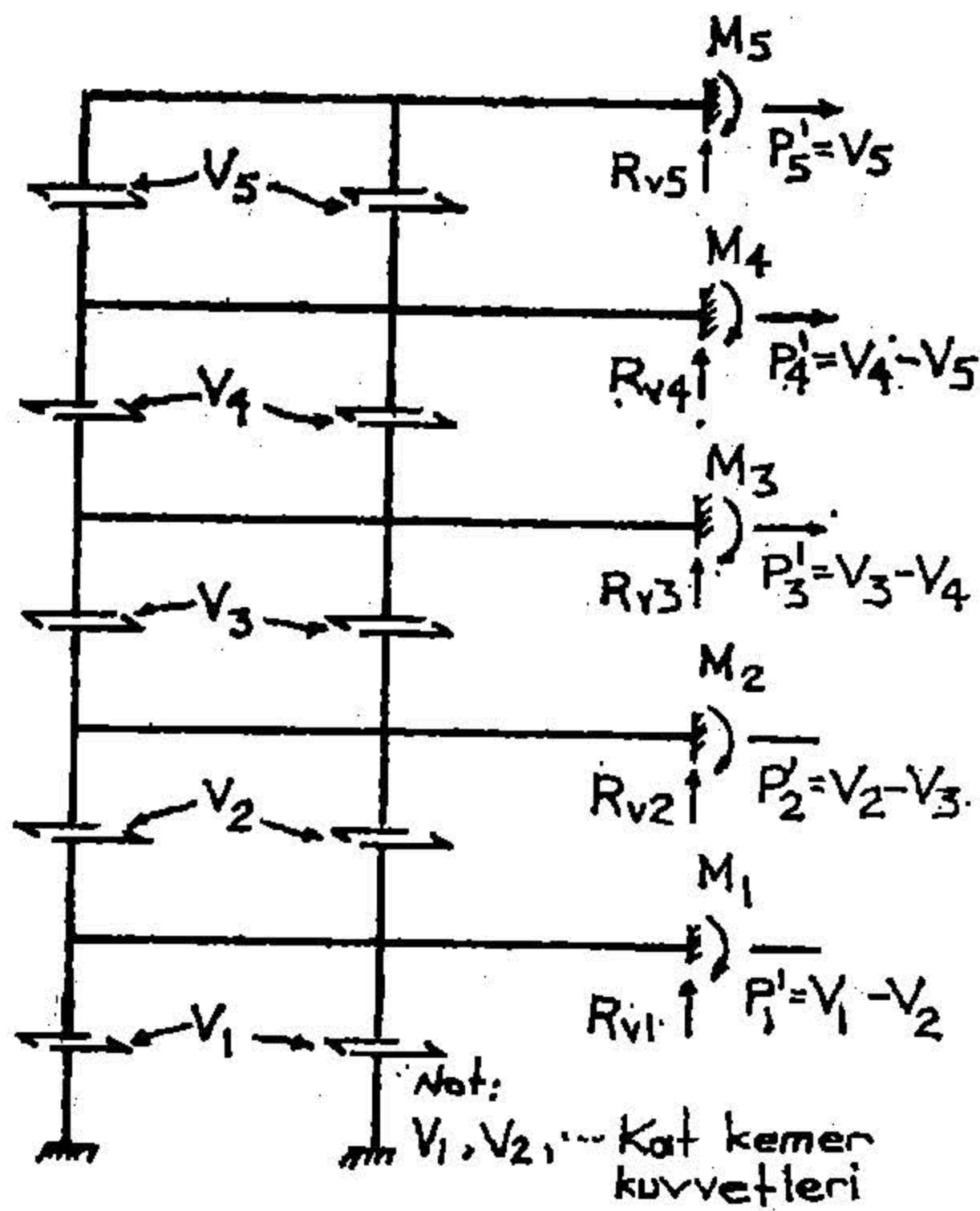
Bu durumda olduğu gibi yapı bilinen sabit bir yanıl ötelenmeye maruz bırakılırsa, moment dağıtımından sonraki zahmetli yanıl ötelenme düzeltmesine gerek kalmamakta ve iteratif çözüm çabukça sonuca gitmektedir. Değişken kesitli çerçevesler için genelleştirilmiş açı metoduna dayanan bir yöntem aşağıda verilmektedir.

4. F sisteminin W sistemindeki deplasmanlara maruz bırakılmasından sonra, F sisteminde her kattaki kesme kuvvetleri ve aynı zamanda bağ kirişleri tarafından W sistemine etkiyen moment ve reaksiyonlar hesaplanır. [Şek. 5 (a)]. Bu uyumun sağlanmasından elde edilen kesme kuvvetleri doğrudan doğruya daha sonraki adımda kullanılabilir. Şekil 5 teki yatay kuvvetler, burada yalnızca kavramı açıklamak için gösterilmişlerdir. Farklı katlardaki bu karşılıklı etki kuvvetleri artı veya eksi işaretli olabilir.

5. Daha sonra F sisteminin zorlanmış uyumundan ortaya çıkan bütün kesme kuvvetleri aksenal kuvvetler ve momentler, ayrılmış serbest W sistemine uygulanır [Şek. 5 (b)]. Her kattaki M ve R_v yerine

$$M' = M + R_v L_s \dots \dots \dots (9)$$

momenti konulmalıdır. Bundan sonra W sisteminin eksi işaretli Δ_{ai} ve θ_{ai} deplasman ve dönmeleri hesaplanır. Böylelikle W sisteminin ilk baştaki yüklenmemiş geometriye (düşey çizgiye) göre olan net deplasmanı, Δ_{fi} ve Δ_{ai} nin cebirsel toplamı olacaktır. Diğer bir deyimle, birinci ardışımın sonunda W sisteminin «i» katındaki deplasman ve dönmeleri şu şekilde belirtilebilir :



(a) 4 üncü Adım: Moment Dağılımından sonra F sistemindeki Kuvvet ve momentler

(b) 5 inci Adım: F sisteminin zorlanmış uyumundan çıkan kuvvet ve momentlerin W sistemine uygulanması

ŞEKİL . 5.

$$\Delta_{ei}(1) = \Delta_{fi} - \Delta_{ai}(1) \dots \dots \dots (10)$$

ve

$$\theta_{ei}(1) = \theta_{fi} - \theta_{ai}(1) \dots \dots \dots (11)$$

Genel olarak n ardışım sonra

$$\Delta_{ei}(n) = \Delta_{ii}(n) - \Delta_{ai}(n) \dots \dots \dots (12)$$

ve

$$\theta_{ei}(n) = \theta_{ii}(n) - \theta_{ai}(n) \dots \dots \dots (13)$$

olacaktır.

Bu, iterasyon adımının sonudur. Stabil durum için, herhangi bir «i» katında n inci iterasyonun başlangıcında varsayılan $\Delta_{ii}(n)$ deplasmanı ile n inci iterasyon sonunda bulunan $\Delta_{ei}(n)$ deplasman değerinin aynı olması gerekmektedir. Ancak, çoğu durumda ilk iterasyonda Δ_{ei} eksi işaretli olmaktadır. Buradan anlaşılacağı gibi iterasyon yakınsak değildir. Dolayısıyla çözüm yöntemlerinin genelleştirilmesi ancak n inci iterasyondaki $\Delta_{ii}(n)$ ve $\theta_{ii}(n)$ başlangıç deformasyon değerlerine uygulanıp ondan sonraki (n + 1) inci iterasyonda kullanılacak $\Delta_{ii}(n+1)$ ve $\theta_{ii}(n+1)$ başlangıç değerlerini saptamakta kullanılacak doğru bir «zorlanmış yakınsak düzeltme» ye dayanmaktadır.

6. Yakınsaklık düzeltmesi, sistem W nin bütün katlarda serbestce deplase olmuş konumundan ölçülen deplasmanların her iterasyon devirinde F sisteminin düşey çizgiden ölçülen deplasmanla doğru orantılı olduğu varsayımından elde edilmektedir. Bundan ötürü, n inci iterasyon devirindeki i katı için başlangıç değerleri $\Delta_{ii}(n)$ ve $\theta_{ii}(n)$, bitiş değerleri ise $\Delta_{ei}(n)$ ve $\theta_{ei}(n)$ olursa, (n + 1) ninci devir için başlangıç değerlerinin

$$\Delta_{ii}(n+1) = \Delta_{ii}(n) + \frac{\Delta_{ei}(n) - \Delta_{ii}(n)}{1 + \left[\frac{(\Delta_{fi} - \Delta_{ei}(n))}{\Delta_{ii}(n)} \right]} \dots \dots \dots (14)$$

ve

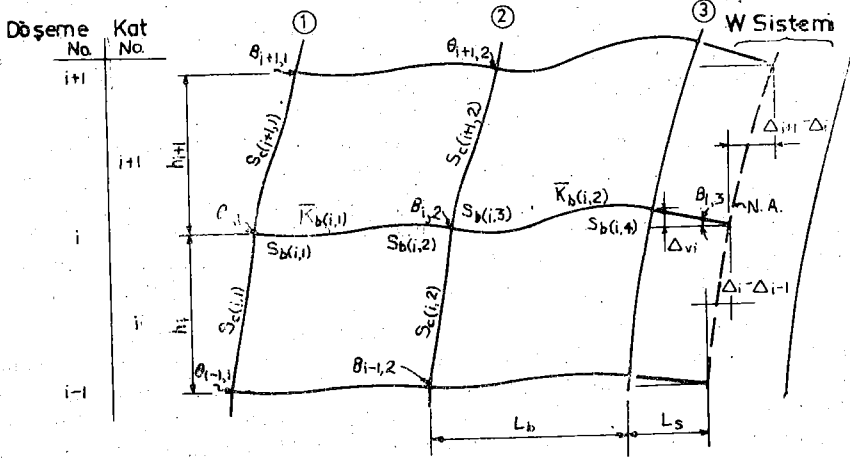
$$\theta_{ii}(n+1) = \theta_{ii}(n) + \frac{\theta_{ei}(n) - \theta_{ii}(n)}{1 + \left[\frac{(\theta_{fi} - \theta_{ei}(n))}{\theta_{ii}(n)} \right]} \dots \dots \dots (15)$$

olması gerektiği gösterilebilir.

7. Denklem (14) ve (15) ten elde edilen Δ ve θ , daha sonraki iterasyon için başlangıç değerleri olarak kullanılarak hesaplar daha önce açıklanan ikinci adımdan başlayarak tekrarlanır. (Şekil 4 (a) daki Δ_F , θ_f ve Δ_{fv} nin yerine Δ_i , θ_i ve Δ_{vi} konulmalıdır.)

8. Her iterasyon sonunda Δ_{ei} ve Δ_{ii} değerleri, mühendisin takdirine göre % 5 veya % 10 luk bir hata sınırı içinde kalacak biçimde yakınsaklık sağlanıncaya kadar kontrol edilmelidir. Yakınsaklık sorunu daha sonra yeniden ele alınacaktır.

Başka bir çözüm : Değiştirilmiş Açı Metodu — Yukarda açıklanan 2. ve 3. adımlar yerine çerçevesinin rüzgar hesabı için uygulanan klasik Goldberg metoduna (10, 11) benzer bir metod kolayca uygulanabilir. Şekil 6, perde duvarına kirişlerle bağlanmış ve iki kolonlu iki açıklıklı bir sisteme indirgenmiş bir çerçeve için herhangi bir iterasyon adımının başlangıcını göstermektedir.



Şekil 6. AÇI METODU KATSAYILARI

Herhangi bir $(i, 1)$ düğümündeki $\theta_{i,1}$ dönmesi, bilinen ψ_i ve ψ_{i+1} (Denklem 14 ve 15) değerlerine olduğu kadar bilinmeyen $\theta_{i+1,1}$, $\theta_{i-1,1}$ ve $\theta_{i,2}$ değerlerine de bağlıdır. Aynı şekilde $\theta_{i,2}$ bilinen ψ_i , ψ_{i+1} ve $\theta_{i,3}$ ile bilinmeyen $\theta_{i+1,2}$, $\theta_{i-1,2}$ ve $\theta_{i,1}$ değerlerine bağlıdır. Normal röleksasyon yöntemi bu bilinmeyen dönmeleri elde etmede kullanılabilir. Farklı başlangıç θ değerleri ile edinilen tecrübe aşağıdaki işlem dizisi izlendiği takdirde hesaplarda çok çabuk yakınsamanın sağlanacağını göstermektedir :

1. Bütün kolon düğüm noktalarındaki dönme sıfır alınır.
2. Denklem 49 yardımıyla 1, 3, 5, 7, 9, vb. katlardaki perde duvarının hemen yanındaki kolon çizgisinin düğüm noktalarındaki θ değerleri bulunur.
3. Denklem 49 yardımıyla 2, 4, 6, 8, 10 vb. katlardaki perde duvarının hemen yanındaki kolon çizgisinin düğüm noktalarındaki θ değerleri bulunur.
4. Denklem 47 yardımıyla 1, 3, 5, 7, 9 vb. katlardaki dış kolon çizgisinin düğüm noktalarındaki θ değerleri bulunur.
5. Denklem 47 yardımıyla 2, 4, 6, 8, 10 vb. katlardaki dış kolon çizgisinin düğüm noktalarındaki θ değerleri bulunur.

Eğer çerçevede ikiden fazla kolon dizisi bulunuyorsa yöntem duvardan gittikçe uzaklaşırken her bir kolon dizisine uygulanır. Bütün kolonlar bitirildiğinde her düğüm noktasındaki θ değerleri yakınsak oluncaya dek 2 den 5 inci adıma kadar olan hesaplar tekrarlanır. Genellikle üç iterasyon sonunda % 1 lik bir hata ile yakınsaklık sağlanmaktadır. Düğüm noktaları dönmeleri ve momentleri hesaplandıktan sonra kat kesme kuvvetleri momentlerin toplamlarından elde edilir. «Bağ» kirişindeki moment ve kesme kuvveti de hesaplanmalıdır. Şekil 2 (c) deki basitleştirilmiş iki kolonlu yapı kullanıldığında yukarıda açıklanan düğüm noktaları röleksasyonu düzeni bir avantaj sağlamaktadır, ancak simetri, istenirse gözönüne alınabilir.

Yakınsaklık Sorununun İncelenmesi — İteratif çözümün zorlayarak yakınsaklaştırılması için burada verilen yöntem, bir önceki iterasyondan bulunan değerleri kullanarak çözüme gitmediği için genel anlamdaki iterasyondan farklıdır. Bunun yerine Denklem 14 ve 15 yardımıyla herhangi bir iterasyondaki başlangıç ve son dönme ve deplasman değerleri ile duvarın tek başına yapacağı deplasman, ondan sonraki iterasyonda kullanılacak başlangıç değerlerini elde etmekte kullanılmaktadır. Böylelikle yakınsama doğrudan doğruya bütün yapı için bulunacak deplasmanların sıfır ile perde duvarının tek başına yapacağı deplasman değerleri arasında kalması gerçeğine dayandırılmış olmaktadır. Bu yöntem, farklı oranlarda olsa dahi, bütün yapı rijitliği kombinasyonları için yakınsaktır.

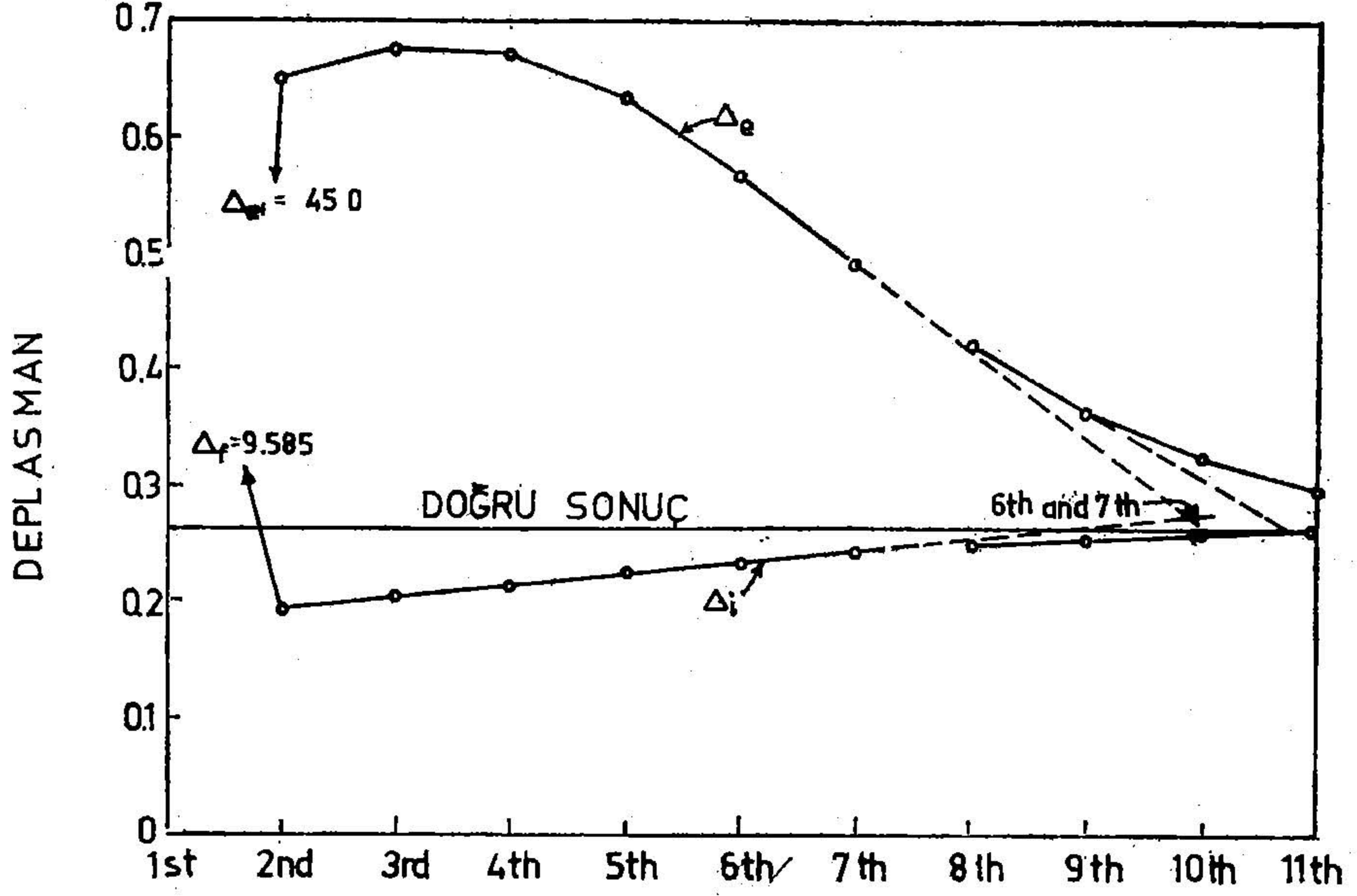
Tablo 1 ve 2 de en üst kat deplasmanlarının farklı yakınsama hızlarına dair örnekler verilmektedir. Tablo 1 den rijitliği fazla perde duvarlı bir yapının çözümünün üç iterasyonda yakınsadığı ve ilk alınan ilk bulunan deplasman değerlerinin ortalamasının doğru değere % 1 sapma ile yaklaştığı görülmektedir. Buna karşılık narin perde duvarlarına sahip bir yapıda yakınsama daha yavaş olabilmektedir. 12 nci iterasyonda ilk alınan ve bulunan deplasman değerlerinin ortalaması gerçek deplasman değerlerine % 5 lik bir hata ile yaklaşmaktadır.

Böyle yavaş yakınsama hızı, tasarım uygulamalarında, elde bilgisayar olmadıkça, arzu edilebilir olmaktan uzaktır.

| Cycle | Δ_i | Δ_e | $\frac{1}{2}(\Delta_e + \Delta_i)$ |
|-------|--------------------|------------|------------------------------------|
| (1) | (2) | (3) | (4) |
| 1 | 4.792 ^a | -8.48 | -6.64 |
| 2 | 1.271 | 1.403 | 1.337 |
| 3 | 1.307 | 1.392 | 1.350 |
| 4 | 1.331 | 1.378 | 1.355 |
| 5 | 1.344 | 1.368 | 1.356 |
| 10 | 1.357 | 1.357 | 1.357 |

^a Duvarın serbest deformasyonu Δ_f

Tablo.1. Rijit perde duvarlı yapının yakınsaklığı
 $S_s / S_c = 30$ ve $S_c / S_b = 1$



Şekil .7.

Yavaş bir yakınsama hızı perdenin gelen yanal yükleri karşılamada etkin olmadığını belirtir. Bu nedenle proje mühendisi ya perde boyutlarını büyüterek yapının randımanını artırma yoluna gitmeli ya da duvarı bir kolon gibi alıp sistemi bilinen yöntemler yardımıyla normal bir çerçeve olarak çözmelidir. Yavaş yakınsayan sistemlerde, Şek. 7 de gösterildiği gibi her iterasyondaki en üst kat deplasmanları için başlangıç ve sonuç değerlerinin uzantıları yardımıyla makul sonuçlara varmak olanağı gene de bulunabilmektedir. Şekil 7 deki kırık çizgilerin kesişmesinden görüldüğü gibi birbirini izleyen iterasyonlarda başlangıç ve sonuç deplasman değerlerini bitştiren çizgiler uzatıldığında bunların birbirlerini kestiği nokta doğru sonuç değerine pek yakın olmaktadır. Bu çizgilerin kesişmesinden elde edilen tahmini doğru deplasman değeri Δ' şöyle gösterilebilir :

$$\Delta' = \Delta_{in} + \frac{(\Delta_{in} - \Delta_{im})(\Delta_{en} - \Delta_{in})}{(\Delta_{in} - \Delta_{im}) + (\Delta_{em} - \Delta_{en})} \quad (16)$$

Burada m ve n alt indisleri birbirini izleyen iterasyonları tanımlamaktadır. Belirli bir örnek yapı için elde edilen sonuçlar Tablo 2 nin 5 inci kolonunda gösterilmiştir. En üst kattaki deplasman değeri için yakın bir tahmin elde edilir edilmez yapının elastik eğrisi Şek. 32-38 yardımıyla yaklaşık olarak bulunur. Bu elastik eğri aşağıda tanımlanan 2. analiz aşamasında kullanılacaktır.

Analizin İkinci Aşaması : İteratif çözümde yakınsaklık sağlandıktan sonra yapının deplasman eğrisi kullanılarak yapının her çerçevesindeki moment ve kesme kuvvetleri bütün yapı elemanlarına dağıtılır.

| Cycle | Δ_i | Δ_e | $\frac{1}{2}(\Delta_e + \Delta_i)$ | Eq. |
|-------|--------------------|------------|------------------------------------|-------|
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) |
| 1 | 9.585 ^a | 0.450 | -0.230 | -- |
| 2 | 0.196 | 0.651 | 0.424 | -- |
| 3 | 0.206 | 0.677 | 0.442 | -- |
| 4 | 0.216 | 0.672 | 0.444 | -- |
| 5 | 0.227 | 0.633 | 0.430 | 0.327 |
| 6 | 0.237 | 0.567 | 0.402 | 0.286 |
| 7 | 0.245 | 0.491 | 0.368 | 0.268 |
| 8 | 0.252 | 0.420 | 0.336 | 0.267 |
| 9 | 0.256 | 0.363 | 0.310 | 0.263 |
| 10 | 0.259 | 0.324 | 0.292 | 0.263 |
| 11 | 0.261 | 0.298 | 0.280 | 0.263 |
| 12 | 0.262 | 0.282 | 0.272 | 0.263 |
| 20 | 0.263 | 0.263 | 0.263 | -- |

^a Duvarın serbest deformasyonu Δ_f

Tablo .2. Narın perde duvarlı yapının yakınsaklığı

$$S_s / S_c = 5 \text{ ve } S_c / S_b = 1$$

Perde bulunmayan herhangi bir kolon dizisinde katarası deplasmanlardan bulunan ankastrelik kolon momentleri, Cross yöntemiyle diğer elemanlar arasında paylaşılır.

Çerçeve zaten gerçek deplasman konumunda olduğundan yanal ötelenme düzeltmesine gerek yoktur.

Eğer çerçeve açıklığında bir perde bulunuyorsa, bu çerçeve kısmından ayrı olarak ele alınabilir. Bilinen bir deplasman konumu ve E I değeri için, herhangi bir i katındaki moment

$$M_i = \left(\frac{E I_{si}}{h_i^2} \right) (\Delta_{i+1} - 2\Delta_i + \Delta_{i-1}) \dots \dots \dots (17)$$

denkleminde bulunur. Burada M_i kat momentini, I_{si} i katındaki perde duvarının eylemsizlik momentini, h_i kat yüksekliğini, Δ_i kat deplasmanını, Δ_{i+1} i + 1 katındaki deplasmanı, Δ_{i-1} ise i - 1 katındaki deplasmanı göstermektedir.

Eğer i katının altındaki veya üstündeki katın yüksekliği h_i den farklı ise, h_i kadar bir mesafedeki deplasmanın bulunması gereklidir. Bundan sonra kat kesme kuvvetleri kolayca bulunabilir. Böyle bir açıklıktaki çerçevelerin hesaplanması Şek. 4 (a) ve 4 (b) de gösterildiği gibi çerçeveyi bilinen deplasman eğrisi değerlerine maruz bırakarak yapılabilir. Doğal olarak kolon sayısı Şek. 4 te gösterilenden farklı olabilir. Diğer taraftan I_b , I_c , L_B ve L_C için gerçek değerlerin kullanılması zorunludur. Bu yöntem aynı zamanda kendileri bir veya daha fazla kolon dizisi tarafından taşınan kirişler yardımıyla birbirine bağlanmış aynı düzlemdeki perde duvarları için de geçerlidir. Arada kolon olma-

dan yalnızca kirişlerle bağlanmış perde duvarlarında, her kattaki bağlantı kiriş momentleri iki uçtaki düzey deplasman ve dönmelerden giderek doğrudan doğruya hesaplanabilir.

Eğer yapıyı F sistemi veya W sistemi olarak ikiye ayırmada yapılan varsayımların geçerliği konusunda herhangi bir kuşku duyulursa burada son bir kontrol yapma olanağı vardır. Her kattaki kolon kesme kuvvetlerinin toplamı ardışık çözümde F sistemi için elde edilen kat kesme kuvveti ile kıyaslanır. Eğer bu iki değer aynı ise F sisteminde kolon ve kiriş redörlerinin bulunması sırasında yapılan varsayımlar doğrudur. Aynı şekilde perde duvarları tarafından alınan kesme kuvvetinin toplamı W sistemi için hesaplanan kesme kuvvetine eşit olmalıdır. En önemli kolon ve perde kesme kuvvetlerinin toplamı o kattaki toplam dış kesme kuvvetine eşit olmalıdır. Önemsiz farklılıklar basit oranlama ile hemen giderilebilir. Ancak farklar büyük ise proje mühendisinin sonuçlara dayanarak değerlendirmesi F ve W sistemleri redörlerinin yeniden düzenlenmesinde esas olmalıdır. Bu durumda ardışık çözümün tekrarlanması gereklidir. Yapının yük altında deplasman yapmış şekli yeni ardışık çözüm için mükemmel bir başlangıç noktasıdır.

Çok düzensiz redör dağılımına sahip yapılar dışında ilk çözüm sonuçları yeterlidir. Bu da geçersiz varsayımlar yapılmadığı ve daha önce belirtilen denge koşullarının sağlandığını göstermektedir.

DİĞER TASARIM KOŞULLARI

Çerçeve Burulması — Hesapların ikinci aşamasının sonuçlandırılmasından sonra her kat ve her kolon dizisindeki toplam kesme ve yanal deplasman bilinmektedir. Dolayısıyla her kolon dizisindeki redör doğrudan doğruya hesaplanabilir. Bu redörler kullanılarak yapının burulma rijitliği, kayma merkezi ve eksantrik yanal yüklerden doğacak çerçeve burulması hesabında gereken bütün parametreler bulunabilir.

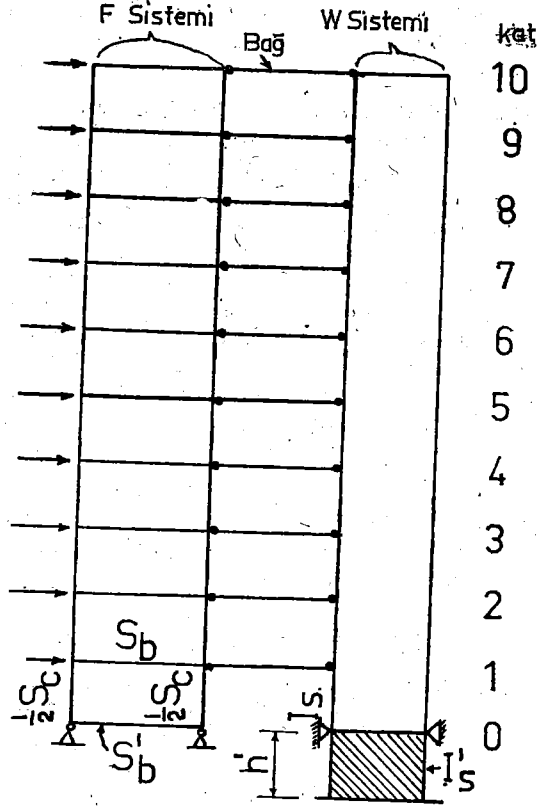
Temel Dönmesi — Daha önceki incelemelerde temel dönmesi sorununa kısaca değinilmişti. Yapının temelindeki fiktif bir alt yapının rijitliği, temeldeki durumu yansıtacak biçimde ayarlandığı takdirde ardışık çözüm doğrudan doğruya kullanılabilir. Örneğin Şekil 8 de verilen on katlı yapının F sistemindeki kolonlar, sömellerin bağlandığı zemin için hesaplanan moment-dönme ilişkisine sahip ve S_b rijitliğindeki fiktif bir elemanla alt uçlarından bağlı olduğu varsayılabilir.

Perdenin O katının altında halan h' yüksekliğindeki fiktif parçasının eşdeğer I_s eylemsizlik momenti, zeminin yük-deformasyon özelliğini veya alt yapının rijitliğini yansıtacak biçimde seçilebilir. Örneğin, I_f eylemsizlik momentine sahip ve M_b gibi bir devrilme momentine maruz bir perde sömelinde

$$\text{Toprak taki maksimum gerilim} = \frac{M_b c}{I_f} \dots \dots \dots (18)$$

ve

$$\text{Toprağın maksimum birim deformatsyonu} = \frac{M_b c}{I_f k} \dots \dots \dots (19)$$



Şekil.8. TEMEL DÖNMESİ ANALİZİ İÇİN EŞDEĞER SİSTEM

Bu denklemde k Kg/cm³ cinsinden zemin yataklama katsayısını göstermektedir. Bu bağıntılar kullanılarak θ_b ile belirtilen temel dönmesi, maksimum zemin birim deformasyonunun C ye oranı olarak

$$\theta_b = \frac{M_b}{I_f k} \dots \dots \dots (20)$$

ve

$$\frac{M_b}{\theta_b} = I_f k \dots \dots \dots (21)$$

olarak bulunur. O katındaki fiktif perde duvarının dönmesi

$$\frac{M_w}{\theta_w} = \frac{4EI'_s}{h'} \dots \dots \dots (22)$$

olarak gösterilebilir. Bundan M_b/θ_b yi ve M_w/θ_w ye eşitliyerek fiktif perde duvarının eylemsizlik momenti

$$I'_s = \left(\frac{k}{4E} \right) l_f h' \quad (23)$$

olarak bulunur. Hesapların bütün aşamasında perde duvarının O katındaki ötelenmesi önlenir. Böylelikle duvarın yalnızca istenen miktarda dönme yapması sağlanır. Proje yükleri bu sisteme etkilendiği taktird e ardışık çözüm, istenen sonuçları verecektir. Analibin ikinci aşamasında benzer bir eşdeğer yapı kullanarak moment ve kesme kuvvetlerinin elemanlar arasındaki dağıtımı gerçekleştirilebilir.

Perdenin Herhangi Bir Katında Plastik Dönme Durumu

Perde duvarı ile berkitilmiş çokkatlı yapıları deprem etkileri altında genellikle çok iyi bir davranış göstermişlerdir (14, 15).

Mayıs 1960 Şili depreminden (ki bu altmış yılda Kaliforniyada oluşmuş büyük depremlerin tümüne eşdeğer bir sarsıntıdır (16)) sonra yapılarda yapılan gözlemler gerektiği biçimde tasarlanmış ve gerçekleştirilmiş perde duvarlarının deprem yüklerini karşılamada ne derece etkin olduğunu birkez daha kanıtlamıştır (17). Ayrıca perde duvarı yapımı yapısal olmayan hasarı en aza indirmek gibi bir avantaj da sağlamaktadır (14).

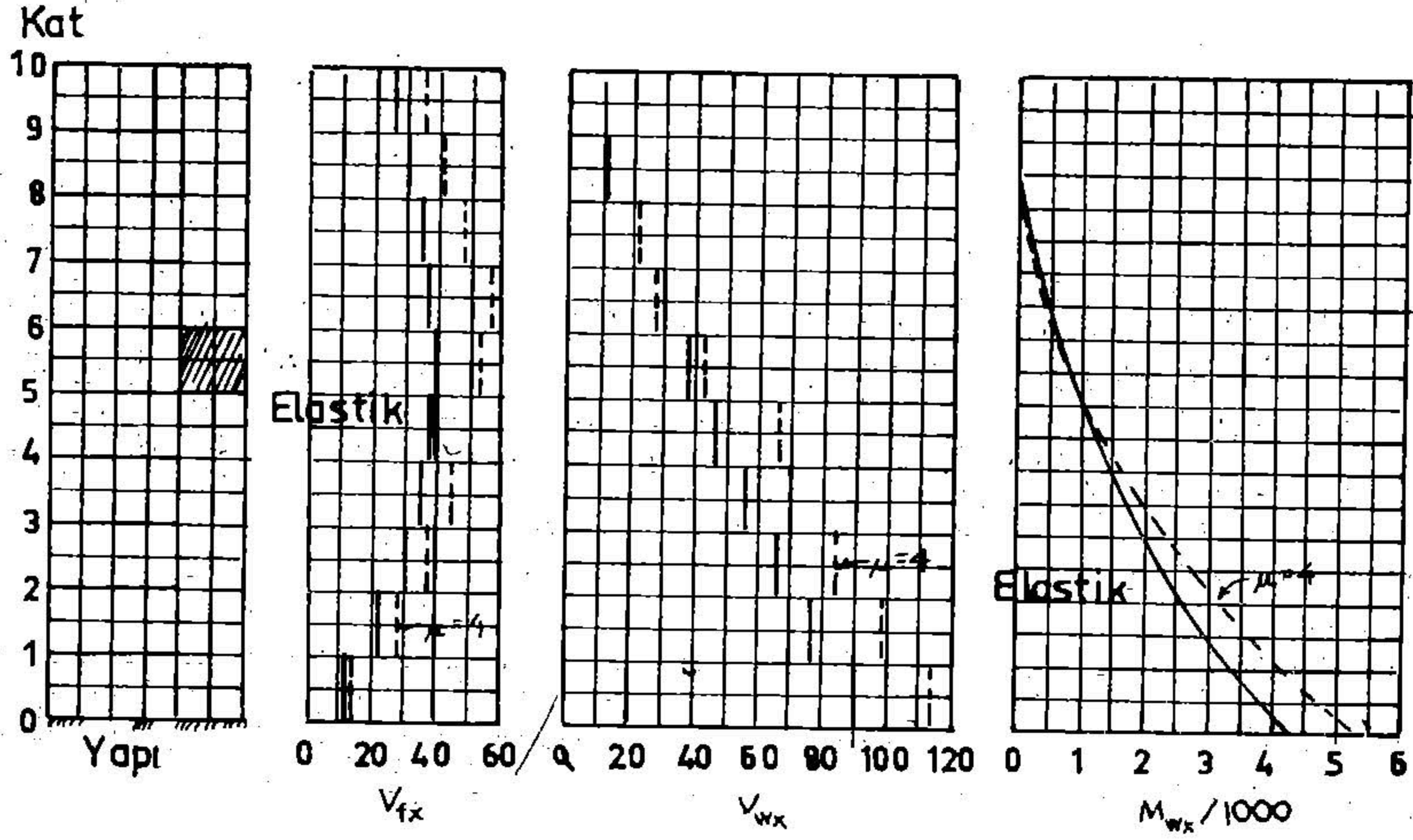
Bir perde duvarındaki donatının akmasının yapıda doğurduğu etkiler pek ayrıntılı olarak incelenmemiştir. Bu tebliğde sunulan analitik yöntem bu amaçla kullanılabilir. Çokkatlı yapılardaki perde duvarları aşağı yukarı konsol kiriş gibi çalışır. Eğilmeye çalşan elemanların tasarım ve donatı detaylandırması için verilen koşullar (9, 10) aynı oranda perdeler için de geçerlidir. Dügüm noktalarındaki davranışa ilişkin verilerin sunulduğu bazı araştırma sonuçları bulunmaktadır (18).

İnşaat eklem yerlerinde yanal yükleri aktarmak için konulması gerekli donatı bu araştırmalardan çıkarılabilir. Böylece bir perde duvarının taşıma gücü, davranış ve düktilitesi daha önce ortaya konulmuş prensiplerden giderek tahmin olunabilir. Bir proje mühendisi açısından plastik dönme sorunu akademik düzeyde kalmaktadır. Çünkü yapı tasarımında bunun tahkikine gerek yoktur. Burada verilmesinin tek nedeni tebliğin konusunun özel bir durumu olmasından ötürüdür.

Herhangi bir kattaki plastik bir mafsalm etkisi, temel dönmesini incelemede bağvurulan yöntem ile ortaya konulabilir. Yöntemin tanımlanması en iyi bir biçimde Şek. 9 da gösterilen on katlı Yapı gibi belirli bir örneği ele alarak yapılabilir. Yapının önce duvarda belirli bir yükseklikte, diyelimki Şek. 9 da taralı olarak gösterilen altıncı kat hizasında tam akma yaratacak değerden biraz daha az değere sahip belirli bir yükleme düzeni altındaki elastik moment, kesme kuvvetleri ve deformasyonları hesaplanır. (Tablo 3).

Bundan sonra istenen katta azaltılmış (İndirilmiş) eylemsizlik momenti kullanarak ikinci bir hesap daha yapılır. Bu örnekte eylemsizlik momenti üçte birine indirilmiştir. Bu iki hesabın sonuçları Tablo 3 te verilmektedir.

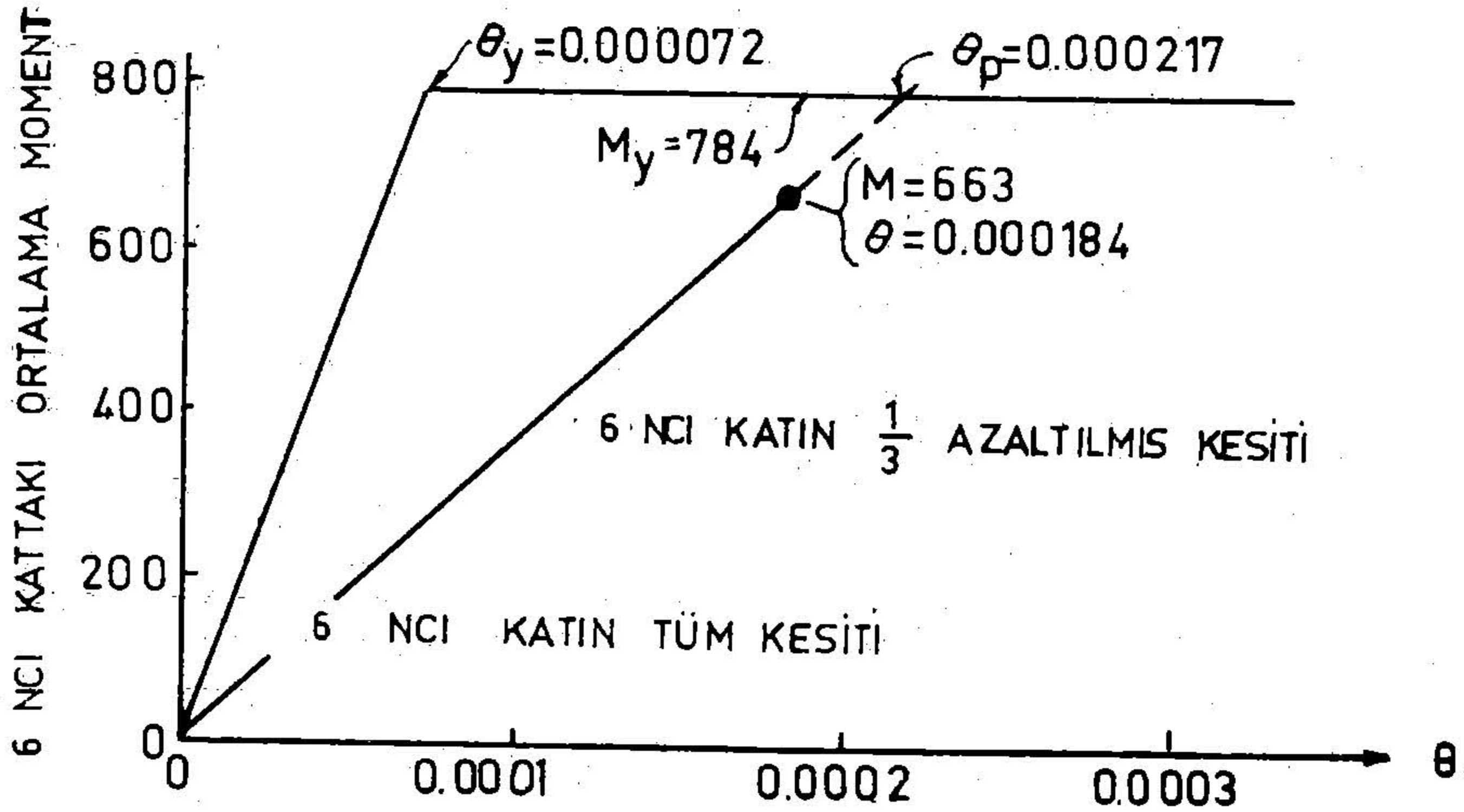
Yapılan ikinci hesapta altıncı kat redörü için sıfır olmayan bir değer alındığından beş ve altıncı katlarda 835 ve 491 lik moment ve bunlara karşı ge-



Şekil . 9.

len 0.000767 ve 0.000951 değerindeki eğimler elde edilecektir. Ortalama 663 momenti ile 0.000184 lük toplam açı değişmesi Tablo 3 te parantez içinde gösterilmiştir. Diğer taraftan birinci hesap için varsayılan ortalama akma momenti $M_y = 784$ ile plastik mafsalin oluştuğu zamanki toplam açı değişmesi $\theta_y = 0.000072$ aynı Tablo'da verilmektedir.

Altıncı katta ortalama sıfır değerinde bir moment elde etmek amacıyla ikinci analiz aşamasında elde edilen bütün sonuçlar $784/663 = 1.182$ ile çarpıldıktan sonra birinci analizden bulunan değerler bunlardan çıkartılır. Bu yöntem grafik biçiminde Şek. 10 da gösterilmektedir. Bu şekilde tüm kesitte-



Şekil . 10.

TABLO. 3.

| Döşeme | Kat | Toplam kat kesme kuvvetleri | Ana yapı | | | | | | Degistirilmis Perde duvarı 6nci kattaki I degeri 1/3 kadar azaltılmış | | | | 6nci kattaki plastik döşeme nedeniyle ortaya çıkan kesme kuvvetleri momentler | | | |
|--------|-----|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|----------------|-----------------|---|-----------------|------------------|----------------|---|--|--|---------------------------------|
| | | | V _{fx} | V _{wx} | M _{wx} | θ _{wx} | Δ _x | V _{fx} | V _{wx} | M _{wx} | θ _{wx} | Δ _x | $\frac{(1-\eta)}{\sqrt{1.967}} V_{fx}$ | $\frac{(1-\eta)}{\sqrt{1.967}} V_{wx}$ | $\frac{(1-\eta)}{\sqrt{1.967}} M_{wx}$ | $\frac{(1-\eta)}{\sqrt{1.967}}$ |
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) | (11) | (12) | (13) | (14) ^a | (15) ^a | (16) ^a | (17) ^a |
| 10 | 10 | 26.4 | 26.2 | 0.2 | 0 | 0.952 | 0.827 | 27.9 | -1.5 | 0 | 1.014 | 0.856 | 3.36 | -0.98 | -9.7 | 0.0915 |
| 9 | 9 | 41.1 | 29.6 | 11.5 | 2 | 0.952 | 0.712 | 31.6 | 9.5 | -15 | 1.015 | 0.734 | 3.85 | -0.14 | -40.6 | 0.0624 |
| 8 | 8 | 54.2 | 34.5 | 19.7 | 117 | 0.943 | 0.598 | 36.6 | 17.6 | 80 | 1.011 | 0.612 | 4.34 | 0.55 | -5.5 | 0.0470 |
| 7 | 7 | 65.7 | 37.2 | 28.5 | 314 | 0.917 | 0.486 | 42.2 | 23.5 | 256 | 0.990 | 0.492 | 6.33 | -0.34 | -8.9 | 0.0322 |
| 6 | 6 | 75.5 | 38.5 | 37.0 | 599 | 0.869 | 0.379 | 41.1 | 34.4 | 491 | 0.951 | 0.375 | 5.00 | 1.83 | 0 | 0.0202 |
| 5 | 5 | 83.7 | 38.0 | 45.7 | (784) 969 | (0.072) 0.797 | 0.279 | 33.3 | 50.4 | (663) 835 | (0.184) 0.767 | 0.271 | 0.69 | 6.80 | 78.7 | 0.0143 |
| 4 | 4 | 90.2 | 35.4 | 54.8 | 1426 | 0.697 | 0.189 | 35.3 | 54.9 | 1340 | 0.676 | 0.184 | 3.17 | 4.95 | 127.0 | 0.0089 |
| 3 | 3 | 95.1 | 30.2 | 64.9 | 1973 | 0.570 | 0.112 | 29.4 | 65.7 | 1888 | 0.555 | 0.110 | 2.26 | 6.31 | 196.0 | 0.0042 |
| 2 | 2 | 98.4 | 22.3 | 76.1 | 2622 | 0.412 | 0.0525 | 21.9 | 76.6 | 2546 | 0.403 | 0.0515 | 1.78 | 7.19 | 266.0 | 0.0012 |
| 1 | 1 | 100.0 | 10.6 | 89.6 | 3384 | 0.223 | 0.0139 | 10.5 | 89.5 | 3310 | 0.219 | 0.0136 | 0.89 | 8.11 | 347.0 | 0.0 |
| 0 | 0 | | | | 4278 | 0 | 0 | | | 4206 | 0 | 0 | | | | |

^a V_{fx}, V_{wx}, M_{wx} ve Δ_x DEĞERLERİ KOLON (9) (10) (11) ve (13) TE VERİLEN DEĞERLERİN 784/663 ORANI İLE ÇARPILMASI VE SONRA KALAN (4) (5) (6) ve (8) DEKİ DEĞERLERDEN ÇIKARILMASI İLE HESAPLANMIŞTIR

kı $\theta_p = 0.000217$ lik toplam dönme için verilen moment θ eğrisi azaltılmış kesit için verilen elastik moment θ eğrisi ile temsil olunmaktadır. Bu yöntemi uygulayarak birinci ve ikinci analizlerden çerçevenin en üst katı için kesme kuvvetleri 26.2 ve 27.9 olarak bulunur. Böylece

$$V'_{fx} = 1.182 (27.9) - 26.2 = 33.0 - 26.2 = 6.8 \text{ elde edilir.}$$

Perde duvarında altıncı kattaki açı değişimi

$$\theta_p = -1.182 (0.000184) - 0.000072 = 0.000217$$

Çerçeve hala elastik kaldığından, plastik mafsallardan sonra altıncı kat perde duvarında θ_p kadar bir açı değişimi yaratmak için akma yükünün 0.182 kati kadar ek bir kuvvete ihtiyaç olduğunu belirtmek gerekmektedir. Perdedeki Plastik mafsallaşmanın yapının diğer kısımlarında yaptığı etki, perdedeki toplam açı değişmesinin akmanın başladığı açı değişmesine oranı μ yardımıyla incelenebilir. Diğer bir deyimle μ plastik düzeyde belirli bir açı değişiminin göstergesi olmaktadır. Toplam açı değişimi $\mu \theta_y$ e karşı gelen ek kesme kuvvetleri, momentleri v.s. saptamak için daha önce bulunan V'_{fx} ile çarpılan

$$\frac{\theta_y (\mu - 1)}{\theta_p - \theta_y} = \frac{0.000072 (\mu - 1)}{0.000217 - 0.000072} = 0.496 (\mu - 1)$$

faktörü kullanılmaktadır. Bu çarpımlar Tablo 3 te verilmektedir. Çerçevenin en üst katı için,

$$(V'_{fx}) 0.496 (\mu - 1) = 6.8 (0.496) (\mu - 1) = 3.36 (\mu - 1)$$

Plastik mafsaldaki θ_y dönmesinde olacak her artış için 0.496 (0.182) = 0.09 veya % 9 luk ek bir yüke gerek vardır. Yapıdaki son kesme kuvveti ve moment değerlerini bulmak için, plastik mafsalda dönme yaratmak için gereken yükün verdiği değerlere ilk çözümden elde edilen değerleri eklemek gerekmektedir. Eğer $\mu = 4$ varsayılacak olursa çerçevenin en üst katındaki kesme kuvveti

$$26.2 + 3.36 (4 - 1) = 26.2 + 10.1 = 36.3$$

olmaktadır. Yapıyı oluşturan elemanlarda akma sırasındaki kesme kuvveti ve momentler Şek. 9 da sürekli çizgiler ile, altıncı katta $\mu = 4$ lük bir plastik dönmeden sonraki durum ise kesik çizgiler ile verilmektedir. İlk bakışta bu değerlerde büyük artışlar olmuş gibi gözükebilir. Ancak mafsaldaki bu açı değişimi, altıncı katta akma yaratacak yükten % 9 ($\mu - 1$) veya % 27 kadar daha fazladır.

Sürekli çizgilerle gösterilen birinci hesap sonuçları % 27 arttırılacak olursa bunlar % 47 lik bir artış gösteren beşinci kat perde duvarı kesme kuvveti ve altıncı katın üstündeki bütün katlardaki kesme kuvvetleri dışında kesik çizgilerin tam üzerine düşecektir. Çerçeve kesme kuvvetindeki en büyük artış % 51 lik artışla yedinci katta oluşmaktadır. Buna karşılık altıncı, sekizinci, dokuzuncu ve onuncu kattaki artışlar % 30 kadardır.

Yukarıda verilen sonuçlar tabii statik yükler için geçerlidir ancak belirtilen maksimum kesme kuvveti ile maksimum moment zarf değerlerinin birbir-

lerine karşı geldiği durumlarda dinamik etkileri de temsil edecektir. Perdedeki moment, devrilme momenti değil maximum kesme kuvvetlerine karşı gelen konsol momentidir. Çerçevenin yukarı katlardaki yeni kesme kuvveti dağılımından doğan ek momentler almasına rağmen devamlı olarak elastik kaldığı varsayılmaktadır. Gerçek tablo ancak dinamik bir analiz ile ortaya çıkarılabilir. Buna rağmen statik analizin de belirli bir değeri olabilir. Statik analiz, perdelerin taşıma gücünün kesme yerine eğilme momenti ile sınırlandırılacak şekilde donatıldığı durumlarda perdedeki duktil akma sonucu ortaya çıkan iç kuvvet dağılımının çerçevenin yerel kısımlarında aşırı gerilme birikimleri yaratmadığını göstermektedir.

İkincil Deplasmanlar — Bu bildiriye sunulan yöntem perdedeki kayma deformasyonlarının ve kolonlardaki eksenel deformasyonların etkilerini içerecek şekilde geliştirilebilir.

Perdedeki kayma deformasyonlarının etkisini saptamak için az sayıda çalışmalar yapılmıştır. Yapının hemen hemen bütün kısımlarında eğilmeden dolayı oluşan deformasyonlar ağır basmakta ve kayma deformasyonları sonuçlarda gözle görülür bir fark yaratmamaktadır. Altıncı katta ise ardışık çözümlerin birinci ve beşinci aşamalarında perdedeki kayma deformasyonları gözönüne alındığında, çerçevenin payına düşen kesme kuvvetinde yaklaşık % 10 luk bir artış olmuştur. Sonuçların diğer durumlara uzantısı, serbest bir konsol kirişin bir kaç yerindeki kayma ve eğilme deformasyonlarının toplamının yalnızca eğilme deformasyonlarına olan orana gözönüne alınarak yapılabilir. Böyle bir kıyaslamada farkın, yalnızca ankastre uca yakın noktalarda önemli olduğu görülecektir.

Dar açıklıklı iki kolonlu çerçeveler veya olagan dışı boyutlara sahip yapılar gibi bazı özel durumlarda (19), kolon eksenel deformasyonları çerçevenin deplasman ve gerilmeleri üzerinde çok belirgin bir etki yaratabilir. Çok kolonlu çerçevelerde ise bu ihmal edilebilir. Dolayısıyla aşağıda verilen bilgiler daha çok tamamlayıcı olmak niteliğini taşımaktadır.

Kolonlardaki eksenel deformasyonları gözönüne almak için çözümün 3 üncü aşamasını A ve B diye iki kısma ayırmak gerekmektedir. Diğer bir deyimle, çerçevenin kayma deplasmanı eğilme deplasmanından ayrı olarak ele alınacaktır. Herhangi bir «i» katındaki kolonların eylemsizlik momenti

$$I_{fsi} = \sum A_{ci} r^2 \dots \dots \dots (24)$$

olarak yazılabilir. Bu denklemde A_{ci} her bir kolonun alanını, r ise o kolon alanının o kattaki kolon alanlarının tarafsız eksenine olan mesafesini göstermektedir.

F sistemi bundan sonra ikiye ayrılabilir. Çerçevenin kayma rijitliğini temsil eden F 1 sistemi ve çerçevenin eğilme rijitliğini temsil eden ve her kattaki I_{fsi} ile tanımlanan F 2 sistemi. Her iki sistem de deformasyondan sonra perdenin şeklini alacak biçimde zorlanmalıdır. Bundan sonra 3 A' adında F 1 sistemi yukarıda belirtilen şekilde şekil değiştirmeye zorlanan ve $V_{fi'1}$ olarak tanımlanan kat kesme kuvvetleri hesaplanır. 3 B aşamasında ise F 2 sistemi aynı şekil değiştirme geometrisine zorlanır ve $V_{fi'2}$ simgesiyle tanımlanan kat

kesme kuvvetleri Denklem (17) yardımıyla veya Cross yöntemiyle bulunan momentler yardımıyla hesaplanır. Bundan sonra F 1 ve F 2 sistemleri için bulunan kat kuvvetleri fleksibilite ilkesi yardımıyla

$$V_i = \frac{1}{\left(\frac{1}{V_{fi1}}\right) + \left(\frac{1}{V_{fi2}}\right)} \dots \dots \dots (25)$$

denklemleriyle hesaplanır. Burada V_i , 4 üncü aşamada duvar sistemine etki-
cek kat kesme kuvvetleridir. Ardışık yöntemin bundan sonraki adımlarında
bir değişiklik olmamaktadır. Burada belirtilen yöntem genellikle doğru olarak
kabul edilen fakat çerçevenin kayma deformasyonu ile konsol sehimi arasın-
daki karşılıklı ilişkiyi tam olarak temsil etmeyen bir takım varsayımlara da-
yanmaktadır. Daha açık olarak, F1 ve F2 sistemlerine dayalı ardışık çözü-
mün fleksibilitenin üst sınırını, buna karşılık F sistemine dayanan bir çözü-
mün fleksibilitenin en alt sınırını tanımladığı söylenebilir.

Şekil 12-30 dan da görüleceği gibi, uygulamada karşılaşılan birçok durum-
da çerçevedeki kat kesme kuvvetleri yapı boyunca yaklaşık olarak sabit kal-
maktadır. Bu nedenle kolonların aksenal şekil değiştirmelerinin etkisi F siste-
mini iki parçaya ayırmadan gözönüne alınabilir. Çerçevenin en üst noktasın-
daki birim kuvvetin yarattığı kayma sehimi Δ_{fi} , eğilme sehimi de Δ_{f2} ile
gösterilir ve

$$\lambda_1 = \frac{1}{\Delta_{f1}} \dots \dots \dots (26)$$

$$\lambda_2 = \frac{1}{\Delta_{f2}} \dots \dots \dots (27)$$

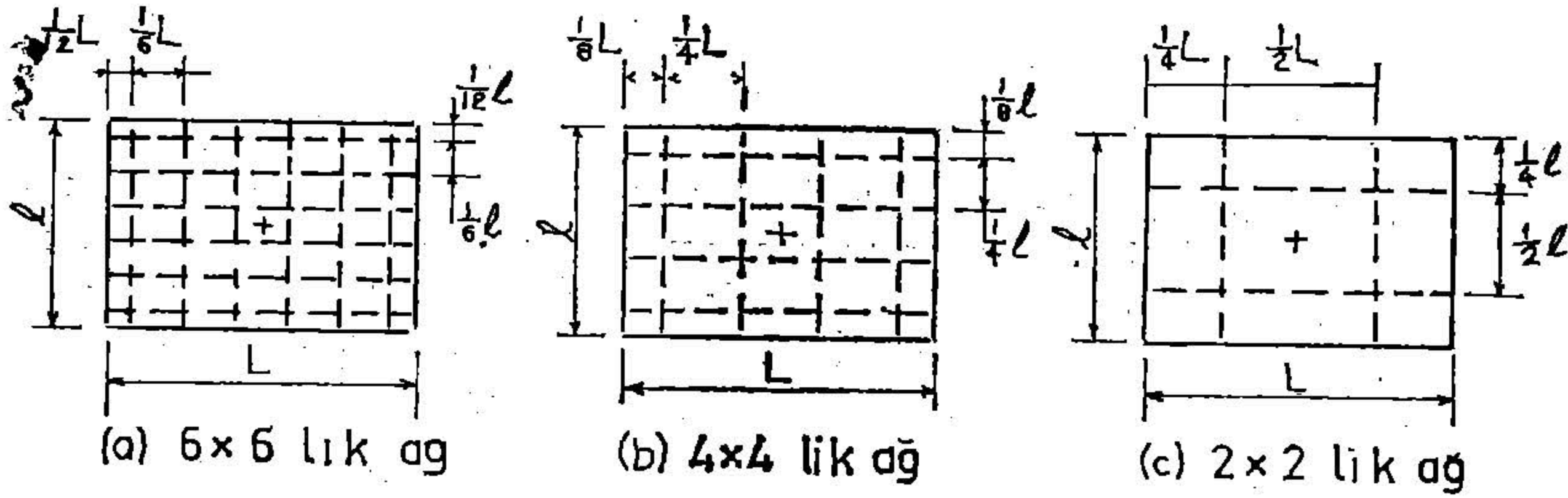
olarak tanımlanırsa, ortak rijitlik,

$$\lambda = \frac{1}{\left(\frac{1}{\lambda_1}\right) + \left(\frac{1}{\lambda_2}\right)} = \lambda_1 \frac{1}{(1 + K')} \dots \dots \dots (28)$$

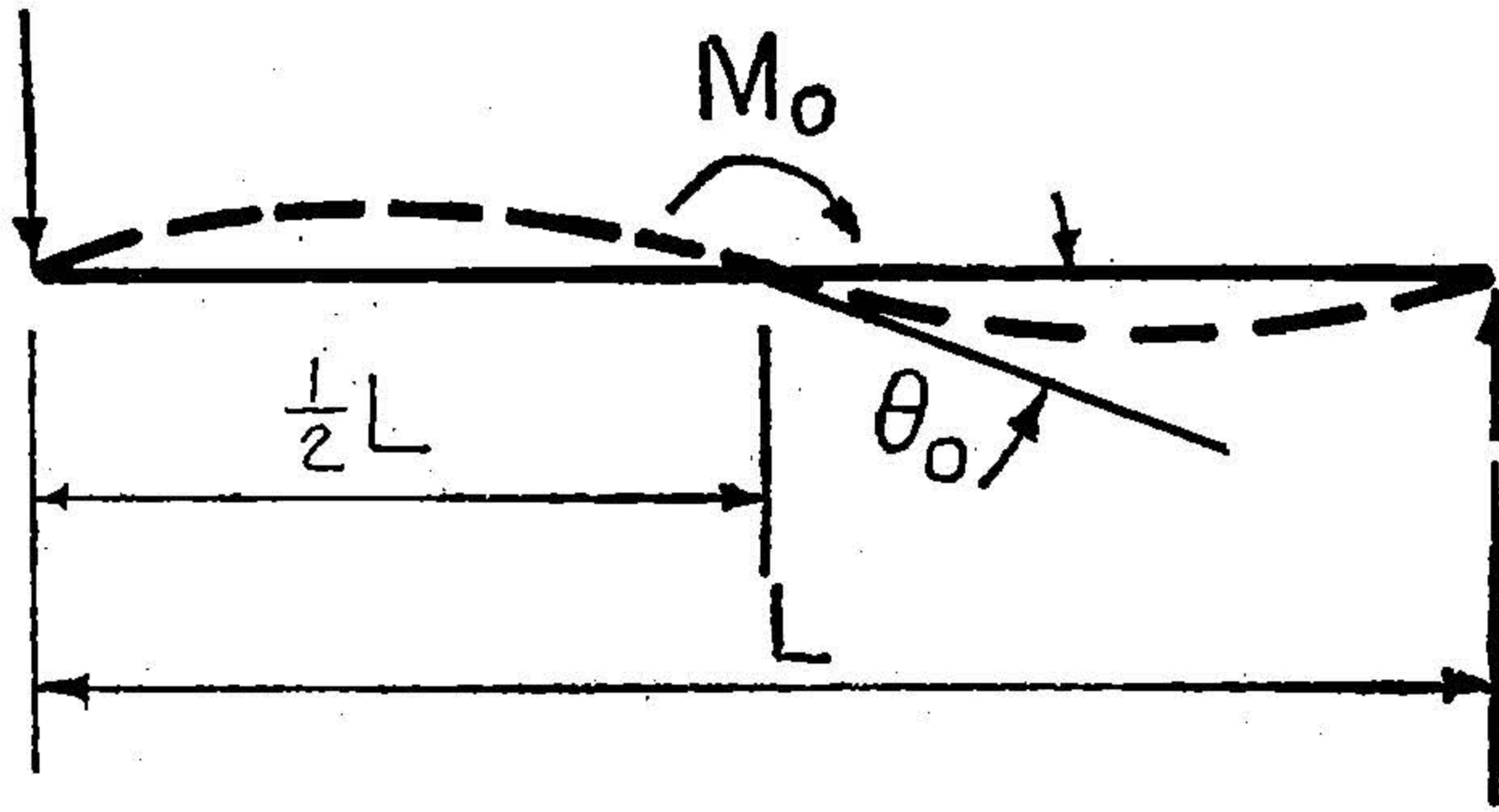
olarak verilebilir. Burada $K' = \lambda_1/\lambda_2$ dir. Perdenin eylemsizlik momenti
(1 + K') ile çarpılacak olursa ardışık çözümün sonunda çerçeve ile perde ara-
sındaki kesme kuvvetinin doğru dağılımı elde edilecektir. Ancak gerçek sehim-
leri elde etmek için sonda bulunan kesme kuvvetleri perdeye (1 + K') faktörü
ile düzeltilmeksizin etkitilmelidir.

Ara Katlarda Kesilen Perde Sistemleri — Birçok durumda yapılarıdaki per-
de duvarları en üst katın altındaki bir ara katta sona erdirilmektedir. Bu

İlk hesaplarda ideal döşeme-kolon elemanı Şek. 12 (a) da gösterildiği gibi derinlikleri döşemenin kalınlığı t 'ye, genişlikleri de $L/6$ veya $1/6$ ya eşit kesişen altı kirişe bölünmüştür. Kirişlerin eylemsizlik momenti $(bt^3/12)$ ye eşit ve buradaki b , $L/16$ veya $1/6$ olarak alınmış, burulma rijitliği ise $(bt^3/12)$ ifadesi ve $G = 0.4 E$ yardımıyla hesaplanmıştır. Bütün kesişme noktalarında ortadan etkitilen M_0 momentinin yarattığı sehim ve eğimleri için dizi denklemler çıkarılmıştır. Kullanılan denklemler, kesişen kirişlerin eğilme ve burulma rijitliklerini gözönüne almıştır. Bundan sonra M_0 momentinin etkidiği noktadaki θ_0 dönmesi (Şek. 11), döşeme ile aynı eylemsizlik momenti $I = 1t^3/12$ ye sahip kirişin dönmesi ile karşılaştırılmıştır. Orta noktasında etkiyen bir momente sahip bir kiriş (Şek. 13) için moment dönme ilişkisi



Şekil . 12.



Şekil . 13.

$$\left(\frac{M_0}{\theta_0}\right) = 12 \left(\frac{EI}{L}\right) = \left(\frac{EIt^3}{L}\right) \dots \dots \dots (29)$$

Döşeme için de benzer bir ifade elde edilmiştir :

$$\left(\frac{M_0}{\theta_0}\right) = K \left(\frac{EI}{L}\right) = \left(\frac{K}{12}\right) \left(\frac{EIt^3}{L}\right) \dots \dots \dots (30)$$

TABLO 4.

| 1/L | 0 | 0.5 | 1.0 | 1.5 |
|------|------|-------|-------|-------|
| K | 12 | 7.87 | 5.26 | 3.92 |
| K/12 | 1.00 | 0.656 | 0.438 | 0.326 |

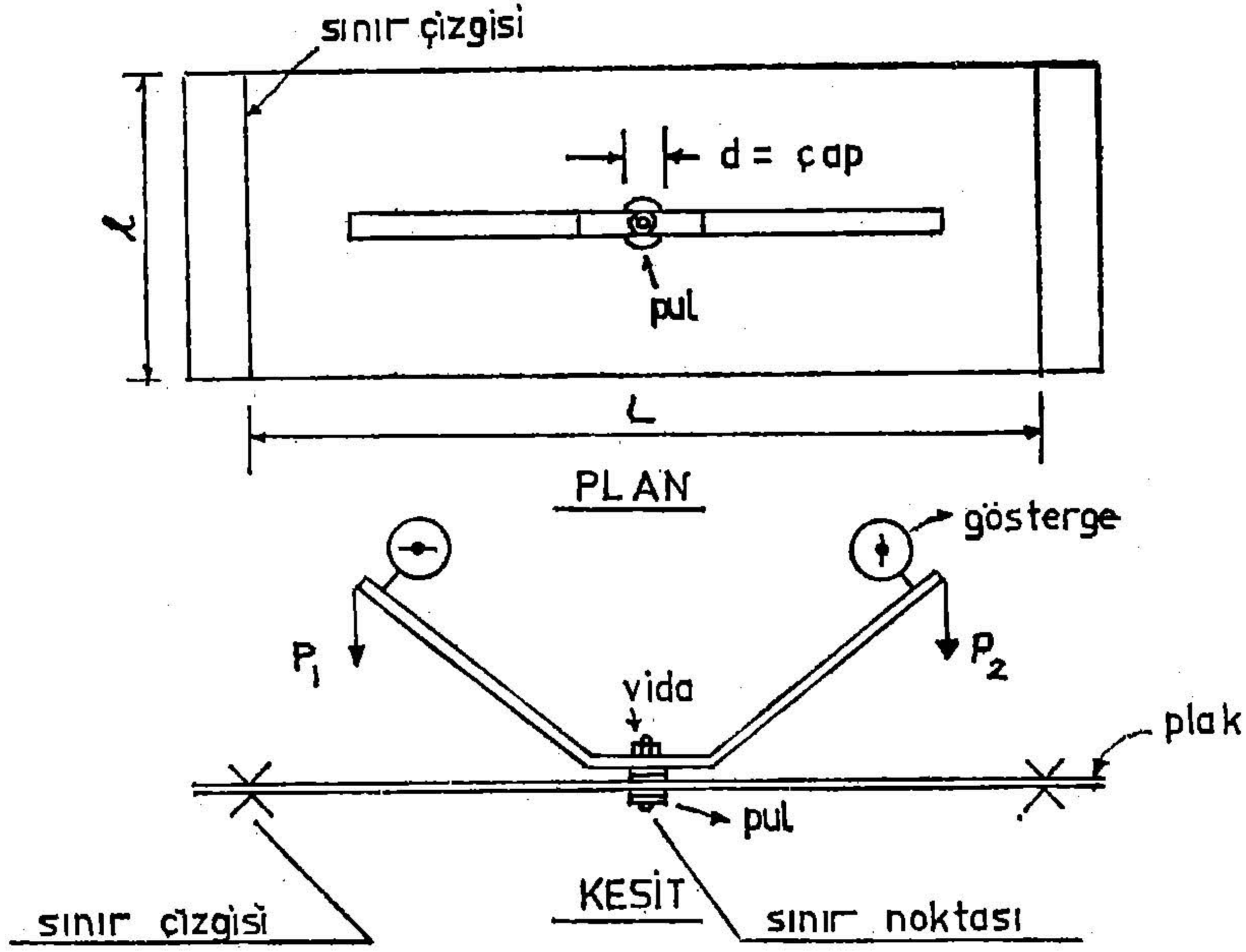
Buradaki K değeri Tablo 4 te gösterildiği gibi açıklık oranı 1/L ye bağlı olarak değişmektedir.

Tablo 4 ün en son satırı olan K/12, l genişliği ile çarpıldığında çerçeve hesaplarında giriş için kullanılacak etkin genişlik L_e yi göstermektedir.

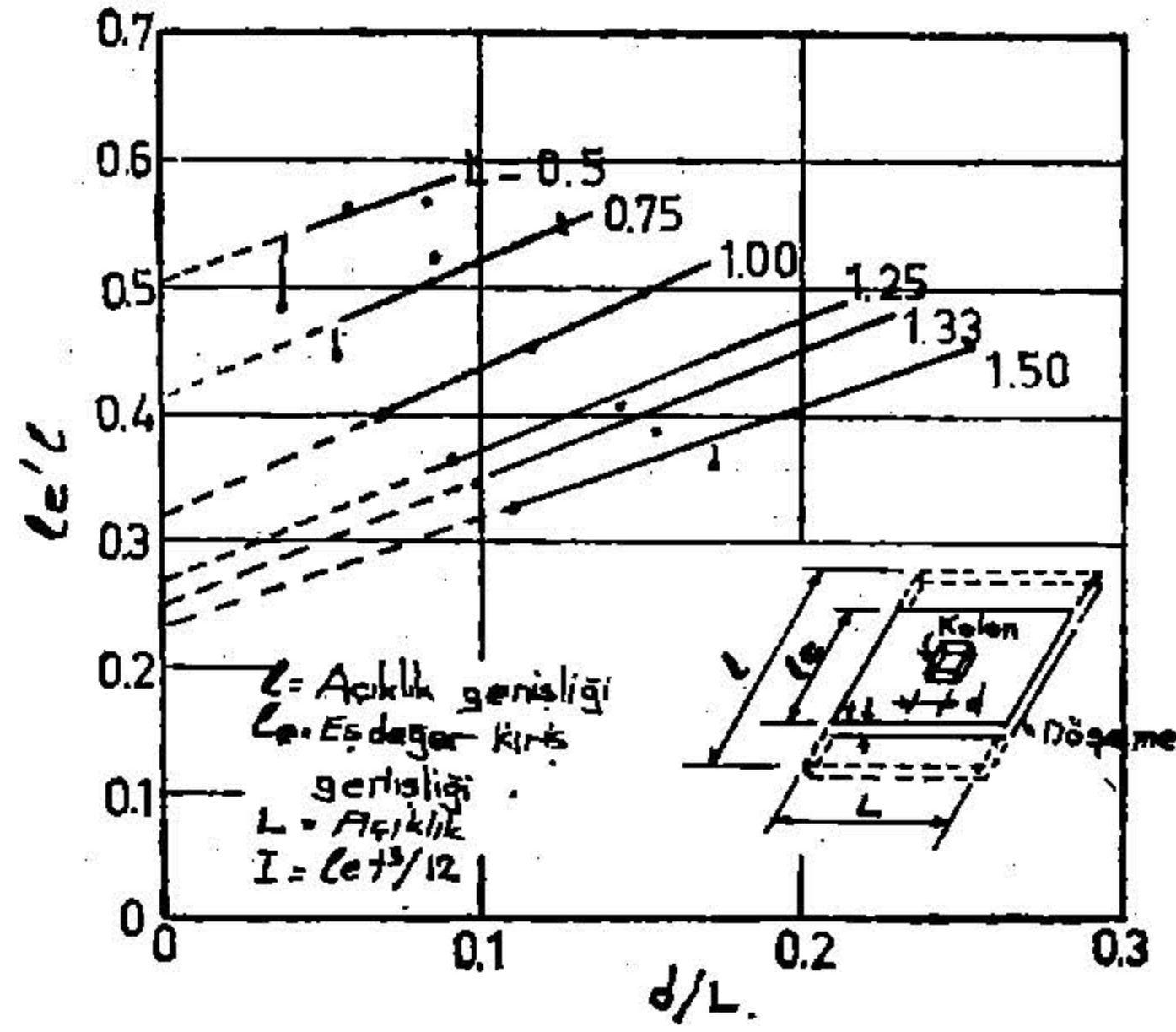
Bulunan sonuçların doğruluğunu 6 x 6 dan daha sık bir giriş ağı ile kontrol etmek arzu edilmesine rağmen yazarların kullandıkları bilgisayarın ortaya çıkan denklem dizisini çözümlenecek hafızaya sahip olmaması nedeniyle, bu mümkün olamamıştır. Bu nedenle değişik bir yaklaşım seçilmiştir. Tablo 4 te verilenlere benzeyen değerler Şek. 12 (b) ve 12 (c) de gösterilen 4 x 4 veya 2 x 2 lik daha geniş ağlar için hesaplanmış ve bulunan sonuçlar L.F. Richardson (20) tarafından önerilen ve başkaları tarafından farklı problemlere uygulanan (21, 22, 23) bir yöntem ile uzatılmıştır. Uzatılan bu sonuçlar aşağıda ele alınacaktır.

Uzatılan hesaplarla etkisi araştırılan değişken genişlik-açıklık oranı 1/L ve bunun döşemenin etkin genişliğine olan tesiri olmuştur Diğer önemli bir değişken de kolonun açıklığa oranla boyutları olmaktadır. Bu değişkenin de sonuçları uzatım yöntemi ile incelenmesi mümkün olmasına rağmen bunun yerine küçük bir model kullanma yoluna gidilmiştir. Model araştırması hem analitik sonuçların doğruluğunu sağlamak için bir araç hemde kolon boyutu açıklık oranı d/L ile genişlik açıklık oranı 1/L ve rijitlik arasındaki bağıntıyı kuran değerleri elde etmek için uygulanmıştır.

Bu model, uygulanan momente dik çizgi (moment sıfır noktaları) boyunca döner mesnetli momente paralel iki yönde ise serbest kenarlı bir dikdörtgen plaktan oluşmaktaydı (Şek. 14). Bu sınırlar boyunca sıfır dönme yaratacak biçimde yayılı değişken moment uygulanmadığı için dönebilen momentler arasındaki L mesafesi farklı 1/L oranları elde edebilmek için değiştirilmiştir. Plağın ortasına bilinen P_1 ve P_2 yükleri etkilerek bilinen bir moment elde edilmiştir. Farklı deneylerde momentin etkidiği noktada plağı berkitmek amacıyla kolonu temsilen üç ayrı boyda vida kullanılmıştır. Plağın ortasındaki dönme, P_1 ve P_2 yüklerini taşıyan çubuk üzerinde yapılan ölçümlerden hesaplanmıştır. Farklı üç boydaki vidalar tasarımda kullanmak üzere hazırlanacak bir grafik için yeterli derecede farklı d/L oranları sağlamıştır. Şekil 15 teki içi boş daireler ve noktaları plağın ortasındaki vidanın farklı sıkıştırılması durumuna karşı gelen iki ayrı deneyin sonuçlarını göstermektedir. İki deney yapılmasının nedeni bağlantı rijitliğinin alınan okumalardaki etkisini kontrol edebilmek içindir. Bu etki, grafikte noktalar yerine konulup içinden doğru bir çizgi geçirildiğinde bazı noktaların çok uzağa düştüğü birkaç durum dışında yok edilmiş görünmektedir. Model deney sonuçları ile hesaplanan değerleri kıyaslamak için doğru çizgiler düşey eksen ($d/1 = 0$) ile kesişecek şekilde kırık



Şekil.14. MODEL PLANI



Şekil.15.

çizgilerle geriye doğru uzatılmıştır. Bu kıyaslamamanın sonuçları tablo 5 te verilmektedir. Model sonuçları yaklaşık olarak hesaplanan değerlerden % 15 azdır. Bunun nedeni etkitilen momente paralel kenardaki farklı sınır koşullarından, Poisson oranındaki farklılıktan, deney yönteminden veya 2 x 2, 4 x 4 veya 6 x 6 lık kesişen kiriş ağından hesaplanan sonuçların uzatımından doğmuş olabilir. Nedeni ne olursa olsun Şek. 15 ten elde edilen eşdeğer genişlik tasarım için yeterlidir. Bir dış kolon etkisi benzeştirmek amacıyla momentin plağın kenarında etkitildiği bazı deneyler yapılmış, ancak bu deney sonuçları daha

öncekilerle karşılaştırıldığında belirgin bir farklılık göze çarpmamıştır. Dolayısıyla Şek. 15 ten bulunan eşdeğer genişlikler dış açıklıklara da uygulanabilir gözükmektedir. (Ek bazı analitik ve deneysel çalışmalar PCA laboratuvarlarında yapılmaktadır. Betonarme ve pleksiglas deney modelleri yardımıyla döşemeden kolona moment aktarılması, moment-dönme özellikleri, etkin döşeme genişlikleri ve taşıma katsayıları ayrıntılı olarak incelenmektedir).

Şekil 15 te gösterilen eşdeğer genişlik katsayıları döşeme sistemleri redörlerinin bulunmasında kullanılabilir. Taşıma katsayıları bu araştırmada incelenmiştir ancak bu değer normal koşullarda olduğu gibi 1/2 olarak alınabilir. EK 1 de gösterildiği gibi 100 değerinde bir redör ve 1/2 den farklı örneğin 1/4 lük bir taşıma faktörü yerine eşdeğer redör $K_e = 83.3$ ve taşıma faktörü 1/2 alınabilir. Farklı taşıma faktörü değerlerinin yanal yükün perde ile çerçeve arasındaki dağılımına olan etkisini ortaya çıkarabilmek amacıyla aynı yapı üç kez 1/2, 1/4 ve 1/8 gibi üç ayrı taşıma katsayısı değerleri için hesaplanmıştır. Sonuçların karşılaştırılması çerçeve tarafından alınan kesme kuvvetindeki en fazla azalmanın taşıma katsayısının 1/4 olduğu durumda % 5, 1/2 iken de % 10 olduğunu ortaya koymuştur. Buradan taşıma faktörünün 1/2 ile 1/4 arasında bulunduğu birçok gerçekçi durumdaki hatanın önemsiz olduğu sonucu çıkarılabilir.

Şekil 15 in kullanılması örnek problemde gösterilmektedir.

ETKİ EĞRİLERİ

Bu metinde «etki eğrileri» terimi alışılmış tanımın bir uzantısı olarak kullanılmaktadır çünkü bu durumda dört tür yükleme durumunun herhangi birinin karşılıklı etki yapan F sistemi ve W sistemi üzerindeki etkisini göstermektedir.

Eğriler farklı rijitlikteki yapılarda dört ayrı yükleme durumu için yaklaşık 150 kombinasyonu içermektedir. Bu kadar çok diyagramın verilmesinin iki ana amacı bulunmaktadır: Birincisi bütün parametrelerin birbiriyle ilişkisini grafik olarak tanımlıyarak mühendise bunların etkisini görsel olarak vermek, ikincisinde çok sayıda rijitlik ve yük durumları içeren veriler sayesinde yapıların ön projelendirme aşamasındaki değerlendirilmelerini sağlayacak bir olanak sağlamaktır.

Böylelikle seçilen perde duvarının etkinliği değerlendirilip ardışık çözüme gitmeden önce gerekli değişiklikler yapılabilir. Çoğu yapının rijitliği grafiklerin kapsamında olacaktır, böylelikle verilen birçok uygulamada kesin projelendirme de kullanılabilir.

Tablo. 5. HESAPLANMIŞ MODEL DEĞERLERİNİN KIYASLANMASI

| 1/L | HESAPLANMIŞ DEĞERLER | MODEL DEĞERLERİ | ORANLARI |
|------|----------------------|-----------------|----------|
| (1) | (2) | (3) | (4) |
| 0.5 | 0.60 | 0.51 | 0.85 |
| 0.75 | 0.47 | 0.41 | 0.87 |
| 1.0 | 0.38 | 0.32 | 0.84 |
| 1.25 | 0.31 | 0.27 | 0.87 |
| 1.33 | 0.30 | 0.25 | 0.83 |
| 1.5 | 0.27 | 0.23 | 0.85 |

YAPI PARAMETRELERİNİN TANIMLANMASI

Çözümlemelerde kullanılan ana yapılar, F ve W adlı iki yük taşıyan sisteme bölünmüş olup, Şekil 2 (c) de önerildiği gibi bağlanmıştır. S_s simgesi, perde duvarlarının toplam rijitliklerini gösterir. S_c , kolonların rijitliklerinin toplamı, S_b ise kiriş rijitliklerinin toplamını göstermektedir.

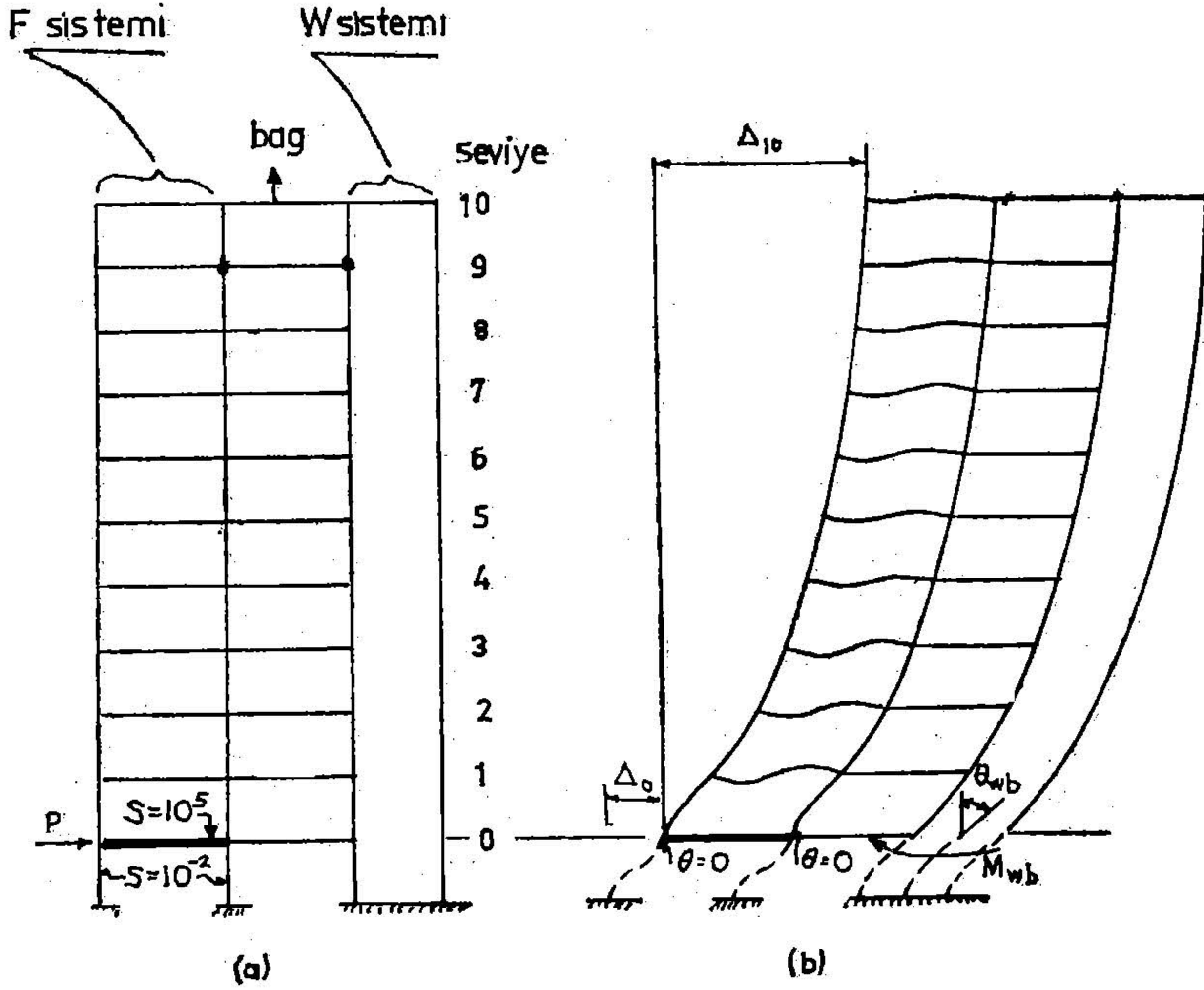
Duvar-Kolon rijitlik oranı olarak tanımlanan S_s/S_c , ve kolon-kiriş rijitlik oranı olarak tanımlanan S_c/S_b nicelikleri, yapının ilk katındaki koşulları ile ilintilidir. Bu parameterler, F ve W sistemlerinin rijitlikleri arasındaki ilişkinin tarifinde kullanılır. Örneğin, kolon kiriş rijitlik oranı $S_c/S_b = 1$ olması, çerçevenin aşırı derecede rijit olduğunu gösterir. Verilen herhangi bir kolon rijitliği varsa, bu oranın artması, seçilen çerçevenin rijitliğinin azalması anlamını taşır. Tersine, duvar-kolon rijitlik oranı $S_s/S_c = 5$ olması narin bir perde duvarına uyar. Büyüyen S_s/S_c oranları ise, duvar rijitliklerinin arttığını belirtir.

Diyagramlarda yükseklikle rijitliğin üç tür değişmesi yer almaktadır. Birinci tür yapılarda S_s , S_c ve S_b rijitlikleri yükseklik boyunca değişmemektedir. İkinci tür yapılarda duvar ve kolon rijitlikleri doğrusal biçimde tepede $S_s/3$ ve $S_c/10$ olmak üzere azaltılmakta, ancak S_b sabit tutulmaktadır. Üçüncü tür yapılarda duvarlar ve kolonların değişmesi ikinci tür yapılardakiyle aynı olup ancak kiriş rijitlikleri doğrusal biçimde tepede $S_b/2$ olmak üzere azaltılmaktadır.

Yüklerin Tanımlanması

Bu araştırmada seçilen dört yükleme koşulları tasarım için gerekli yüklemelerin çoğunluğunu kapsamaktadır. Birçok yönetmelikte rüzgâr yükü için düzgün yayılı yük önerilmiştir. Bazı bölgelerde, belirtilen rüzgâr yükü, yapının üst kısımlarında arttırılmaktadır. Dolayısıyla yönetmelik yükü, diyagramlarda bulunan eşdeğer üçgen yüküne veya düzgün yayılı yük ile üçgen yüklerin bir bileşimine çevrilir. Üçgen yük ile yapının tepesindeki yatay tekil yük ise son zamanlarda çıkan yönetmeliklerde önerilen deprem yükleri olarak kullanılabilir. Dördüncü yükleme durumu temelde moment olup temel dönmesinin etkilerinin saptanabilmesini amaçlayan bir girişlidir.

İlk üç yükleme durumu için eğriler, doğrudan doğruya idealleştirilmiş yapılara uygulanarak elde edilmiştir. Dördüncü yükleme durumu ise, Şekil 16 (a) da gösterildiği gibi kurgusal bir yeraltı yapısının kullanılması ile elde edilmeye çalışılmıştır. O seviyesinde, çerçevenin $S = 10^5$ kadar büyük bir rijitliği olan bir kirişe ve $S = 10^{-2}$ kadar küçük bir rijitliği olan iki kolona bağlandığı kabul edilmiştir. O seviyesinin altındaki perde duvarının eylemsizlik momenti ise ilk katınkine eşit sayılmıştır. Büyük bir yatak yük P nin O seviyesinde uygulanması ile Şekil 16 (b) de gösterilen deformasyon oluşmaktadır. F sistemi temeldeki kolonlar dönmeksizin yatay bir ötelenmeye maruz kalmaktadır. Bütün P yükü duvar tarafından karşılanmaktadır, ancak duvarın sehimi sonucunda duvarla çerçeve arasındaki etkileşim, "bağ" çubuklarında kuvvetlerin oluşmasını sağlar. Bu kuvvetlerle birlikte M_{wb} momenti, θ_{wb} dönme açısı ve duvarın her seviyesindeki momentler ardışık çözümden hesaplanabilir.



Sekil 16.

Diyagramların Açıklaması

17 (a), 18 (a), 19 (c), 20 (a) 21 (a), (22) (a) ve 23 (a) sayılı şekillerde düzgün yayılı yük için sonuçlar verilmiştir. Adıgeçen şekillerde yapı öğelerinin rijitlikleri ile kolon-kiriş ve duvar kolon rijitlik oranları S_c/S_b ve S_s/S_c de gösterilmiştir. 17 (a), 18 (a) ve 19 (a) sayılı şekillerde rijitlikleri yükseklikle değişmeyen yapılar incelenmekte olup, 20 (a), 21 (a) ve 22 (a) ve 23 (a) sayılı şekillerde ise rijitliği değişken olan yapılar için sonuçlar verilmiştir. Çerçeve ve perde duvarı ile ilgili sonuçlar bir parça değişik bir biçimde ifade edilmiştir. 20 ila 23 sayılı şekillerin sol kısmında, çerçevenin yükseklikle değişen toplam kesme kuvveti V_{fx} , toplam temel kesme kuvveti V_b nin bir oranı olarak gösterilmektedir. Aynı şekillerin sağ kısmında duvarın herhangi bir seviyesindeki kesme kuvveti V_{wx} , yine aynı seviyedeki toplam kesme kuvveti V_{fx} in bir oranı olarak gösterilmektedir. Soldaki grafiklerden çerçevenin yer seviyesinden üstün herhangi bir noktada taşınan toplam yükün değeri bir bakışta saptanabilmektedir. Buna karşılık sağdaki grafiklerden, herhangi bir seviyede duvarın etkinliği, kat kesme kuvvetinin duvarca taşıdığı oranı ile belirlenmektedir. Örneğin, $S_c/S_b = 1$ olan rijit bir çerçeve ile $S_s/S_c = 5$ olan narin bir duvar bir araya getirildiğinde, duvarın yer üstünde $0.2 H$ seviyesinde (toplam yüksekliği H ile gösterilmekte) taşıdığı kesme kuvveti aynı seviyedeki toplam kesme kuvvetinin yaklaşık olarak yalnız % 15 idir. Bu denli narin bir duvar örneği sadece konuya açıklık getirmek için seçilmiştir. Böyle bir duvarın çerçevedeki davranışının büyük bir kolonunkine benzemesi beklenir. Aynı derecede iyi bir çözüm, çerçeve analizinin bilinen yöntemleriyle elde edilebilir. Çerçevenin taşıdığı kesme kuvveti ile Şekil 17 (a) da kesik çizgi olarak gös-

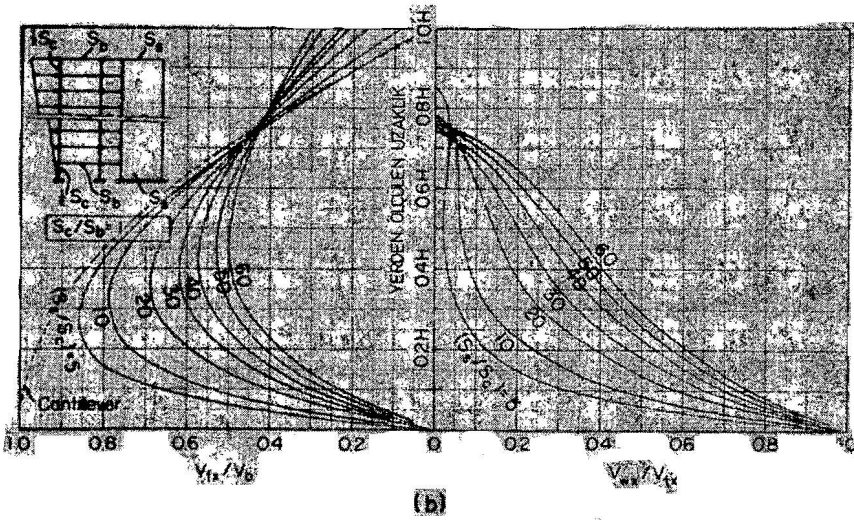
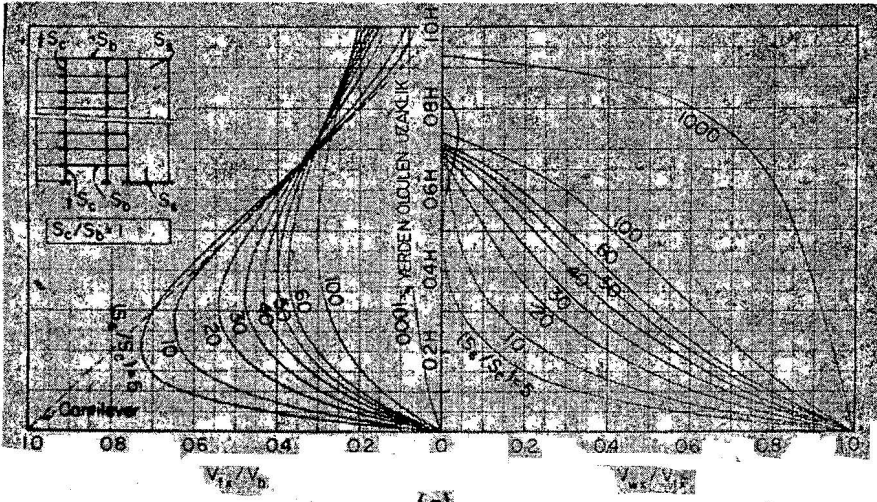


FIG. 17

terilen düzgün yayılı yüke maruz konsol kirişin kesme kuvveti mukayese edildiğinde bu konu açıklığa kavuşur. $0.3 H$ kadar yüksekliğin üstündeki bir seviyede çerçeve kesme kuvveti yaklaşık olarak konsol kirişinkine eşit olup ancak kesme kuvveti yer seviyesine yakın azalmaktadır. Gerçekte, üst katlarda çerçevedeki kesme kuvveti, konsol kirişinkinden fazladır. Bu olay, daha önce şekil 1'de açıklanmıştır. Üst katlarda çerçeve kesme kuvvetlerinin yüksek oluşu, çerçevenin duvar serbest sehimini engelleme eğilimindedir. Duvar-ko-

İon rijitliğinin artışı ile çerçeve kesme kuvveti azalmakta ve sonuçta herhangibir yükseklikte yaklaşık olarak sabit kalmaktadır. Bu etki daha belirgin bir biçimde Şekil 19 (a) da görülebilir. Kolon-kiriş rijitlik oranı $S_c/S_b = 10$ ve duvar-kolon rijitlik oranı $S_s/S_c = 30$ veya daha fazla olunca, çerçevenin $0.2 H$ yüksekliğinin üstünde yaklaşık olarak sabit kesme kuvveti taşıdığı görülür. S_s/S_c oranı artıka daha da büyük yük oranını taşıyan perde duvarının önemi de artmaktadır.

Bu gözlemlerin üçgen tipi yüke maruz yapılar için de tamamen geçerli olduğu Şekil 17 (b), 18 (b), 19 (b), 20 (b), 21 (b) ve 23 (b) den izlenebilir. Karşılaştırma amacıyla, üçgen yük altında konsol kirişteki kesme kuvveti, Şekil 17 (b) ve 19 (b) de kesik çizgi ile gösterilmiştir.

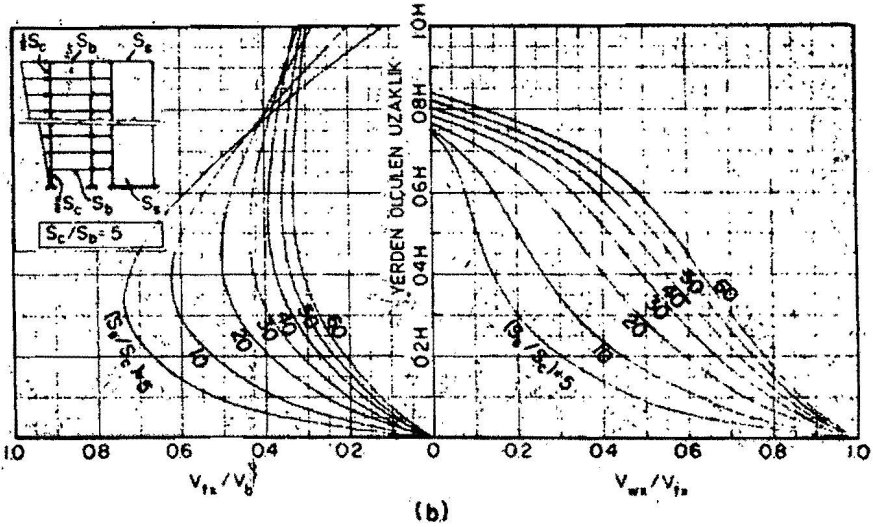
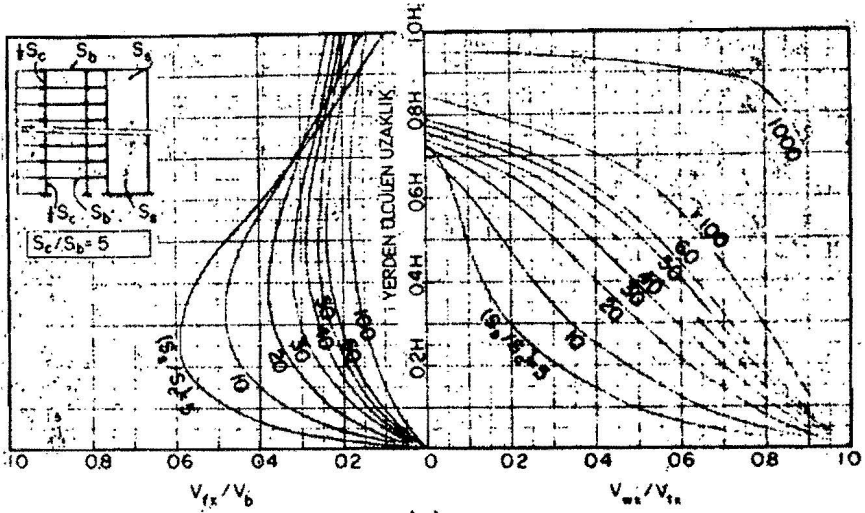
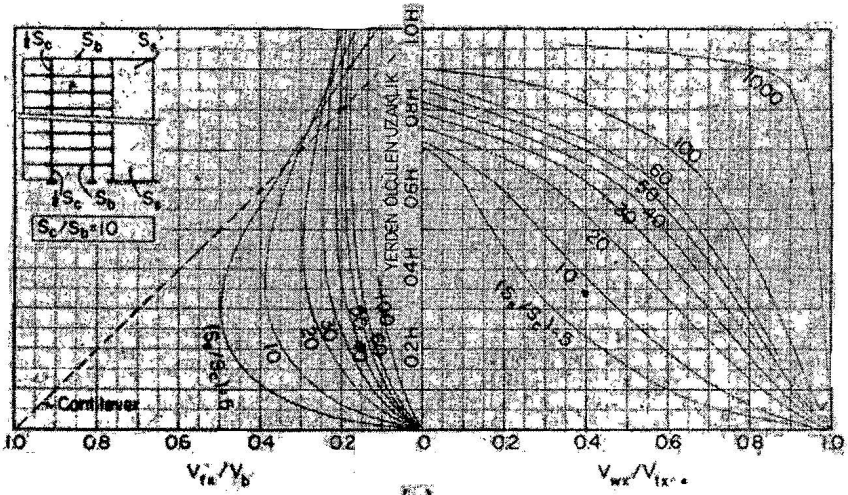
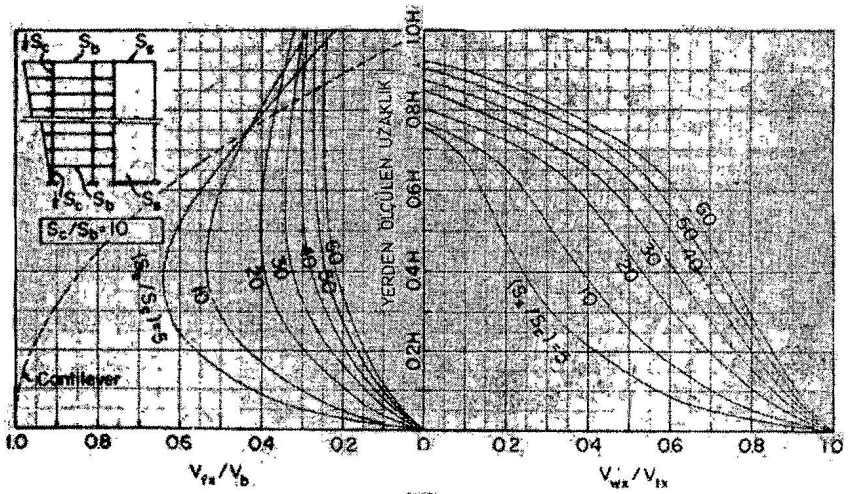


FIG. 18

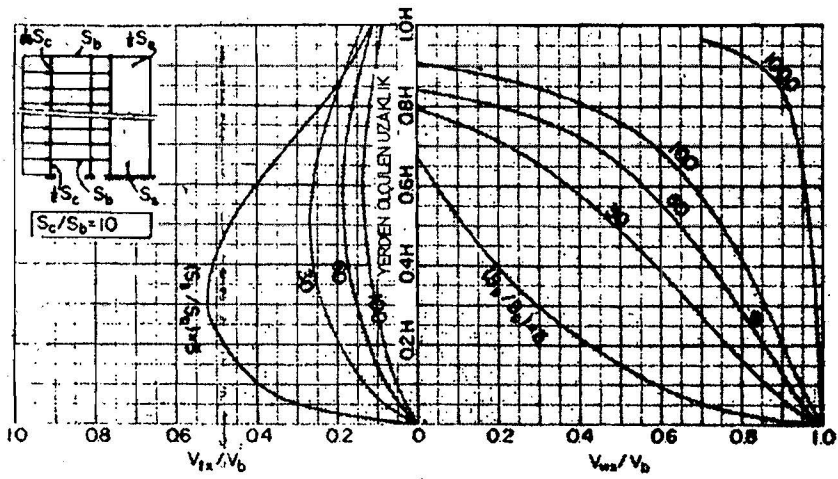


(a)

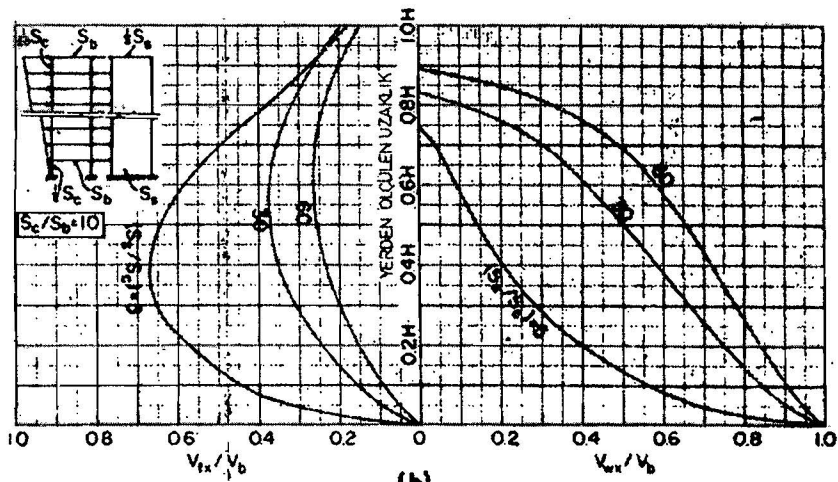


(b)

FIG. 19

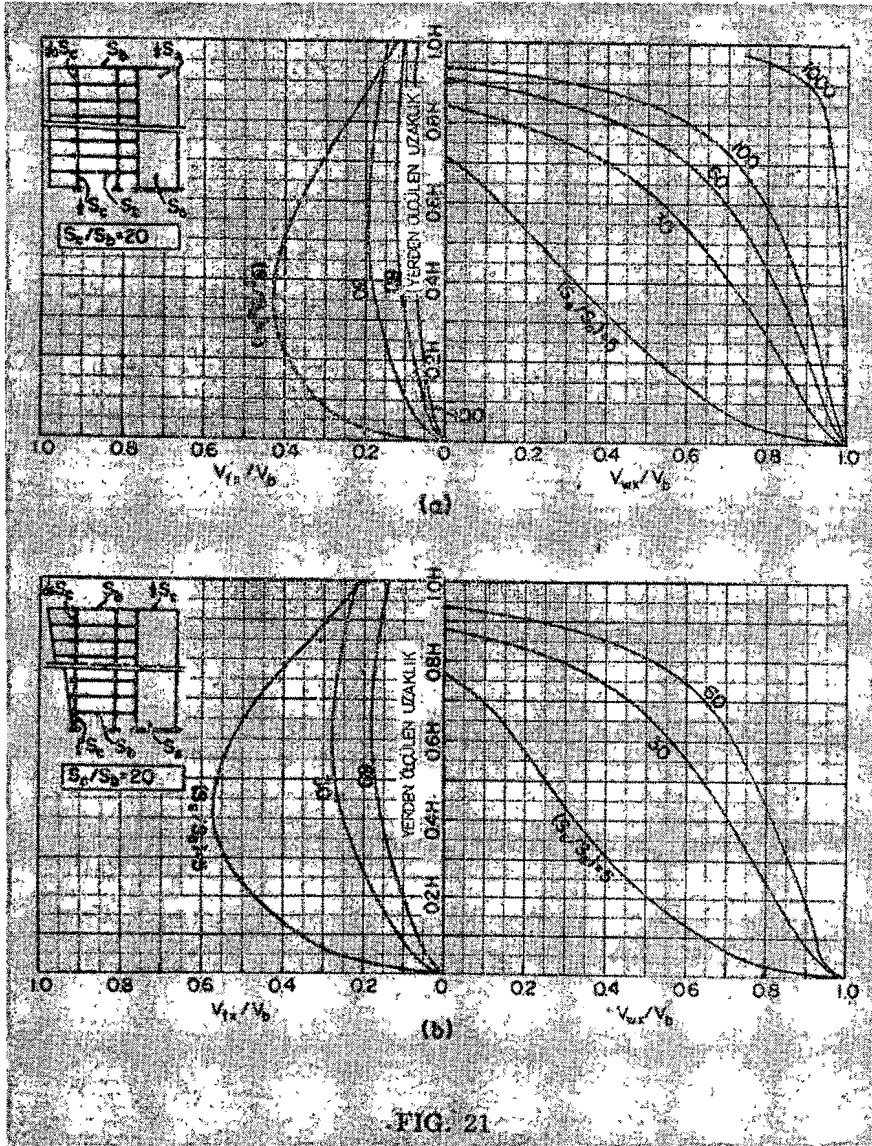


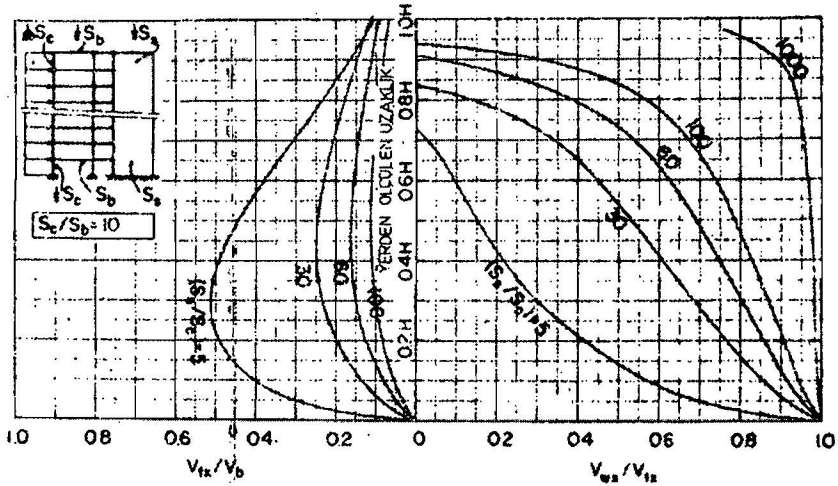
(a)



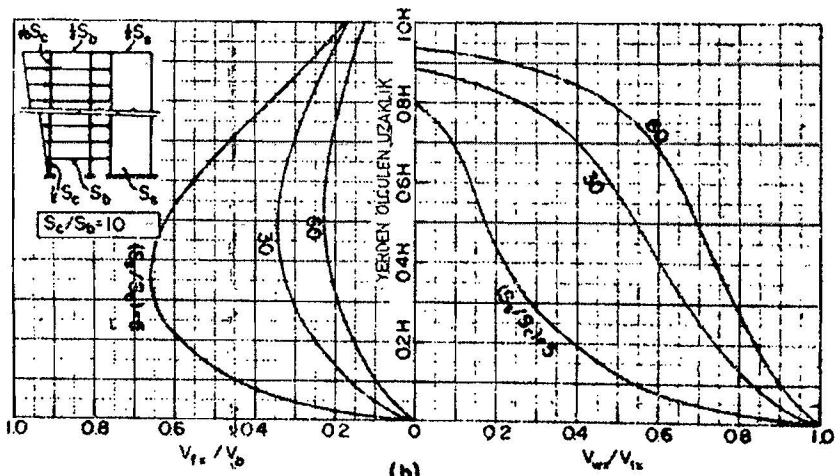
(b)

FIG. 20





(a)



(b)

FIG. 22

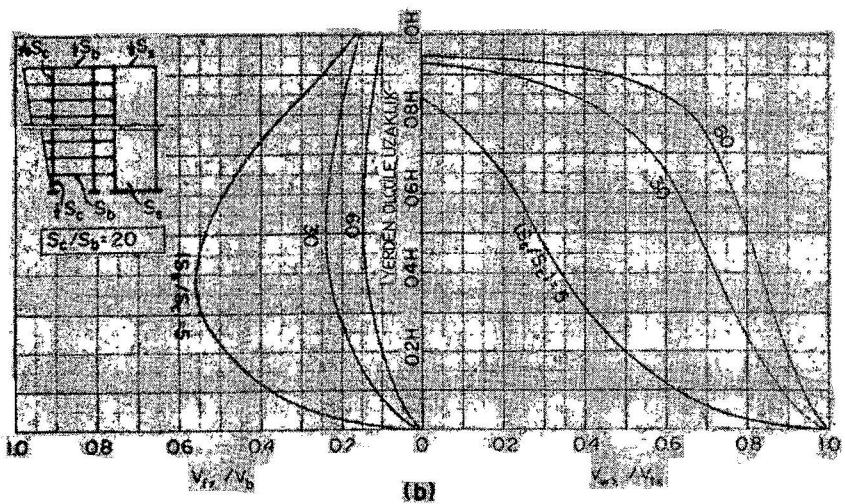
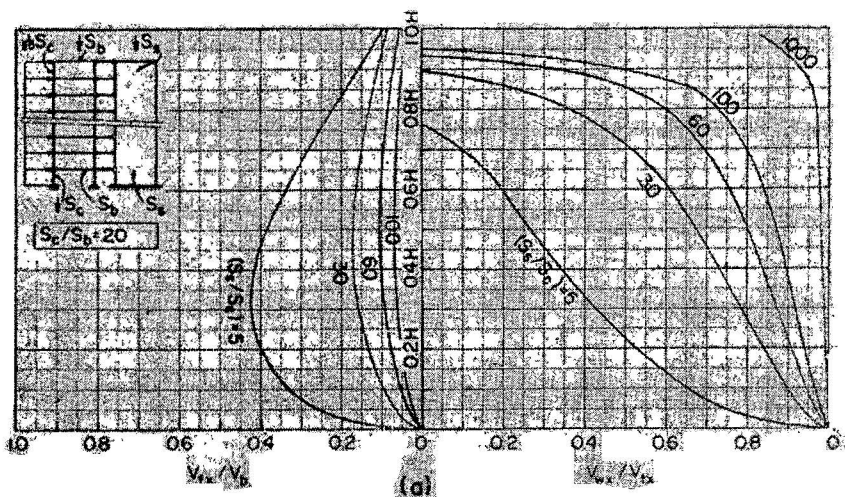


FIG. 23

Şekil 24 (a), 25 (a), 26 (a), 27 (a), 28 (a), 29 (a) ve 30 (a) da da görüldüğü gibi, aynı çerçeveler tepede yatay tekil yüklerle yüklenince sonuçlarda benzer bir eğilim gözlenmektedir. Tekil yük altında bütün yapının kesme kuvveti diyagramı, doğal olarak, $V_{fx}/V_b = 1$ olduğu yerde düşey bir çizgidir. Yapının yüksekliği boyunca sabit kesme kuvveti ve tepede tekil yük varsa, çerçeve ve duvardaki kesme kuvvetlerinin oranları, $V_b = V_{fx}$ olduğundan aynı diag-

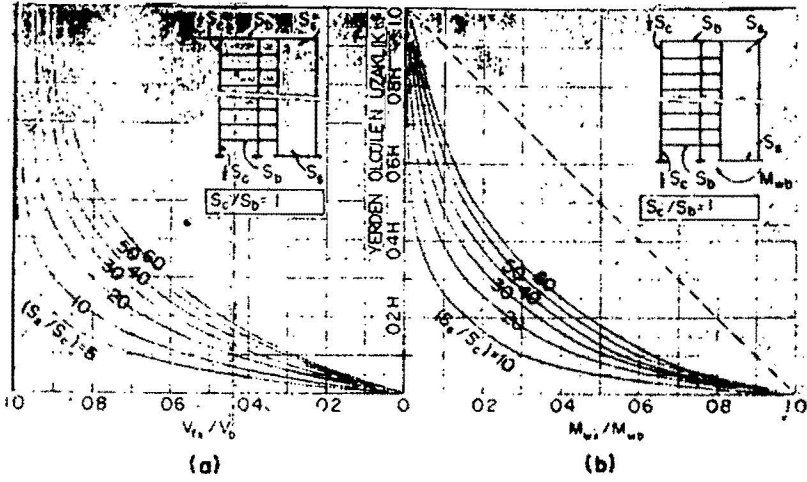


FIG. 24

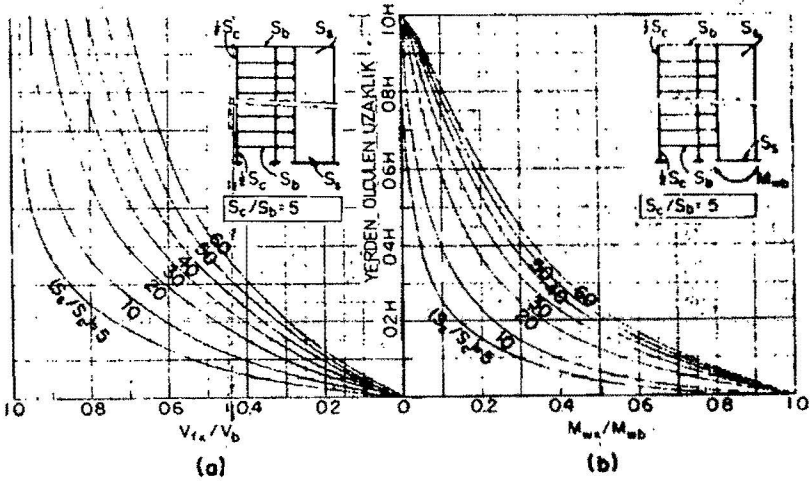


FIG. 25

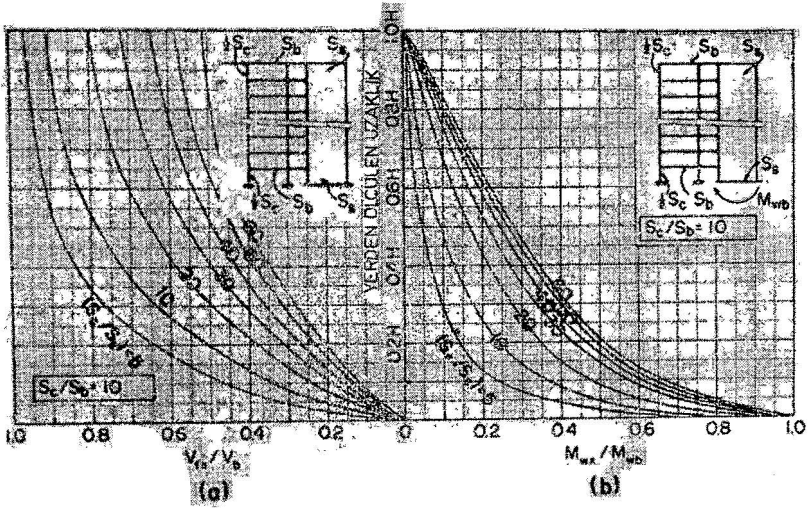


FIG. 26

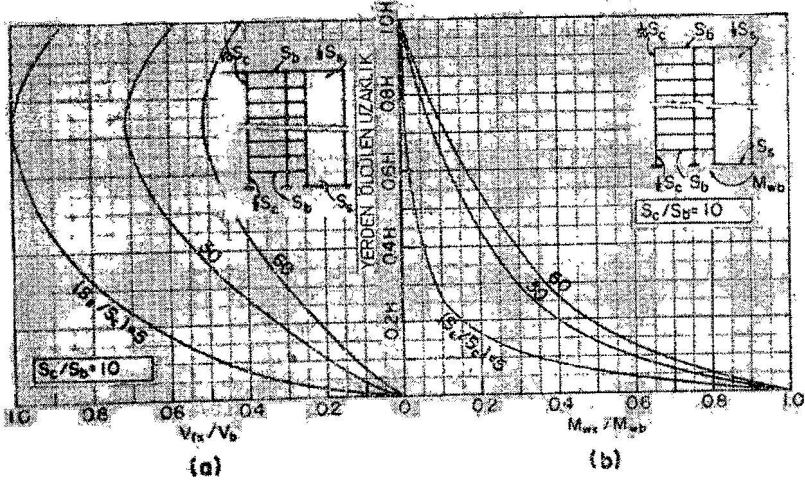


FIG. 27

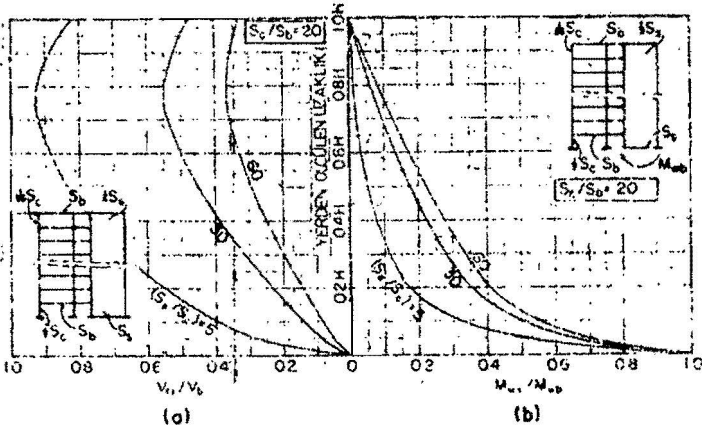


FIG. 28

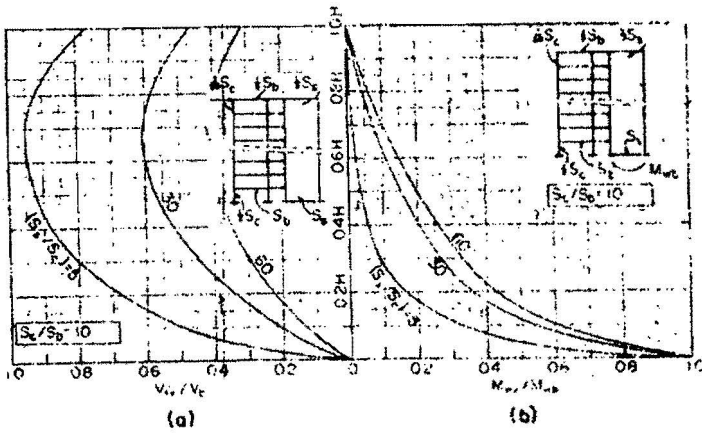


FIG. 29

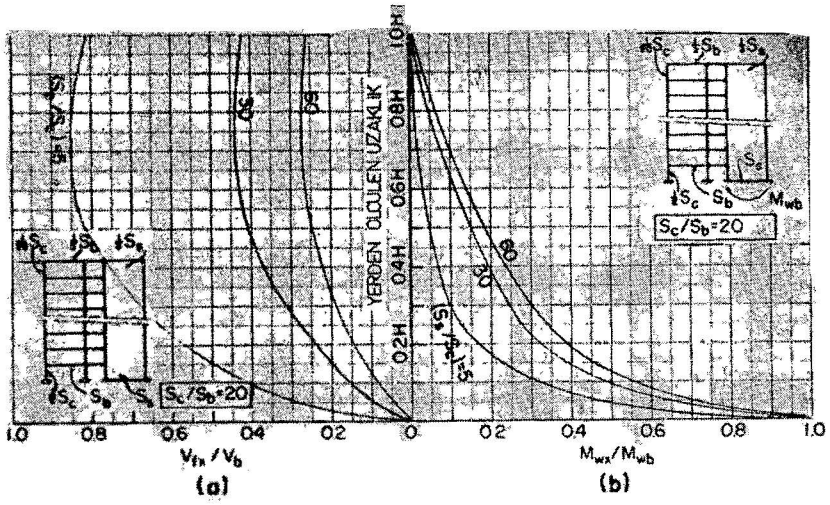


FIG. 30

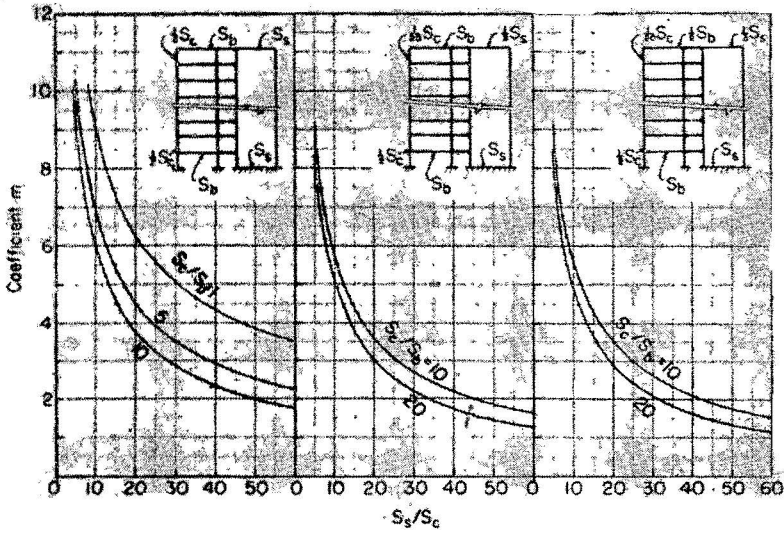


FIG. 31

ramdan elde edilebilir. Örneğin, Şekil 26 (a) da, S_s/S_c oranı = 60 olunca, çerçeve 0.4 H yükseklikte $0.47 V_b$ kadar kuvvet taşıyacak, kalan % 53 kadarını ise duvar paylaşacaktır.

Şekil 24 (b), 25 (b), 26 (b), 27 (b), 28 (b), 29 (b) ve 30 (b) de temeldeki momenti ve dönmenin etkileri gösterilmiştir. Temelde uygulanan bir momentin etkisi yükseklikle hızlı bir şekilde düşmekte ve S_s/S_c oranına bağlı olarak yerden belirli bir mesafede önemsiz olmaktadır. Mukayese için basit kirişin bir ucunda olan bir momentin sonucunda çıkan moment diyagramı Şekil 24 (b) deki kesik çizgi ile gösterilmiştir. Eğriler tasarım için kullanıldığında önce temeldeki dönmeden M_{wb} değerini bulmak için Şekil 31'e bakmak gereklidir. Duvar temelinde kesme kuvvetlerinden hesaplanan moment verildiği takdirde, dönme açısı θ_{wb} duvar temelinin eylemsizlik momenti ile zemin elastik modülünden, veya kazıkla keson kullanıldığı takdirde, yer altı yapının elastik özelliklerinden saptanabilir. Dönmeden dolayı duvar temelinde oluşan moment azalması şöyledir :

$$M_{wb} = m \left(\frac{E I}{H} \right) \theta_{wb} \quad (31)$$

Burada I duvarın ilk katındaki eylemsizlik momenti olup, H yapı yüksekliğidir; m ise Şekil 31 den alınan katyayıdır.

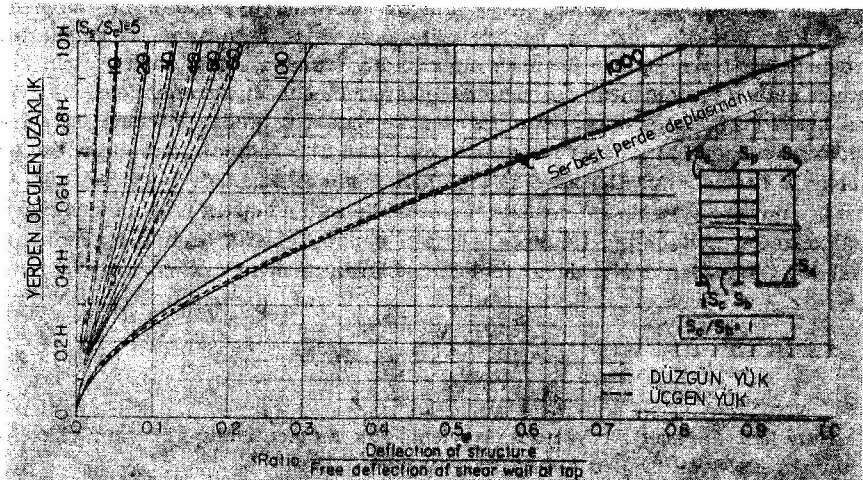
M_{wb} den dolayı her katta oluşan momentler Şekil 24 (b) ile 30 (b) den elde edilebilir. Duvar kesme kuvvetleri bu momentlerden kolayca hesaplanabilir. Çerçevdeki kat kesme kuvvetleri ise duvar kesme kuvvetlerine eşit ve karsıttır.

Dört yüklenme durumu için aynı yapıların görece (relatif) sehimleri Şekil 32 ile 38 de gösterilmiştir. Bunlar yerden olan yükseklik ile yapı sehiminin perde duvarının üstteki serbest sehimine olan oranı şeklinde çizilmiştir. Yapının deforme şeklini diyagramlardan saptamadan önce perde duvarının serbest sehimi ayrıca hesaplamalıdır.

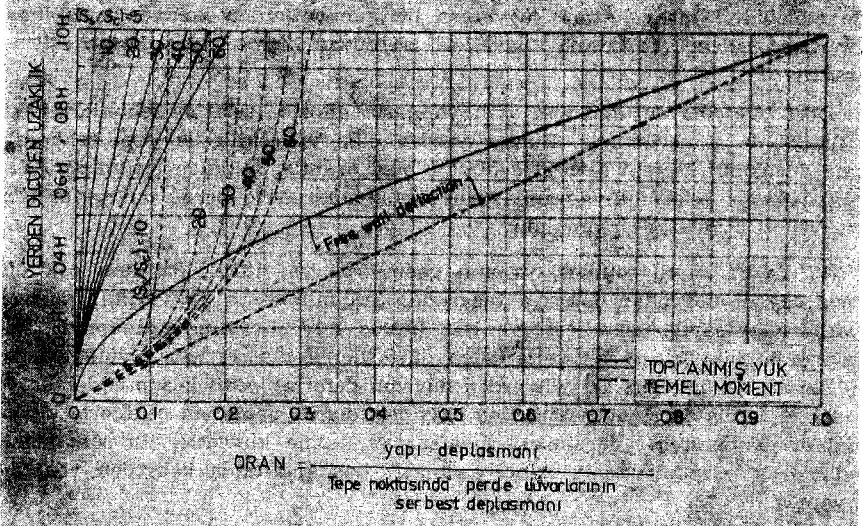
17 ile 31 sayılı şekiller, yapının geometrisi ve rijitlik dağılımı çok düzensiz değilse doğrudan doğruya tasarımda kullanılabilir. En verimli yöntem, diyagram katsayılarından çerçeve kat kesme kuvvetlerinin saptanması, ve bunların toplam kesme kuvvetlerinden düşürülerek duvara gelen yüklerin hesaplanması şeklindedir. Bu yüklerden duvarın deforme şekli hesap edilebilir ve sonuçları, 32 ile 38 sayılı şekillerden bağımsız olarak saptanan şekillerle kıyaslanabilir. Yapının her ögesindeki moment ve kesme kuvvetlerinin son değerlendirilmesi "Çözümlemenin ikinci aşaması" başlığı altında belirtilen yöntemle yapılır.

F ve W adlı sistemlerin on noktada uygunluk şartları sağlandığından eğrilerin olduğu hatırlanırsa, diyagramlarda kullanılacak duvar-kolon rijitlik oranı şöyle hesaplanmalıdır.

$$\frac{S_s}{S_c} = \left[\frac{\sum (E I)_s}{\sum (E I)_c} \right] \left(\frac{10}{N} \right)^2 \quad (32)$$



(a)



(b)

FIG. 32

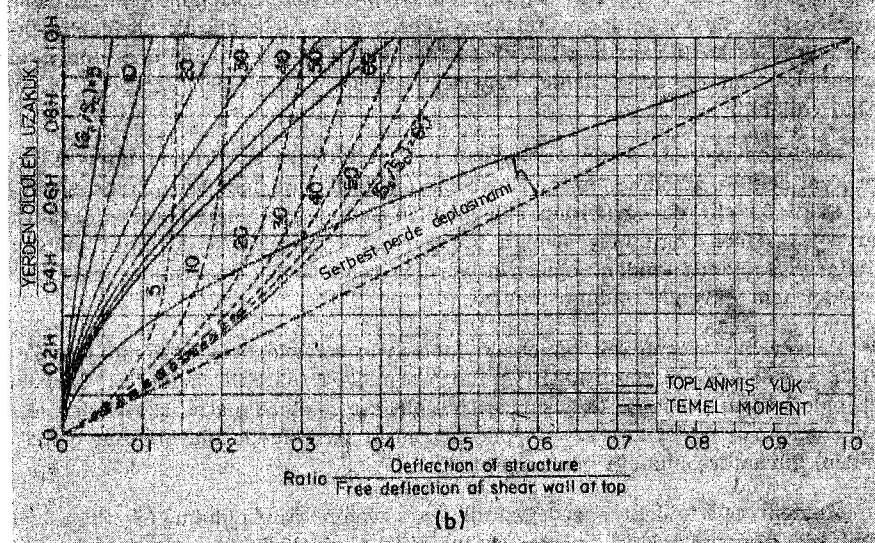
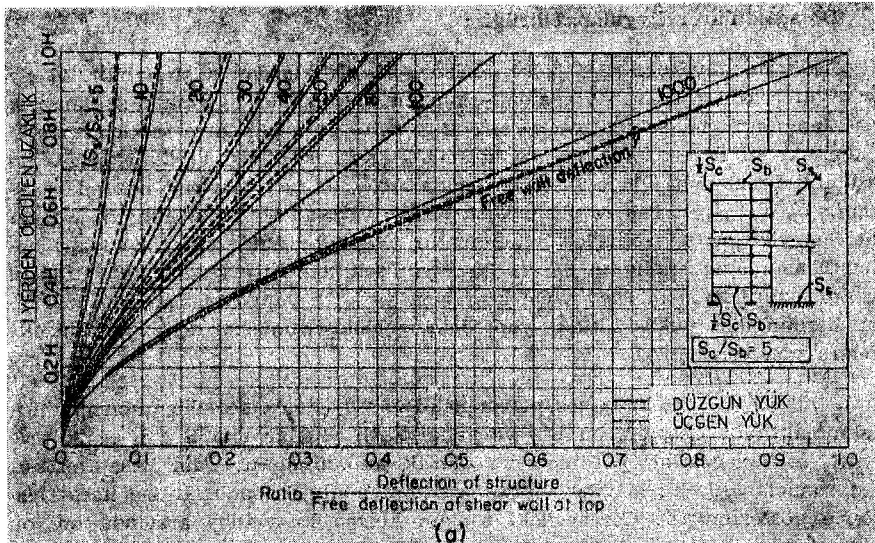


FIG. 33

Burada N yapının kat adedidir. S_c/S_b oranını saptamak için, S_c ve S_b değerleri doğrudan doğruya kolon rijitliklerinin toplamı ve kiriş rijitliklerinin toplamı olarak alınır.

Diyagramların Uygulanabilirliği :

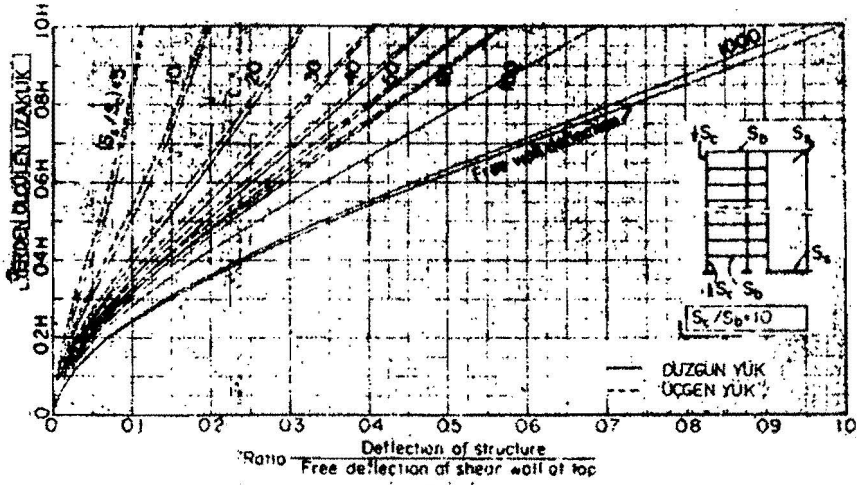
Eğrilerin güvenebilirliği belki gözlenen aksaklıklardan saptanabilir. 17 ila 30 sayılı şekiller, F. ve W sistemlerinin on noktasında uygunluk sağlanarak hesaplanmıştır. Yükseklik boyunca rijitliği sabit olan yapıların sonuçlarında F sisteminin en üst katında ani bir kesme kuvveti yükselişi görülmektedir. Bu olayın aydınlanması için uygunluk koşulları beş, on beş ve yirmi noktada sağlanmış olan, beş, on beş ve yirmi katlı birkaç yapı ayrıca incelenmiştir. En üst kat için yine benzer sonuçlar bulunmuştur. Buna karşılık, sehim sonuçları hemen hemen aynı çıkmıştır. 17 ila 30 sayılı şekillerde ise kesme kuvvetindeki bu ani artış izlenmemektedir. On beş ve yirmi katlı yapıların sonuçları, eğrilerin herhangi bir yükseklikteki yapı için genelleştirilmesini sağlayan düzeltmelere yön vermiştir.

Şekil 39 (a) da, ka'ti hesaplarla Şekil 18 (a) dan elde edilen sonuçlar kıyaslanmaktadır. Beş, on, on beş ve yirmi katlı yapılar için $S_s/S_c = 30$ ve $S_c/S_b = 5$ değerleri parametreler olarak kullanılmıştır. Tam hesaptan alınan sonuçlar sürekli çizgiler olarak, eğrilerden alınan sonuçlar ise kesik çizgilerle gösterilmiştir. Çerçevadaki toplam kesme kuvvetleri arasında on, on beş ve yirmi katlı yapılarda çoğu yerde iyi bir uyum gözlenmektedir. Kesme kuvvetinde % 50 ye yaklaşan ani artış tepede açık seçik olarak görülebilmektedir. Beş katlı yapı için iki yöntemden elde edilen sonuçlar arasında aynı derecede uyum olmadığı halde, değerler tasarım için yeterli derecede yakın kabul edilebilir.

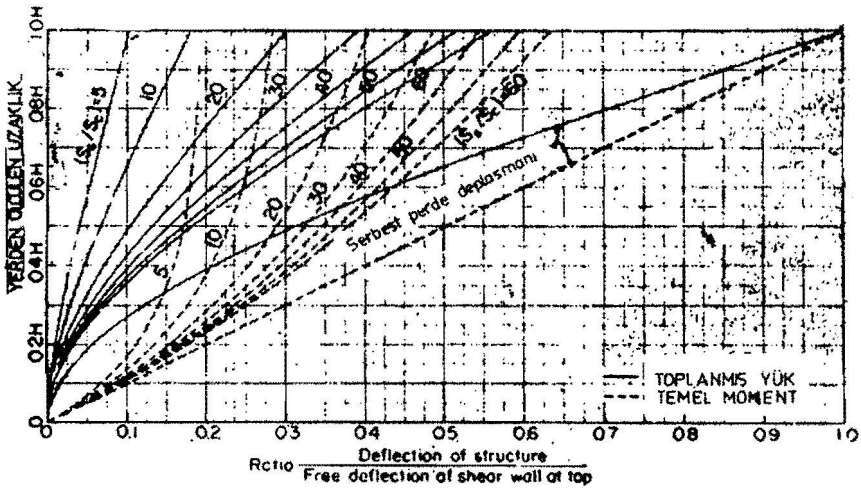
Değişken rijitliğe sahip yapılardan en üst kattaki ani kesme kuvveti artışı aynı şekilde görülmemiştir. Böyle bir on katlı yapı için hesaplanan sonuçlar, Şekil 39 (b) de eğrilerden elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmaktadır. Perde duvarları, çoğu kez, eleman kesitlerinin yükseklikle değiştiği yüksek yapılarda kullanıldığından, eğrilerin verdiği sonuçların tasarımda rastlanan örnekler için güvenilir olduğu açıktır.

Benzer bir uyumsuzluk temeldeki momentir sonuçlarında gözlemiştir. Şekil 38 (c) de, on beş ve on katlı yapıların sonuçları (sürekli çizgilerle), eğrilerden elde edilen sonuçlarla (kesik çizgiler) birlikte gösterilmiştir. Eğrilerden alınan sonuçların ikinci kat seviyesinde, eğrilerin bu bölgede düzeltilerek çizildiğinden, güvenilir olmadığı gözlenmektedir.

Moment eğrisindeki ani değişiklik, çerçevenin rijit olduğu ($S_c/S_b = 1$) yapılarda gözlenmemiştir, ancak çerçeve rijitliği azaldıkça bu ayırım daha belirgin olmuştur. Başka deyişle, eğriler yapının büyük bir kısmı için geçerli olduğu halde, S_c/S_b oranı arttıkça ikinci katta aynı derecede güvenilir olmayacaktır. Dolayısıyla yumuşak zeminlere oturan yapıların ikinci kat seviyesinde eğriler bazı hallerde tasarımda kabul edilmeyen değerler verebilir. Sağlam zeminlerde temelde dönmeden oluşan ek gerilmelerin görece (relatif) olarak küçük olacağı kabul edilebilir. Sonuçta hem yük etkenlerini hem de temel dönmelerini içeren toplam kat kesme kuvvetlerinin değerleri güvenilir olmalıdır.

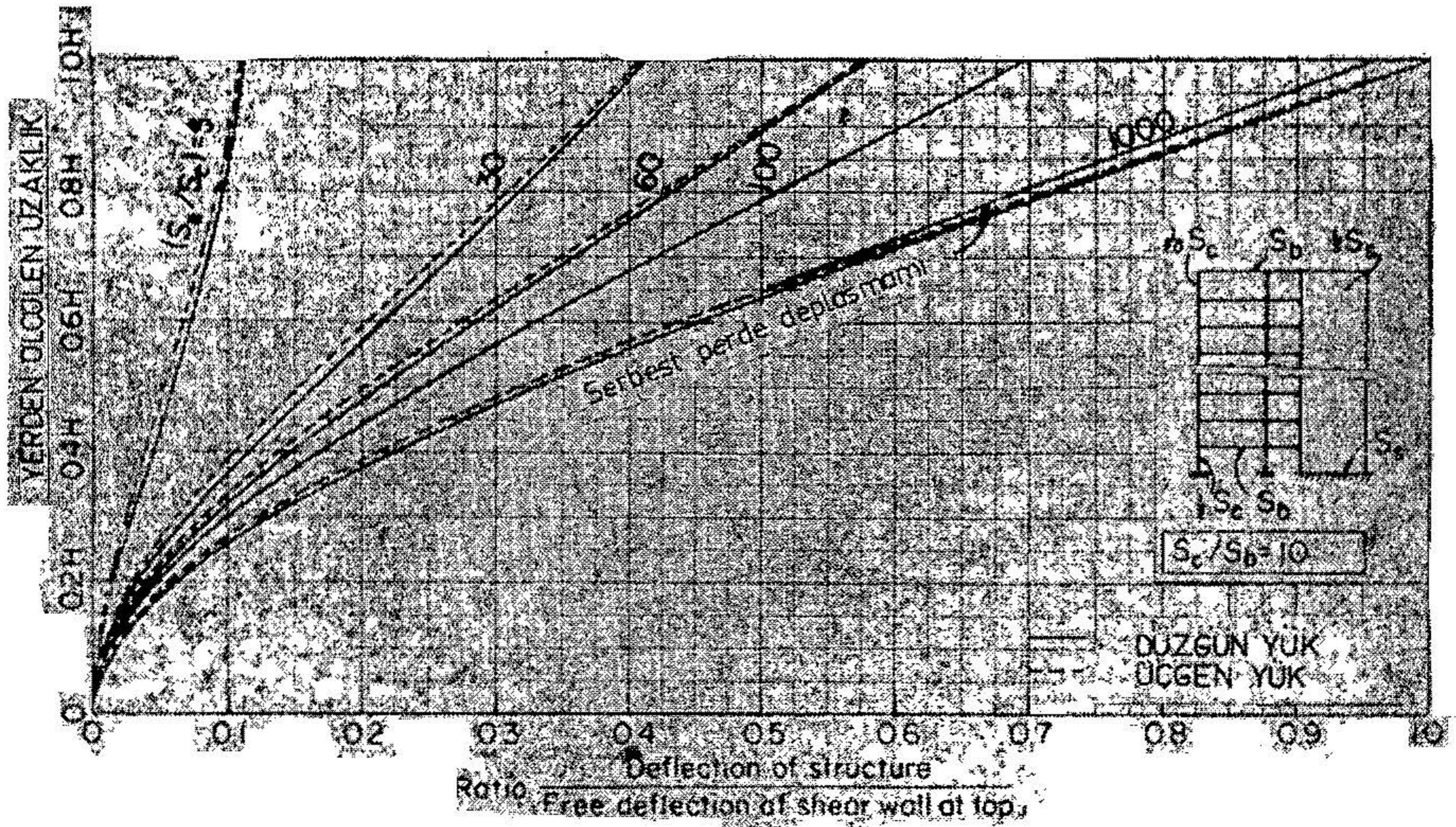


(a)

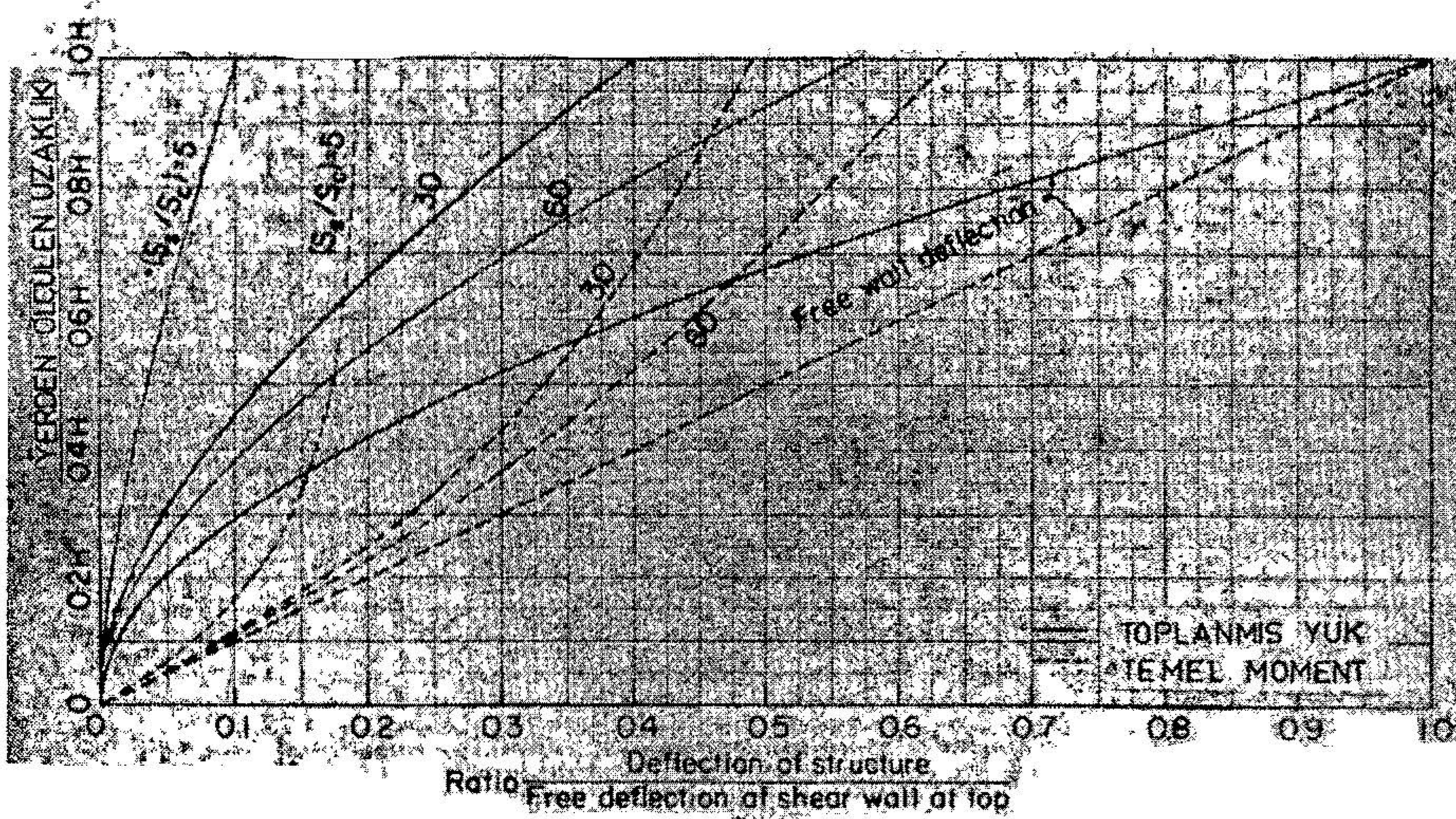


(b)

FIG. 34



(a)



(b)

FIG. 35

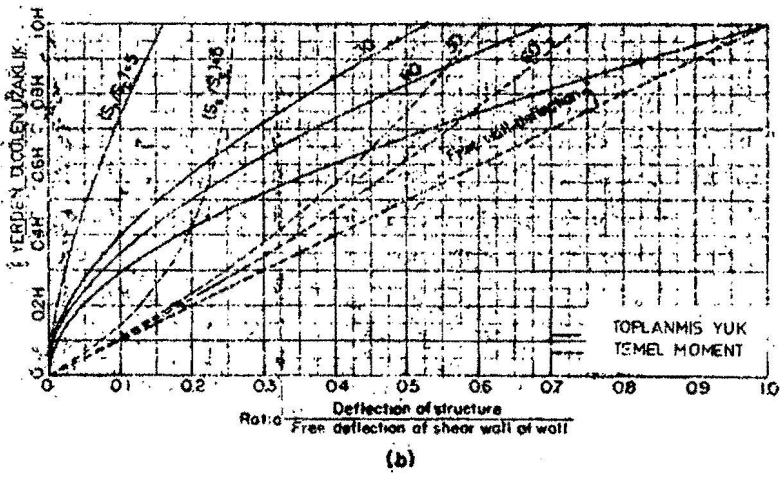
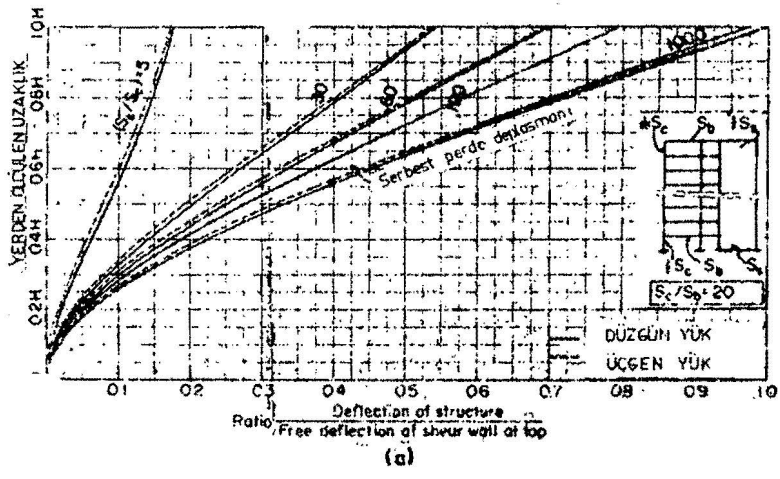
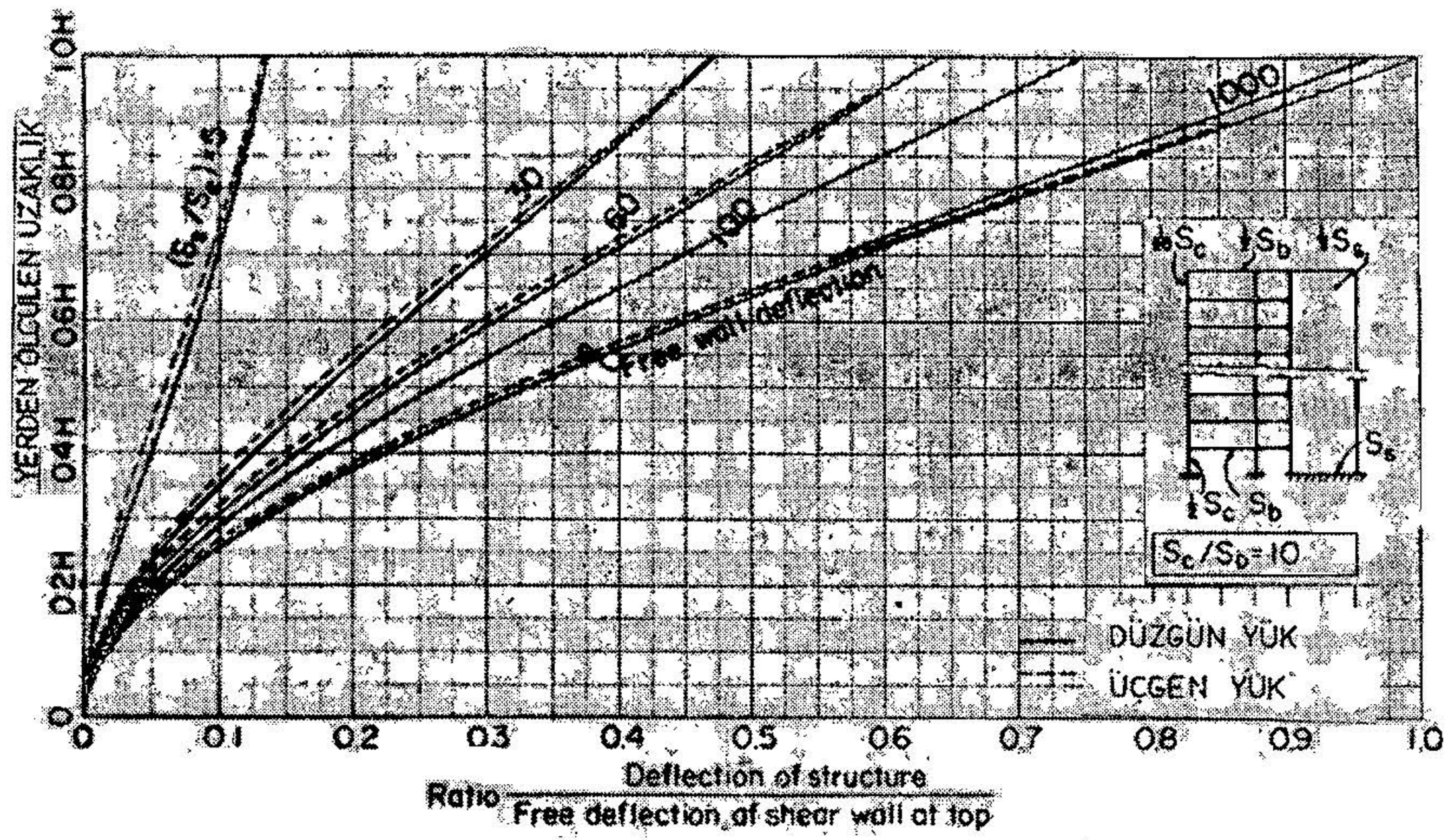
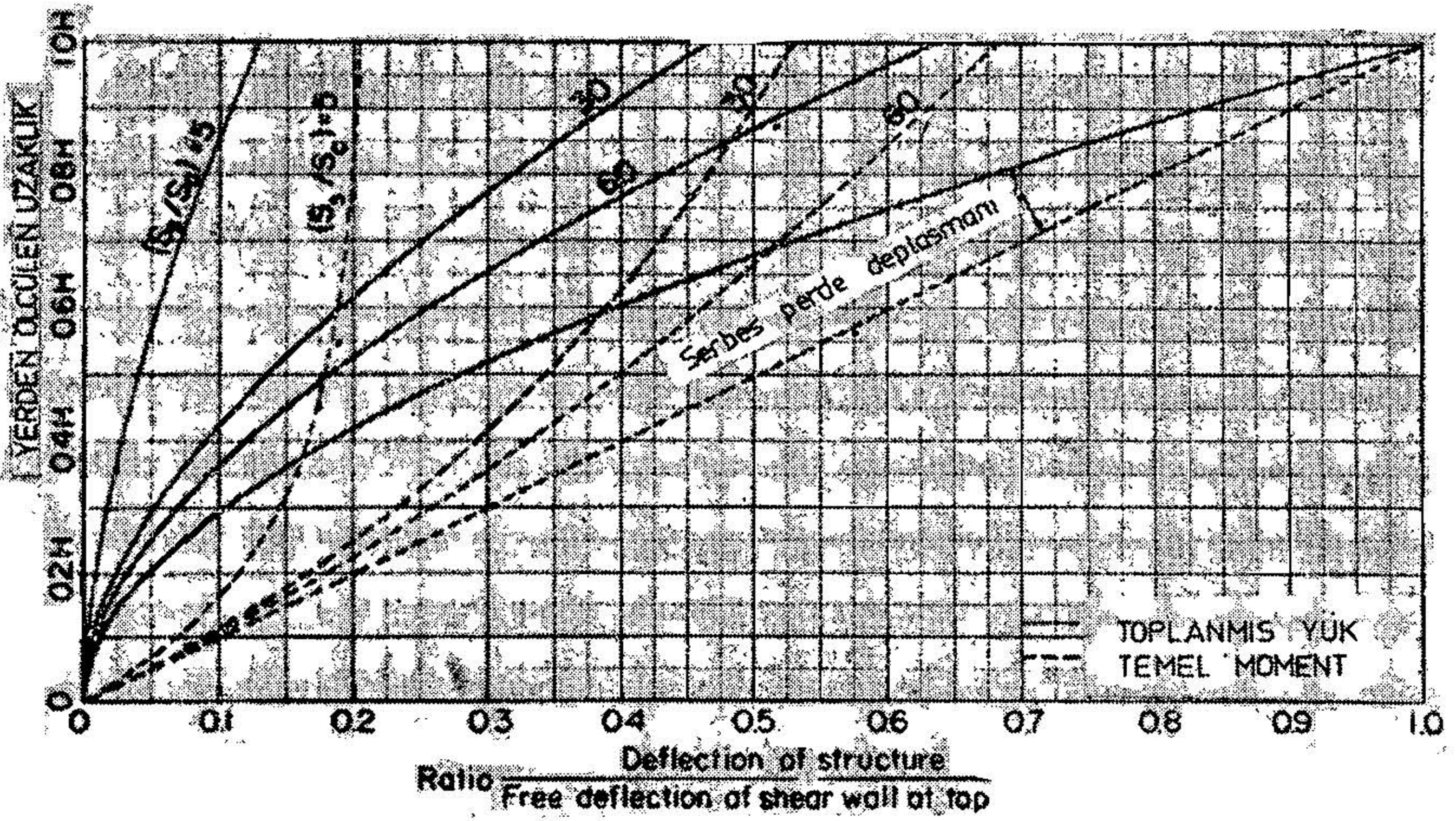


FIG. 36

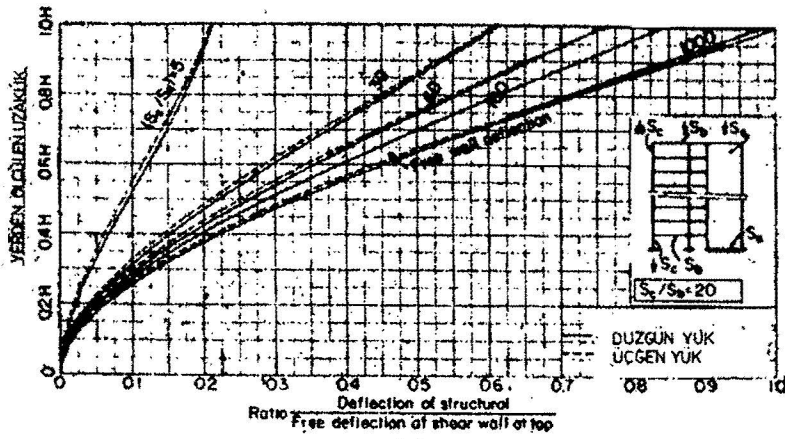


(a)

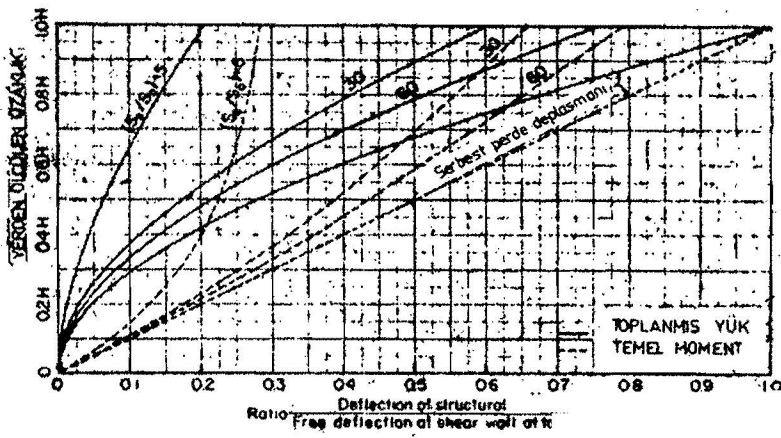


(b)

FIG. 37

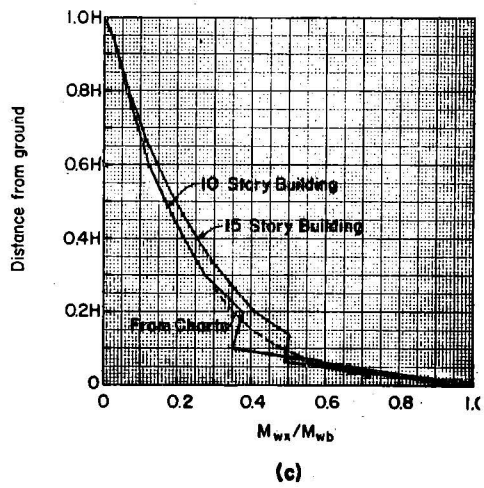
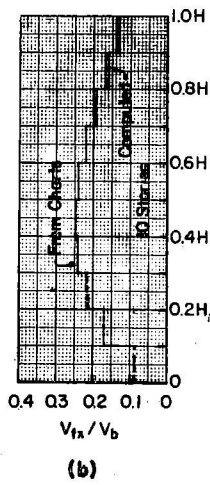
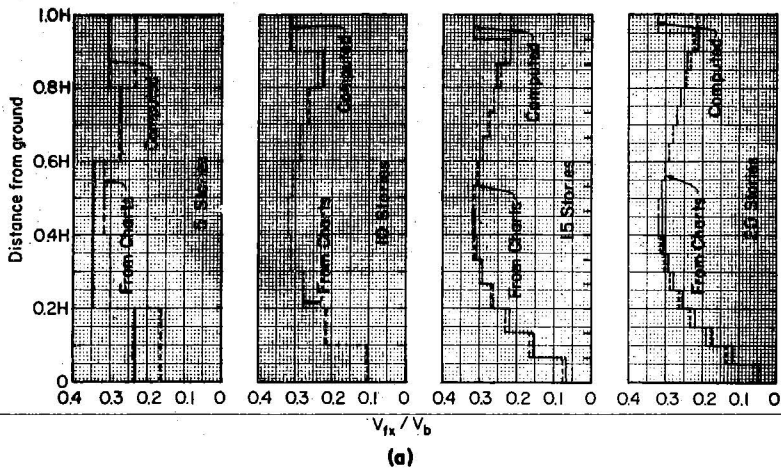


(a)



(b)

FIG. 38



Örnek : Planda dikdörtgen olup, boy yönünde her biri 11'-6" (3.51 m.) olmak üzere 19 gözül, en yönünde ise her biri 20' (6.10m.) olmak üzere 3 gözülü olan 14 katlı, plak döşemeli bir yapı örnek olarak seçilmiştir. İlk katın yüksekliği 13' (3.96 m) dir. Diğer 13 katın her biri 8'-8" (2.64 m.) dir. Yapının 72 kolonu ve 6 perde duvarı vardır. Kolonların ortalama boyutları ilk katta 14"x22" (35.56 cmx55.88 cm), ikinci katta 14" x 14" (35.56 cmx35.56 cm.) dir.

Kolon eylemsizlik momentlerinin toplamı, birinci, ikinci ve ondördüncü katlarda 45.8 ft⁴ (0.4 m⁴) 28.8 ft⁴ (0.25 m⁴) ve 11.1 ft⁴ (0.096 m⁴) olup, ilgili rijitlik değerleri 3.52; 3.32 ve 1.28 dir. Yapı yüksekliği boyunca perde duvarlarının kesitleri değişmemektedir. Bunların eylemsizlik moment toplamı ise 2420 ft⁴ (20.89 m⁴) tür. Döşemeler her katta 8" (20.32 cm) kalınlıktadır. Yine her katta 20 ft'lik (6.1 m.lik) 49 açıklık, 12 ft'lik (3.66 m. lik) dört "bağ" açıklığı ve 6 ft lik (1.83 m lik) dört bağ açıklığı bulunmaktadır.

Birinci katta, yapının kısa boyutuna paralel en-açıklık ile kolon-açıklık oranları şöyle hesaplanır.

$$\frac{l}{L} = \frac{11.5}{20} = 0.575 ; \left[\frac{3.51}{6.1} = 0.575 \right]$$

ve

$$\frac{d}{L} = \frac{22}{(12)(20)} = 0.092 ; \left[\frac{55.88}{(6.1)(100)} = 0.092 \right]$$

Şekil 15 ten eşdeğer kiriş olarak kullanılabilir döşeme, genişliği ve eylemsizlik momenti şöyledir :

$$l_e = 0.57 l = (0.57)(11.5) = 6.6 \text{ ft.}$$

$$[l_e = (0.57)(3.51) = 2 \text{ m}]$$

ve

$$I_b = \frac{(6.6) \left(\frac{8}{12}\right)^3}{12} = 0.163 \text{ ft}^4$$

$$[I_b = \frac{(2) \left(\frac{20.32}{100}\right)^3}{12} = 0.0014 \text{ m}^4]$$

Benzer şekilde, çatı seviyesinde hesaplanan eylemsizlik momenti 0.151 ft⁴ (0.0013 m⁴) tür. Yüksek yapıların çoğunda duvarlarla çerçeve öğeleri yükseklikle değiştiğinden eğrilerden doğrudan doğruya enterpolasyon mümkündür. Seçilen örnekte, gerçek bir bina olan yapı görece kısa olup, değişmeyen, perde duvarları ile kattan kata değişen çerçeve öğelerini içermektedir ve dolayısıyla, eğrilerde gösterilen rijitlik sınıflandırılmasına girmemektedir. Bu örnek ger-

çekten bile bile böyle hallerde de eğrilerden rijitliği birkaç ara seviyede alarak çözüme ulaşabileceğini göstermek için seçilmiştir.

Eğrilerin uygulanmasını kolaylaştırmak için yapı, on parçaya ayrılır. Bu gerekli değildir, ancak yapı kat sayısı 10'un bir katı değilse eğrilerden ilgili değerleri seçmek uğraştırıcı olabilir. S_c rijitlikleri ondördüncü ve birinci katlarda 1.28 ve 3.52 dir. Bu değerlerden çizelge 6 nın ikinci kolonundaki değerler on noktada orantı hesabıyla elde edilmiştir.

Birinci katta giriş ve baş giriş rijitliklerinin toplamı şöyledir :

$$S_b = 0.163 \left(\frac{49}{20} + \frac{4}{12} + \frac{4}{6} \right) = 0.563$$

$$[S_b = 0.0014 \left(\frac{49}{6.1} + \frac{4}{3.66} + \frac{4}{1.83} \right) = 0.016]$$

Yapı ptesisinde ise $S_b = 0.520$. Çizelge 6 nın 3 nolu. kolonundaki değerler orantı hesabıyla on noktada saptanmıştır. Kolon 4 te gösterilen S_c/S_b oranları ve 2 ve 3 nolu kolonlardan hesaplanmıştır. S_s rijitliği yapı yüksekliği boyunca

$$\frac{2420}{8.67} = 279, \left[\frac{20.89}{2.64} = 7.91 \right] \text{ olup, ilk katta bu değer } \frac{2420}{13} = 186$$

Tabo. 6. ÖRNEK PROBLEM

| Yerden ölçülen uza klık | S_c | S_b | S_c/S_b | S_s/S_c | V_{fx}/V_b | Kat | V_{fx}/V_b | |
|-------------------------|-------|-------|-----------|-----------|--------------|-----|---------------------------|------------|
| | | | | | | | grafikten alınan değerler | hesaplanan |
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) |
| 1.0 H | | | | | | 14 | 0.19 | 0.25 |
| 0.9 H | 1.33 | 0.520 | 2.6 | 107 | 0.19 | 13 | 0.21 | 0.20 |
| 0.8 H | 1.58 | 0.525 | 3.0 | 90 | 0.22 | 12 | 0.22 | 0.22 |
| 0.7 H | 1.82 | 0.529 | 3.4 | 78 | 0.23 | 11 | 0.24 | 0.23 |
| 0.6 H | 2.07 | 0.534 | 3.5 | 69 | 0.25 | 10 | 0.25 | 0.25 |
| 0.5 H | 2.31 | 0.539 | 4.3 | 62 | 0.26 | 9 | 0.26 | 0.26 |
| 0.4 H | 2.55 | 0.544 | 4.7 | 56 | 0.26 | 8 | 0.26 | 0.26 |
| 0.3 H | 2.80 | 0.548 | 5.1 | 51 | 0.24 | 7 | 0.26 | 0.27 |
| 0.2 H | 3.05 | 0.553 | 5.5 | 47 | 0.22 | 6 | 0.26 | 0.26 |
| 0.1 H | 3.25 | 0.558 | 5.9 | 43 | 0.18 | 5 | 0.24 | 0.25 |
| 0 | 3.52 | 0.563 | 6.3 | 27 | 0.10 | 4 | 0.23 | 0.24 |
| | | | | | | 3 | 0.21 | 0.20 |
| | | | | | | 2 | 0.17 | 0.17 |
| | | | | | | 1 | 0.10 | 0.07 |

20.19

[$\frac{20.19}{3.96} = 5.28$] olmaktadır. 32 sayılı denklemden, ilk kat hariç bütün katlar

için S_s/S_c oranı

$$\frac{S_s}{S_c} = \left(\frac{279}{S_c} \right) \left(\frac{10}{14} \right)^2 = \frac{142}{S_c} \text{ olup,}$$

İlk katta bu oran

$$\frac{S_s}{S_c} = \left(\frac{186}{S_c} \right) \left(\frac{10}{14} \right)^2 = \frac{95}{S_c} \text{ olmaktadır.}$$

S_s/S_c oranları Çizelge 6'nın 5 no.lu kolonunda gösterilmektedir.

Kolon 4 ve kolon 5 te sıralanan değerlerden, ve düzgün yük ve kesiti de-
ğışmeyen perde duvarlı bu örnek için geçerli olan Şekil 17 (a), 18 (a) ve 19 (a)
dan interpolasyon V_{fx}/V_b katsayıları elde edilir. Örneğin 0.6 H ile 0.7 H arası,
 $S_s/S_c = 69$ ve $S_c/S_b = 3.9$ dur. Şekil 17 (a) ve 18 (a) dan S_c/S_b oranları 1 ve 5
ve $S_s/S_c = 69$ olduğu takdirde, 0.65 H seviyesinde okunan V_{fx}/V_b katsayıları
0.31 ve 0.22 dir. Dolayısıyla $S_c/S_b = 3.9$ için V_{fx}/V_b katsayısı interpolasyon
sonucunda kolon 6 da verildiği gibi 0.25 tir. Kolon 6 daki on değer, 0, 0.1
H, 0.2 H. vs. aralıklarının tam orta noktalarında çizilirse bu on nokta bir
eğri ile birleştirilebilir. Bundan sonra eğri kat yükseklikleriyle orantılı ola-
rak 14 parçaya ayrılabilir, ve gerçek çerçevenin kesme kuvvetleri kat ara-
lıklarının orta noktalarında grafikten okunur. Ondört katın beherinde olan
kesme kuvveti, çizelge 6'nın 8 nolu kolonunda gösterilmiştir. Yapının tam bir
çözümlemesinden hesaplanan değerler kolon 9 da verilmiştir. Sonuçlar ara-
sında, çerçeve kesme kuvvetinin ani bir artışı olduğu en üst kat dışında, bütün
yapı boyunca iyi bir uyum gözlenmektedir. Şekil 39 (a) ile ilgili daha önce
söylenenlerden böyle bir davranış beklenmelidir. Gerçekte perde duvarı kesiti
sabit ise, üst kat kesme kuvveti egrilerin verdiği değerlerin % 50 kadarı artırıl-
malıdır. Bu örnekte interpolasyondan elde edilen değerlere kıyasla kesme kuv-
veti artışı yaklaşık olarak % 30 dur. Çözümleme, kat kesme kuvvetlerinden do-
layı oluşan duvar sehminin hesaplanması ile devam eder :

$$V_{wx} = V_{tx} - V_{fx} \text{ (33)}$$

Çerçevenin bütün ögelerinde nihai moment ve kesme kuvvetleri, "Çözüm-
lemenin ikinci aşaması" adlı bölümde gösterilen yöntemle hesaplanır.

ÖZET

Perde duvarları ile donatılmış yapıların çözümlenmesi için elverişli bir
yöntem önerilmiştir. Yöntemde, hesapla etkileri kontrol edilmeyen herhangi
varsayımlara gerek yoktur; bununla birlikte, mühendise tasarımda karar öz-
gürlüğü tanınmaktadır.

Çözümleme yöntemi, temel dönmesi, perde duvarının plastik deformasyonu, çerçeve bozulması, kolonların aksenal deformasyonu ve üst döşeme seviyesine ulaşmayan duvarlar gibi tali tasarım koşullarına da uydurulmuştur.

Bütün yatay yüklerin perde duvarlarınca taşındığı, sık rastlanan bir tasarım varsayımı olmakla birlikte, bütün yapı yüksekliği boyunca doğru sayılmaz. Ayrıca, yatay kesme kuvvetinin çerçeve ile perde duvarı arasındaki dağılımı hem bunların rijitliği ile, hemde yapı kat sayısı ile bağlantılıdır. Düz plak döşemelerle kolonları içeren sistemlerde döşeme katkısı için denemelik öneriler sunulmuştur.

Tasarımı kolaylaştırmak amacıyla kat kesme kuvvetlerinin çerçeve egeleleri ile perde duvarları arasındaki dağılımı hakkında veriler sağlayacak ve geniş bir yapısal boyutlarla yükler dizisi için kullanılacak etki eğrileri çizilmiştir.

Sunulan bilgiler, azami ekonomi ve tüm yapı öğelerinin mukavemet ve düktilite ayarlanması sağlanarak, her yükseklikteki perde duvarlı yapıların tasarımına uygulanabilmektedir.

EK I

Değişken kesit için Açı Metodu Denklemleri

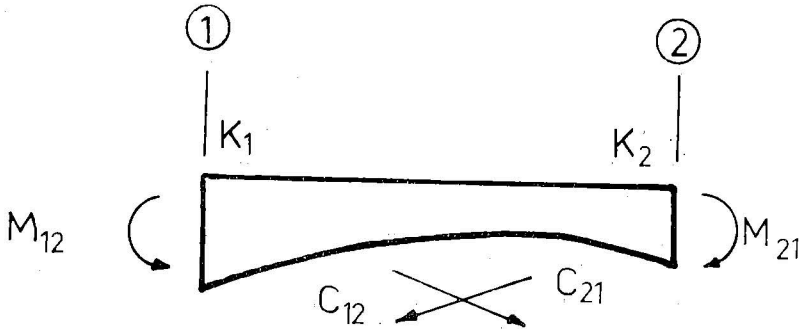
Herhangi bir kiriş için (Şekil (40) 1 ve 2 deki gerçek K_1 ve K_2 rijitlikleri ile taşıma katsayıları C_{12} ve C_{21} , gerek basılmış çizelge ve eğrilerden, gerekse kolona benzetme metodu veya başka yöntemle elde edilebilir. Eşdeğer rijit-

likler $S_1 = \frac{K_1}{4}$ ve $S_2 = \frac{K_2}{4}$, gerçek rijitlikler yerine kullanılırsa, iki uç için moment denklemleri şöyle olacaktır.

$$M_{12} = 4S_1\theta_1 + 4C_{21}S_2\theta_2 \quad \dots \dots \dots (34)$$

ve

$$M_{21} = 4S_2\theta_2 + 4C_{12}S_1\theta_1 \quad \dots \dots \dots (35)$$



Şekil. 40.

Benzer kolonun yardımıyla gösterilebilirki

$$2 C_{21} S_2 = 2 C_{12} S_1 = \bar{K} \dots \dots \dots (36)$$

ve dolayısıyla (34) ve (35) sayılı denklemler şöyle basitleştirilebilir :

$$M_{12} = 4 S_1 \theta_1 + 2 \bar{K} \theta_2 \dots \dots \dots (37)$$

$$M_{21} = 4 S_2 \theta_2 + 2 \bar{K} \theta_1 \dots \dots \dots (38)$$

Bunların şekli açı metodu denklemlerinkiyle aynıdır. Çerçeve ile perde duvarını birbirine bağlayan kirişlerde, kiriş uçlarında birbirine göre düşey bir hareket olmaktadır ve dolayısıyla (37) ve (38) sayılı denklemler aşağıdaki gibi yazılabilir :

$$M_{12} = 4 S_1 \theta_1 + 2 \bar{K} \theta_2 + (4 S_1 + 2 \bar{K}) \left(\frac{\Delta_v}{L_b} \right) \dots \dots \dots (39)$$

$$M_{21} = 4 S_2 \theta_2 + 2 \bar{K} \theta_1 + (4 S_2 + 2 \bar{K}) \left(\frac{\Delta_v}{L_b} \right) \dots \dots \dots (40)$$

Değişken kiriş kesitinin eşdeğer düzgün kesite çevrilmesi

Bağ kirişinin rijitliği sıfır kabul edilirse, F sisteminin iki kolonlu çerçevesinde olan değişken kesiti simetrik kirişler için bir basitleştirme daha önerilebilir. Yatay kuvvetlere maruz iki kolonlu çerçevede değişken kesitli simetrik bir kirişin uçlarında eşit dönmeler, θ , oluşur. Her iki uçta moment şöyle olacaktır :

$$M = 4 S \theta + 2 \bar{K} \theta \dots \dots \dots (41)$$

Rijitliği K_e olan sabit kesitli eşdeğer aynı uç dönmeleri sağlayacak moment şöyledir :

$$M = 4 K_e \theta + 2 K_e \theta = 6 K_e \theta \dots \dots \dots (42)$$

(41) ve (42) sayılı denklemleri eşitleyerek :

$$K_e = \frac{(4 S + 2 \bar{K})}{6} \dots \dots \dots (43)$$

Örneğin değişken kesitli Simetrik bir kirişte rijitlik $S = 100 \text{ in}^3 [1638.7 \text{ cm}^3]$ ve $C = 0.25$ olsun. Dolayısıyla,

$$\bar{K} = 2CS = 50 \text{ in}^3$$

$$[\bar{K} = 2CS = 819.4 \text{ cm}^3]$$

$$\text{ve } K_e = \frac{[4(100) + 2(50)]}{6} = 83.33 \text{ in}^3$$

$$[K_e = \frac{[4(1638.7) + 2(819.4)]}{6} = 1365.6 \text{ cm}^3]$$

Çerçeve Çözümlemesi

Herhangi bir katta kolon kesiti sabit ve kiriş kesiti değişebilen bir çerçeve ve perde duvarı sisteminden üst üste üç kat Şekil 6 da gösterilmiştir. Perde duvarının kabul edilen bir öteleme, dönme ve sehimi için her düğüm noktasında denge koşulunun sağlanması yeterlidir. Kolon ve kiriş rijitlikleri Şekil 6 da gösterildiği gibi ise, ve

$$\psi_i = \frac{\Delta_i - \Delta_{i-1}}{h_i} \dots \dots \dots (44)$$

$$\psi_{i+1} = \frac{\Delta_{i+1} - \Delta_i}{h_{i+1}} \dots \dots \dots (45)$$

ifadeleri yazılırsa, (i 1 sayılı düğüm noktasında kolon ve kiriş momentleri şöyle verilir :

Kiriş 1, 2 :

$$M_b = 4S_{b(i,1)} \theta_{i,1} + 2\bar{K}_{b(i,1)} \theta_{i,2} \dots \dots \dots (46a)$$

Üst kolonda :

$$M_{ct} = 4S_{c(i+1,1)} \theta_{i,1} + 2S_{c(i+1,1)} \theta_{i+1,1} - 6S_{c(i+1,1)} \psi_{i+1} \dots \dots (46b)$$

Alt kolonda :

$$M_{cb} = 4S_{c(i,1)} \theta_{i,1} + 2S_{c(i,1)} \theta_{i-1,1} - 6S_{c(i,1)} \psi_i \dots \dots \dots (46c)$$

Düğüm noktasının dengesi için bu momentlerin toplamı sıfır olmalıdır, dolayısıyla :

$$\theta_{i,1} = \frac{\left\{ S_{c(i,1)} [2\theta_{i-1,1} - 6\psi_i] + S_{c(i+1,1)} \right\}}{4[S_{b(i,1)} + S_{c(i+1,1)} + S_{c(i,1)}]} \dots \dots (47)$$

Benzer şekilde, (i, 1) sayılı düğüm noktası için kolon ve kiriş momentleri şöyle verilir :

Kiriş 2, 1 :

$$M_b = 4 S_{b(1,2)} \theta_{i,2} + 2 \bar{K}_{b(i,1)} \theta_{i,1} \dots \dots \dots (48a)$$

Kiriş 2, 3 :

$$M_{br} = 4 S_{b(1,3)} \theta_{i,2} + 2 \bar{K}_{b(i,2)} \theta_{i,3} + [4 S_{b(i,3)} + 2 \bar{K}_{b(i,2)}] \frac{\Delta v_i}{L_b} \dots \dots (48b)$$

Üst kolonda :

$$M_{ct} = 4 S_{c(i+1,2)} \theta_{i,2} + 2 S_{c(i+1,2)} \theta_{(i+1,2)} - 6 S_{c(i+1,2)} \psi_{i+1} \dots \dots (48c)$$

Alt kolonda :

$$M_{cb} = 4 S_{c(i,2)} \theta_{i,2} + 2 S_{c(i,2)} \theta_{(i-1,2)} - 6 S_{c(i,2)} \psi_i \dots \dots (48d)$$

Düğüm noktasının dengesi için bu momentlerin toplamı sıfır olmalıdır, dolayısıyla :

$$\theta_{i,2} = \frac{\left[\begin{array}{l} S_{c(i,2)} \{2 \theta_{i-1,2} - 6 \psi_i\} + S_{c(i+1,2)} \\ \{2 \theta_{i+1,2} - 6 \psi_{i+1}\} + 2 \theta_{i,1} \bar{K}_{b(i,1)} + \theta_{i,3} \\ \{2 \bar{K}_{b(i,2)} + (4 S_{b(i,3)} + 2 \bar{K}_{b(i,2)})\} \frac{L_s}{L_b} \end{array} \right]}{4 S_{b(i,2)} + S_{b(i,3)} + S_{c(i,2)} + S_{c(i+1,2)}} \dots \dots (49)$$

(49) sayılı denklemde, aşağıda gösterilen eşitlik kullanılarak, duvar düzey sehimi Δv_i içerilmiştir :

$$\frac{\Delta v_i}{L_b} = \frac{\theta_{i,3} L_s}{L_b} \dots \dots \dots (50)$$

Eğer bütün öge kesitleri uzunluk boyunca değişmekte ise, yukardaki denklemler büyük ölçüde sadeleştirilebilir. Yukardaki denklemde "bağ" kirişinin içerilmesinin nedeni, daha önce açıklandığı gibi, bu yöntemle her kolon hizasında nihai momentlerin elde edilebilmeleridir. Ardışık çözümde, Şekil 2 (c) de gösterilen basit idealleştirilmiş yapı kullanılmalıdır. Bu durumda "bağ" kirişi ile ilgili terimler ifadelerde ihmal edilir ve (i, 1) ile (i, 2) sayılı düğüm noktaları için denklemler birbirine benzemektedir.

EK II — NOTASYON

Bu yazıda kullanılan simgeler aşağıda gösterilmiştir :

| | |
|--------------|---|
| $C_{12}, 21$ | = taşıma katsayıları |
| E | = elastisite modülü |
| G | = Kayma modülü |
| H | = Yapının toplam yüksekliği |
| h_i | = i sayılı katın yüksekliği |
| h' | = elastik temel yerine alınan kurgusal duvarın yüksekliği |
| I_{si} | = i inci katta perde duvarının eylemsizlik momenti |
| K_1, K_2 | = 1 ve 2 sayılı uçlarda kiriş gerçek rijitliği |
| K_e | = değişken kesitli kirişin etkin rijitliği |
| \bar{K} | = rijitlik x taşıma katsayısının iki katı |
| k | = temel zemini için yay katsayısı |
| L | = döğeme açıklığı |
| L_b | = bağ kirişinin açıklığı |
| L_s | = perde duvarının en gerilmiş liflerin tarafsız eksenden mesafesi |
| l | = göz aralığı |
| l_e | = döğemenin etkin genişliği |
| M_i | = i 'inci katta bağ çubuğunun perde duvarına uyguladığı moment |
| M_b | = perde duvarının temelindeki moment |
| M_{wb} | = perde duvarının temeline uygulanan moment |
| M_i' | = i 'inci katta bağ çubuğunun perde duvarına uyguladığı toplam moment |
| | $(M_i' = M_i + R_{vi} L_s)$ |
| N | = katlar sayısı |
| R_{vi} | = i 'inci katta perde duvarında bağ kirişinin düşey reaksiyonu |
| S_1, S_2 | = bir kirişin iki ucundaki rijitliği |
| S_b | = $S_b' + S_b'' =$ basitleştirilmiş çerçevedeki bütün kiriş rijitliklerinin toplamı |
| S_b' | = bütün kiriş rijitliklerinin toplamı |
| S_b'' | = bütün bağ kirişlerinin rijitliklerinin toplamı |
| S_c | = bütün kolon rijitliklerinin toplamı |
| S_s | = bütün perde duvarlarının rijitliklerinin toplamı |
| S_c/S_b | = ilk katta kolon-kiriş rijitlik oranı |
| S_s/S_c | = ilk katta duvar-kolon rijitlik oranı |
| t | = döğeme kalınlığı |
| V_f | = çerçeve kesme kuvveti |
| V_b | = yapının tabanında toplam kesme kuvveti |
| V_{fx} | = $\frac{x}{H}$ yüksekliğinde çerçeve kesme kuvveti |

- V_t = uygulanan toplam kesme kuvveti
 V_{tx} = $\frac{x}{H}$ yüksekliğinde uygulanan toplam kesme kuvveti
 V_{wx} = $\frac{x}{H}$ yüksekliğinde duvar kesme kuvveti
 Δ_{fi} = i'inci katta serbest duvar sehimi
 Δ_i = i'inci katta sehim
 $\Delta_{ei}(n)$ = ardışık çözümün n'inci devrenin sonunda i'inci katta net sehim
 $\Delta_{ii}(n)$ = ardışık çözümün n'inci devrenin başında i'inci katta sehim
 Δ_{vi} = i'inci katta perde duvarının düğey sehimi
 $\theta_{ei}(n)$ = n'inci devrenin sonunda k'inci katta perde duvarının dönmesi
 $\theta_{ii}(n)$ = n'inci devrenin başında i'inci katta perde duvarının dönmesi
 $\theta_{p,n}$ = i'inci kat ve n'inci kolon hizasında çerçeve düğüm noktasının dönmesi
 θ_o = duvarın herhangi noktasında toplam-elastik açısı farkı
 θ_y = duvarın herhangi noktasında akma başlangıcında toplam açısı farkı
 λ_1 = uygulanan birim kesme kuvvetlerinden oluşan çerçeve kayma deformasyonu
 λ_2 = uygulanan birim kesme kuvvetinden oluşan kolon aksenal deformasyonun yarattığı sehim
 μ = belirtilen toplam elasto-plastik açısı farkının akma başlangıcındaki açısı farkına oranı
 Ψ = $\frac{\Delta_{i+1} - \Delta_i}{h_i}$ = kat sehiminin kat yüksekliğine oranı

Altıyazı "i" döşeme veya kat sayısını belirtmektedir.

DEPREM BÖLGELERİNDEKİ YERLEŞİMLERİN GELİŞME PLANLAMASININ BAZI YÖNLERİ

Yazan : Adolf Ciborowski. (*)

Çeviren : N. Bayülke. (**)

1. GİRİŞ

Bu makale, yazarının katıldığı deprem ve ilgili diğer tabiat kuvvetlerinin tahrip ettiği bazı şehir veya ulusal bölgeler için afet sonrası kurtarma ve plânlama çalışmalarında elde edilen tecrübe ve gözlemlerden çıkarılan bazı sonuçları vermektedir. Bu gözlemler, uluslararası toplantılar sırasında, aynı konudaki diğer uzmanların tecrübeleri ile karşılaştırılmış ve yazar tarafından Birleşmiş Milletler Afet yardımı koordinatörüne bir rapor olarak takdim edilmiştir (Ocak 1975).

Bu makale, daha önce yukarıda bahsedilen raporda bulunan bazı görüş ve bulguları tekrarlamaktadır. Herşeye rağmen, bu makaledeki görüşler sadece yazarın kişisel görüşleri olup Birleşmiş Milletlerin herhangi bir organının görüşleri olarak değerlendirilmemelidir.

2. KORUYUCU TEDBİRLER ALINMASININ NEDENLERİ

Modern insan, bütün entellektüel gelişmesine, teknolojik alandaki ilerlemesine ve hatta teknik imkanlarına rağmen tabiat kuvvetlerinin merhametine muhtaçtır. Ekonomik gelişmenin çapı ve karmaşıklığı insanı git gide daha büyük ölçüde çok geniş ekonomik sistemlerin ve teknik tesislerin muntazam çalışmasına bağlı bırakmaktadır. Bundan dolayı insan sadece tabii afetlerin direkt darbesine maruz kalmamakta aynı zamanda coğrafi bakımdan uzak alanlardaki afetlere de dolaylı olarak maruz kalmaktadır.

3. MAKALENİN KAPSAMI

Bu makalenin ana konuları insan yerleşimlerinin bütünün veya seçilmiş kısımlarının depremler ve onunla zincirleme olarak ilgili olayların yarattığı afetlere karşı emniyetli veya daha az zayıf hale getirilmesi için alınacak tedbirlerdir.

Bu gibi tedbirler, mevcut yerleşmelerin gelişmesinin programlanması veya yeni yerleşim yerleri için yer seçimi sırasında ulusal, bölgesel ve mahalli seviyelerde alınabilir.

Arazi kullanım biçimleri, fonksiyonel yerleştirme ve mekansal organizasyon ile ilgili diğer tedbirler daha çok yöresel düzey ile ilgilidir ve bir yerleşim

* Unesco Uzmanı

** Deprem Araştırma Enstitüsü

ünitesinin bir kasaba veya gehrin bir bütün olarak projelendirilmesinde veya bir tek gelişme sahası için ayrıntılı plânlar yapılırken hesaba katılmalıdır.

Bu makale, tek tek binaların veya mühendislik yapılarının projelendirilmesi ve inşasında alınması gereken teknolojik tedbirleri kapsamamaktadır.

4. ZİNCİRLEME OLAYLAR

Bir yerleşim merkezinin nüfusunun sadece bir tek tabii afete maruz kalmaması çok enderdir. Pek çok durumda, zincirleme olaylar olmakta, ve sonuçta ortaya çıkan afet birbirini izleyen olay ve kuvvetlerin birikmiş bir etkisi olmaktadır. Bundan başka, bir afet çeşitli tabiat kuvvetleri ve elemanlarının bir kombinasyonu sonucu ise, bir olay sadece bir başkasına «kayıyı açmak» ile kalmayıp, ikinci olayın daha da yıkıcı olmasına yol açabilir. Bir depremin başlattığı en çok rastlanan yıkıcı olayların örneklerinden bazıları şöyledir. Deprem - Yerkayması - su baskını. Deprem - Yangın - Yangın Fırtınası, Deprem - içmesuyu kirlenmesi - salgın hastalık, Deprem - tsunami - uzak bölgelerde su baskını. Fiziki plânlama bütün muhtemel zincirleme olayları hesaba katmalı ve bu olayların gelişmesini durduracak veya kısıtlayacak gereken tedbirleri getirmelidir.

5. FİZİKİ PLANLAMANIN GENEL AMAÇLARI VE HEDEFLERİ

Herhangi bir bölge, şehir veya köyün fiziki plânlama ve projelendirilmesinde genel görev, insan faaliyetleri, saadet ve huzuru için gerekli uygun kalitede bir çevre hazırlanırken, gelişmenin sosyal ve ekonomik hedeflerinin fiziki arazi-kullanma biçimlerine çevrilebilmesidir. Bundan dolayı fiziki plânlamanın amacı, karmaşık gelişme sürecinin çok farklı parçalarının programlama ve mekan açısından koordinasyonu ve çevreye şekil veren faaliyetleri uyumlu bir sonuca yöneltmektir.

Politikacılar ve plâncılar, plânlama işlemi içinde, bir miktar gelişkin durumlarla, vatandaşlar arasında ve çeşitli sosyal ve menfaat grupları arasında, istekler kriterler ve menfaat çatışmaları ile karşılaşacaklardır. Plâncı ve politikacıların görevi, ekseriya ödün ve fayda alış verişine dayanan en uygun çözümü bulmaktır. Depreme maruz bölgelerde, bir fiziki plânlamacı verilen alanın fiziki gelişmesi için plân kapsamına, bir şehri depreme dayanıklı ve insan hayatı için emniyetli yapacak bütün tedbirleri katmalıdır. Yer seçimi ve arazi-kullanış biçimlerinin incelenmesi ile başlayan bu tedbirler diğer bazı menfaatler ve gelişme kısıtları ile çelişebilir. Bu anda da en dramatik alış-veriş olan ihtiyaç başlar. Bazı koruyucu tedbirler (fiziki gelişme biçimleri alanında) ek harcamaları gerektirecektir. Risk ne kadar ve ne miktar ek harcama'da azaltılabilir? Bu politikacılar için temel sorunlardan biridir, ve profesyonel plâncılar tarafından gösterilen seçenekler esas alınarak cevaplandırılmalıdır.

Diğer taraftan çok az veya hiçbir ek harcama gerektirmeyen tedbirler vardır. Bazıları -rastgele hareket yerine plânlı olarak hareket edilmesi gibi- çok basit ve kolaydır. Bu gibi tedbirlerin alınması ekonomik yönden basit olmakla beraber, profesyonel uzmanların, politik katkısı ve daha iyi ve emniyetli bir şehrin yapımında görevi olan herkesin derin bir şekilde katkısını gerektirebilecektir.

(a) Önleme ve giderme

Sismik olarak diri bölgelerde depremleri henüz önceden tesbit veya önlemiyoruz. Ancak bir yapıyı ekseriya yüksek bir masraf ile yıkılmaya karşı koruyabiliriz.

Teorik olarak depremden hiç zarar görmeyen şehirler inşa edebiliriz, fakat tecrübeler bu çözümün, mümkün olmakla beraber, ekonomik bakımdan uygun olmadığını ispatlamıştır. Pratikte, sadece bazı çok önemli yapılar mutlak olarak depreme tam dayanıklı bir şekilde inşa edilirler. Bundan dolayı da ana çabalar risk seviyesinin azaltılması ve ilk afetin yan etkenlerinin giderilmesi görevlerine yöneltmiştir.

(b) Ana amaçlar

Fiziki plânlamanın depremde tahribata önleyici bir alet olarak ana amaçları :

- Muhtemel risk seviyesinin azaltılması
- Yıkıcı olayların sonuçlarının giderilmesi
- Zincirleme afet olaylarının gelişmesinin önlenmesi veya giderilmesi
- Afetlerin kapsamının sınırlandırılması ve yerel olarak kalması
- Kurtarma hareketlerinin kolaylaştırılması
- Afet sonrası devredeki hayatın işleyişinin kolaylaştırılması
- İmar ve rehabilitasyon çalışmalarının kolaylaştırılması ve hızlandırılması

(b) Korunacak Unsurlar ve öncelikleri :

Fiziki plânlama ile korunacak unsurların uygun bir tanımı ve onların önem sırasının tanımı her bir plânlama kararında ve çeşitli fayda-masraf çözümleri arasında en doğru alış-verişin seçiminde bir rehber olarak kullanılmalıdır.

Korunacak en önemli unsurların listesi ve öncelik derecesi aşağıdaki gibi olabilir :

(a) İnsan hayatı

(b) Ekonomik faaliyetler için

Endüstri ve İmalat
temel maddelerin depolanması

(c) Şehir ve Bölgenin işleme kapasitesi :

Ulaşım ve haberleşme
Enerji
Su
Kanalizasyon ve drenaj
alt yapı tesisleri

(d) sağlık hizmetleri ve tesisleri

(e) İskân tesisleri

(f) sosyal ve kültürel hizmetler

Eđitim tesisleri
Ticari tesisler
Kültürel tesisler

(Bunlardan bazıları eğer iyi korunmuş iseler geçici sđınak veya diğer acil işler için kullanılabilir)

- (g) Özel unsurlar
tarihi an
Manzaralı yerler
- (h) Şahsi ev eşyaları

6. FİZİKİ PLANLAMA SEVİYESİNDEKİ BİR AFETİN ETKİLERİNİ ÖNLEME VE AZALTMA İMKANLARI

Fizik plânlanmanın konusu hacim'dir. Bundan dolayı ana koruyucu tedbirler hacim ve alanın uygun kullanımı ve organizasyonudur. Bir şehri depremlere ve onun sonuçlarına dayanıklı yapmak için fiziki plânlamada en önemli ilk adım mevcut tabiat şartlarının dikkatle değerlendirilmesidir.

İkincisi farklı riskler gösteren alanların tesbiti.

Üçüncüsü arazi kullanım biçimlerinin (çeşitli gelişme programlarının yerleştirilmesi), şehrin en önemli unsurlarının yerleştirileceği mevcut en düşük riskli alanların seçilerek tesbit edilmesidir. Bunlar genellikle ikamet ve endüstri bölgeleridir.

Aşağıda sıralanmış ve bu makalenin başka yerlerinde tanımlanan diğer bütün plânlama tedbirleri gelişme sahalarının nerede ve ne tip zemin üzerinde yerleşeceğine dair esas karara bağlı olarak etkili bir şekilde işleyebilir veya tamamen faydasız olabilir.

Fiziki plânlamada koruyucu tedbirlerin uygulanacağı ana sahalar şunlardır :

- Yer seçimi
- Nüfus ve faaliyetlerin dağılımı
- Arazi-kullanış biçimleri
- Yol sistemi
- İkmal sistemlerinin genel konumu

Yerleşme birimlerinin detaylı şehir plânlaması (yapıların biçimleri, yolların konumu, arazinin düzeltilmesi v.s.)

7. ULUSAL VE BÖLGESEL SEVİYEDEKİ İŞLEMLER

Hem ulusal hemde bölgesel fiziki gelişme plânları 1/1,000,000 1/500,000 ve 1/200,000 ölçekli haritalar üzerinde hazırlanır ve tabiat plânlama kararlarının ve gelişme biçimlerinin genellemelerinin seviyesini tesbit eder. Bu gibi plânlar hiçbir zaman gelişme biçimlerinin ve arazi kullanımlarının detaylarını kapsamaz.

Yüksek ve eşit dağılmış risk bölgelerinde nüfus ve ekonomik faaliyetlerin bir veya birkaç noktada yoğunlaştırılmasından kaçınmak gereklidir. Eğer böy-

le bir noktada bir deprem olursa, sonuçları bütün bir bölge veya ülkenin hayatı ve ekonomisi için vahim olabilir.

Nüfus ve ekonomik faaliyetlerin dağıtılması ile ilgili ulusal politika diğer konuların yanısıra aşağıdaki hususlara da dayandırılmalıdır :

- Bir ulusal ve bölgesel yerleşme şebekesi için bir sosyal ekonomik ve fiziki plânlama anlayışı.
- Yeni endüstriyel tesislerin yerlerinin seçiminin uygun ve arzu edilen yerleşme biçimlerinin geliştirilmesinde bir yardımcı unsur olarak kullanılması Ulusal şehircilik politikası aşağıdaki gibi diğer başka tedbirlerde ön görülmüştür.
- Yeni şehir ve kasabaların en düşük muhtemel risk alanlarında yapılması (deprem olma olanağının az olduğu yerlerde)
- Yüksek riskli bölgelerdeki mevcut yerleşme yerlerinin genişlemesinin kısıtlanması
- Yeni imalat sanayi ve depoların yüksek risk bölgelerine yerleştirilmesinden kaçınılması, Ulusal/Bölgesel ulaşım, haberleşme ve enerji sistemlerinin geliştirilmesinin projelendirilmesinde diğer bazı tedbirler de getirilebilir.

Acil kurtarma işlerinin kolaylaştırılması için her depreme maruz bölgede bir miktar acil merkezler bulunmalıdır. Bu gibi merkezlerin ödevi aşağıdaki malzemelerin acil stoklarını bulundurmaktır olmalıdır :

- Yiyecek ve ilaç
- İnşaat malzemeleri ve basit inşaat araçları
- Geçici mesken inşaatı için prefabrike elemanlar
- Köprüler, üst geçitler gibi mühendislik yapılarının onarımı için malzeme
- Mahalli ihtiyaç ve şartlara göre diğer acil malzeme

8. YEREL SEVİYEDEKİ İŞLEMLER

Şehir gelişmesi için bir ana plân, sosyal ve ekonomik gelişme programlarının bir karışımından oluşur ve bu gelişmenin biçimini tarif eder.

Plânın kapsamı ve uygulama metodu ülkeden ülkeye değişir. Bu kapsam, politik ve sosyal sistemlere, gelişme düzeyine ve mevcut imkanlara bağlıdır.

Böyle bir plân bir şehrin yapımı için bir yol gösterici olduğundan, bir şehri deprem afetine karşı koruyacak veya şiddetli depremlerin etkilerini azaltacak bütün fiziki tedbirlerin ana plâna katılması ve onun ayrılmaz ve zorunlu bir parçası olması gereklidir.

(a) Yüksek risk alanlarının tanımı :

Genişçe bir alan içinde muhtemel deprem risk bölgelerinin tanımı için (örneğin, yeni bir kasaba kurulması için yer aranırken, bölgesel plânlar hazırlanırken) bir Deprem bölgeleri haritası hazırlanmalıdır. Böyle bir harita

geniş alanlarda beklenen en büyük depremler hakkındaki bilgiler ile jeolojik ve sismo-tektonik çalışmalar sonucu hazırlanabilir. Böyle bir harita geniş alanların genel özelliklerini gösterir ve ana plân (master plân) ile detaylı fiziki plânlama için yeterli değildir.

Şehir gelişmesinin en önemli veya en zayıf unsurları için en güvenilir yerlerin seçimi konusunda çok daha ayrıntılı araştırmalar yapılmalıdır. Bu bir sismik mikrozon haritası yapımı ile sağlanacaktır. Bu harita sınırlı bölgeler ve muhtemel gelişme yerleri için mahalli şartları ve onların farklılaşmalarını dikkate alarak muhtemel deprem şiddetini göstermelidir. Böyle bir harita (eğer varsa) şiddetli zemin hareketleri kayıtları kullanılarak hazırlanmalı ve yerel jeolojiyi, zemin yapısını ve taşıma gücünü, yeraltı su tabakası seviyesi ve bu seviyedeki muhtemel değişimleri dikkate almalı ve sonuçlarını risk seviyesi ve olasılığı veya yapı hesapları ile ilgili tavsiyeler şeklinde vermelidir.

Bu tür haritalar arazi kullanım biçimlerinin saptanmasında ana baz olarak kullanılmalıdır.

(b) Yüksek sosyal veya ekonomik riskli mevcut yerleşim bölgeleri

Birçok şehrin yerleşim bölgelerinde her türlü afete karşı çok zayıf ve hassas olan özel bölgeler vardır. Bu zaafiyetin sadece teknik veya ekonomik karakterde olmaması fakat çoğunlukla sosyal tabiat'ta olması sonucu böyle sathalar mahalli makamlara önemli bir politik problem olarak ortaya çıkarlar.

Bu gibi hassas alanlar şunlardır :

(i) Düşük gelirli yerleşim alanları

Bunlar çoğunlukla «gecekondu» mahalleleridir. Çoğunlukla kanunsuz olarak gelişmişlerdir. Çok kötü yapılmışlardır. Ve şehrsel nüfusun en fakir kısmının nisbeten yüksek yoğunlukta toplandıkları yerlerdir. Kural olarak en fakir yerleşme bölgeleri en yüksek riskli alanlarda bulunur (sel yatakları, tehlikeli yamaçlar, deniz kenarında emniyetli rakamların altında, vs.). Bundan dolayı bu alanların bir tabii afette ilk önce hücumu maruz kalmaları olasılığı yüksektir ve bir zincirleme afet olaylarının gelişmesine karşı zayıftırlar.

Bu bölgede, afet sonucu şu şekilde olacaktır :

- Yüksek can kaybı
- Salgın hastalık ve açlık
- İnsan sefaleti
- Sosyal huzursuzluk olasılığı
- Yeniden yapım için kendi imkanlarının yokluğu ve mahalli ekonomi üzerine acil bir yük olma.

Bazı mahalli makamlardaki bir tabii afetin «gecekondu» yerleşmelerini tahrip ederek ve insanları kırsal alanlara dönmeğe zorlayarak bu cins yerleşmelerin probleminin çözülmesine yardım edeceği şeklindeki inanışlarından daha yanlış bir düşünce olamaz. Bu tehlikeli ve yanlış bir görüştür. İnsanlar yerlerinde kalacaktır ve sosyal ve politik problemler ise patlamalara yol açabilir.

Bundan dolayı bu gibi alanlar için, sakinlerinin daha emniyetli alanlara iskân edilmesinde dahil olmak üzere, özellikle, aynı şehir içinde imar programlarının düşünülmesi, «daha güvenli şehir» programları içinde en önemli öncelikli bir husus olarak, gereklidir.

(ii) eski endüstri bölgeleri

Bu alanlar, çok karmaşık bir cins risk gösterirler. Toplum yıkım, şiddetli bir depremin ve onun ikincil etkilerinin beraberce etkimesi sonucu olarak kolayca ortaya çıkabilir.

Sonuç olarak :

- şehir ekonomisinde zarar,
- İşsizlik,
- mamul madde arzında kısıntı,
- modernizasyon ile birlikte yapılması gereken uzun ve pahalı bir imar işlemi, ile karşılaşılacaktır.

Bundan dolayı, bu çeşit bölgelerin modernleştirilmesi en önemli koruyucu tedbirlerden biri olarak önerilebilir.

(e) Arazi - kullanım biçimleri :

Şehir ana plânı (master plân) düzeyindeki arazi kullanım biçimleri çeşitli alanların yerleşim endüstri, dinlenme, ulaşım ve diğer cins işler için tahsisini tanımlar. Diğer deyişle - arazi kullanım haritası plânlanmış alan içindeki her bir parça arazinin kullanım biçimi ve kullanma yoğunluğunu tanımlamalıdır.

Bu nedenle bu düzeydeki plânlamada, ana koruyucu tedbirler şunlardır :

- Teklif edilen arazi kullanımının mevcut risk durumları ile koordinasyonu, yani yüksek risk alanlarını yoğun tarım alanları, şehiriçi açık yeşil alan olarak tutmak gibi, ve en hassas gelişme programlarını en düşük risk alanlarına yerleştirmek gibi
- Arazini kullanımının fonksiyonel olarak ayrılması (zincirleme afet halinde karışık arazi kullanımının doğurabileceği ek risklerden kaçınmak için)
- Endüstri bölgelerinin yerleşme bölgelerinden açık alanlar ile tecrit edilme-leri ve geniş yerleşme alanlarının açık alanlar ve yeşil kuşaklar ile daha küçük parçalara ayrılması. Bu cins kuşaklar depremden sonra ekseriya ortaya çıkabilecek yangınları lokalize eder ve nüfusun acil olarak tahliye- sinde kullanılacak ilk tahliye alanları olurlar.
- Şehir içindeki kilit ekonomik ve idari tesislerin şehir içinde belli bir mes- kende toplattırılmaması :
- Yapı malzemesi ve yapıların kalitesinin bölgeleme kurallarının hazırlanması

(d) Kullanma yoğunluğu

Kullanma yoğunluğunun düşük tutulması çok önemli bir öneridir. Bu ku- ral, ekonomik kuralların gerektirdiği yüksek yoğunluklu kullanma kuralı ile

doğmadan ve şiddetli şekilde bir çelişki içindedir, ve serbest arazi piyasasının çalışması ile de daha da kötü bir durum olabilir.

Buna rağmen, bir depremin direkt sonuçlarının ve onu takip edebilecek vahim olayların «yangın fırtınaları ve panik gibi» giderilmesinde en önemli koruyucu tedbirdir.

Uygun yoğunluk seviyeleri bir genel kuralın içine konulamaz. Her bir seçim mahalli şartlara ve ekonomik, teknik ve sosyal nitelikteki ilişkilere bağlıdır.

(e) Alt yapı tesisleri

Yol şebekelerinin projelendirilmesi onların acil bir durumda, felâket anında ve onu hemen takip eden anlarda etkili şekilde çalışmalarına olanak vermelidir.

Şehrin her bölgesine serbestçe ulaşabilen kurtarma işlemleri (yani, itfaiye'nin kurtarma işleri için ulaşımı) ve bölgenin boşaltılması için çok hayati bir ön şarttır. Yeteri kadar geniş ana arterler aynı zamanda yangın fırtınalarına karşı ek tecrit kuşakları olarak hizmet edebilirler.

Bundan dolayı :

- Her bir şehir bölgesi veya şehirleşmiş bölgenin en az iki tane ulaşım yolu olmalıdır.
- Anayollar ve sokaklar değişik geçit veren arterlere, şehirdeki ana odak noktalarına değişik ulaşım imkanı veren, ve bölgesel-ulusal karayollarına çeşitli alternatiflerle bağlanmış bir sistem içinde birleştirilmelidir.
- Ana yollar yıkılan binaların trafik geritlerini kapatamayacağı ölçüde geniş yapılmalıdır.
- Tahliye ve acil yollar özel olarak işaretlenmeli ve herhangi bir arıza tıkanmaya karşı korunmalıdır.
- Bütün bu muhtemel sıkışma noktaları tall yollarla ve alternatif yollarla donatılmalıdır. Karayollarında olduğu gibi demir yollarında dairesel bir sistem şeklinde ulusal-bölgesel demiryolu şebekesi ile irtibatlı olarak yapılmalıdır.

Bir diğer ana görev su şebekesinin bir acil durumda ve daha sonra güvenlik altına alınmasıdır. Böyle bir durumda su şebekesinin bozulması, daha başka vahim sonuçlarla birlikte, öldürücü olabilir. Su şebekesini depreme dayanıklı yapmak için aşağıdaki hususlar tavsiye edilebilir.

- Suyun birden fazla, eğer mümkünse birbirinden uzakta kaynaklardan sağlanması
- Ek acil su kaynaklarının geliştirilmesi mesela; normal zamanlarda endüstri için su kaynağı olarak kullanılan derin kuyular.
- Şebekenin kentleşmiş bölgenin her bir alt bölümü için ana boru ve şube hatlarından oluşan bir miktar kapalı devreler halinde düzenlenmesi. Kapalı devre sistemlerin «çıkamaz uçlu» sistemler karşısında telli bir borunun ku-

rılması halinde su ikmalinin bir başka yönden temin edilmesi gibi bir şans vardır.

Su şebekesi olsun olmasın bütün yüksek riskli bölgelerde yangın için acil su ikmalinin emniyetle korunması çok önemlidir. Önemli endüstri tesisleri ve çok zayıf kamu yapılarının mümkün hallerde kendi acil su kaynaklarının olması lazımdır. İkamet bölgelerinde problem açık hava depolarının yapılması ile kısmen çözülebilir; bazı yüzme havuzları da bu amaçla kullanılabilir.

Yöresel elektrik üretim sistemi, mümkün ise daha geniş çaplı bir bölgesel ve ulusal ölçüdeki bir sisteme bağlanmalıdır. Eğer mümkün değilse birden fazla üretim kaynağı sistemin emrinde olmalıdır. Yüksek gerilim enerji hatlarının, hiçbir binanın bulunmadığı açık bir arazi kuşağı şeklinde korunmuş bir geçiş yeri olmalıdır. Bu gibi hatların ikamet binalarının, endüstriyel tesislerin ve depolama alanlarının üzerinden geçirilmesinin yasaklanması çok önemlidir.

Kamu yapıları, hastaneler ve şehrin diğer hassas unsurlarının kendi yedek enerji kaynakları olmalıdır. Ana yolların ve tahliye yollarının bağımsız bir kaynaktan enerji alan acil aydınlatma sistemleri olmalıdır. Sismik bakımdan aktif olan yerlerde bölgesel merkezi ısıtma sistemi tavsiye edilmemektedir. Eğer başka nedenlerle gerek varsa elastik ek yerleri olan, ve çok popüler olan yüksek basınçlı sistem yerine alçak basınçta çalışan bir sistem kullanılmalıdır.

(f) Arazi temini :

Arazinin kamu tarafından dağıtımı, arazi piyasasının ve fiyatlarının kamu tarafından kontrolü :

- uygun arazi-kullanım biçimlerinin seçilmesi ve fiziki plânlama koruma tedbirlerinin alınması
- plânların başarılı olarak uygulanması için bir ön şart olmaktadır. Arazi alımının yolu ve şekli mahalli sosyo-politik ve ekonomik sistemlere bağlıdır, muhtemel arazi temin usulleri :
- Acil durum kuralları ile el koyma
- kontrollü veya piyasa fiyatında, senet veya nakit olarak ödeyerek, yeni gelişme plâni hazırlandıktan sonra tekrar satma veya uzun-vadeli kiraya vermek için, satın alma
- bütün özel gelişme alanı arazisinin belli bir kısmına kamu amaçları için el koyma
- rüçhan hakkı kullanmak, şeklinde sınırlanabilir.

9. AYRINTILI PROJELENDİRME SEVİYESİ

Şehir plânlamasının bu seviyesinde, daha önceki kısımlardaki kural ve tavsiyeler aynen yürürlüktedir. Buna ek olarak, detaylı yatırım plânının tabiatı gereği, yapıların biçimleri, arazi düzenlemesi ve yaklaşım yolları ile ilgili bazı sınırlamalar verilebilir.

(a) Esas Kurallar :

Şehir yapısının herhangi bir unsurunun ayrıntılı projelendirilmesindeki temel kurallar şunlardır :

- Binalar ve mühendislik yapılarını en düşük sismik risk veren alan ve zeminler üzerine oturtmak
- bir yapının yıkılmasının diğer yapıları veya şehir hizmet şebekesinin hayati elemanlarını hasara uğratabileceği veya kullanılmaz hale getirebileceğini unutmamak.

(b) Yapıların biçimleri :

Birinci kural yapıların biçimlerini mümkün olduğu kadar basit tutmak ve yeknesaklığı hem yapıların biçimlerinde hemde taşıyıcı sistemlerinde sağlamak olabilir. Bir yapının uygun bir yatay biçimi bir depreme dayanmasında önemli bir rol oynayabilir. Böylece yapının biçimi mümkün olan en basit şekilde projelendirilmelidir. Çok uzun yapılar, L şeklinde ve zikzaklı yapılar, ana binaya eklene kanatlar, iç bahçelerden kaçınılmalıdır. Çünkü bunlar yapının bazı kritik noktalarında yıkıcı kuvvetlerin yığılmasına yol açabilirler. Düşey boyutlarda da basitlik kuralı yatay boyutlarda olduğu kadar önemlidir.

Yapılar arasındaki mesafe, yapıların birbirlerine çarpmalarını önleyebilecek kadar olmalıdır. Bundan başka, yapılar arasındaki boşluk yıkılan binalar tarafından tamamen doldurulmayacak kadar geniş olmalıdır. İkamet ve kamu binalarının çıkışları acil tahliyeyi kolaylaştırmalıdır. Mesela apartman bloklarındaki merdiven boşluklarından çıkışlar, yapıların her iki zıt kenarına açık olmalıdır. Kapalı veya yarı kapalı avlulara tek çıkışlardan tamamen kaçınılmalıdır.

(c) Sokak şebekeleri :

Genel kural olarak, ana caddelerin konumları yolların yıkılmış binaların veya başka yapıların enkazı, kaza ile su basması, yere düşmüş hava hatları, yıkılmış ağaçlar veya trafik kazaları sonucu tıkanmasına karşı tam emniyet sağlayacak şekilde olmalıdır.

Acil ulaşım ve tahliye'de kullanılacak ana caddelerin en kesitleri aşağıdaki esaslara göre yapılabilir :

- Yapıların yol şeridinde olan uzaklığı yapılan yüksekliğine eşit veya daha büyük olmalıdır.
- İki ayrı trafik şeridi arasındaki orta yeşil kuşağın genişliği, eğer mümkünse, acil bir durumda ilave bir trafik şeridi veya yaya trafiği (tahliye için) şerit veya bir acil depolama alanı olarak kullanılmak üzere, bir trafik şeridinde eşit veya daha fazla olmalıdır.
- Su boruları ve diğer altyapı unsurları orta yeşil kuşağın altına konulup, trafik şeritlerinin altına konulmamalıdır.
- Ana yollardaki ağaçlar, devrildikleri zaman yolu tıkamamaları için, trafik şeritlerinden belli bir uzaklıkta dikilmelidirler.

Bir konferans bildirisinin sınırları içinde, fiziki gelişme plânlarının içine konulabilecek bütün tedbirlerden bahsetmek ne pratik ne de mümkündür. Bu makale bu nedenle, çeşitli konularda alınabilecek belli başlı tedbirlerin üzerinde durarak bu tür tedbirlerin bazı önemli olanlarını göstermekte, fakat konuyu tam ve derinlemesine girmeden standartlar yönetmelikler ve plânlar üzerinde durmadan incelemektedir. Bunlar daha ayrıntılı çalışmaları gerektirir ve kolayca genellemeler yapılamaz. Doğal yöresel koşullar ve insan yapısı, koşullara bağlı olarak bir yerden bir yere belli bir durumdan bir başka duruma geçeceklerdir. Örneğin; jeolojik ve tektonik yapıya, ekonomik ve teknolojik gelişme düzeyine, sosyal ve politik sistemlere göre en genel ve temel sonuçlar şunlardır.

- Kötü yerleştirilmiş bir şehrin tam olarak afete dayanıklı bir tarzda projelendirilmesi mümkün değildir. Bu nedenle yer seçimi alınacak ilk kesin tedbirdir.
- Birçok Ülkelerde depreme maruz alanları tüm boşaltmak olanaksızdır. Bu nedenle mevcut alanlardan daha az tehlikeli olanların seçimi ve afeti önlemek için tedbirler geliştirilmesinin önemi büyüktür.
- Herhangibir yerleşmenin fiziki gelişme biçimi plânlanırken önemli ilk adımlardan biri mevcut jeolojik, tektonik ve yeraltı şartlarının, farklı risk seviyesi olan alanların belirlenmesi amacı ile değerlendirilmesidir. Bu bilgi, arazi kullanımı plânlaması, yer seçimi, bina ve diğer yapıların yerleştirilmesinde temel yol gösterici unsur olacaktır.
- Plânlama tedbirlerinin çoğunluğu bir doğal olayın sonuçlarını küçültebilir fakat tamamen önleyemez. Bir afetin büyüklüğünü sınırlamaya yardım edebilirler ve bütün gerekli acil işlerin yapılmasını kolaylaştırabilirler. Böylece insan hayatının korunmasına yardım edebilirler.

Ulusal bir yerleşme şebekesinin veya bir tek şehrin gelişmesinin idaresi ve rehberliğini yapma görevi herhangi bir tek plâncının sorumluluk ve yeteneğinden çok daha geniş ve karmaşıktır. Geniş bir sosyal ve politik sağduyu ve sorumluluk gerektirir. Bu nedenle, olabilir bir deprem afetine karşı anlamlı bir fiziki plânlama ve koruyucu tedbirler zincirinin başarılı bir şekilde alınmasındaki ön şart; ulusal ve yöresel, politik ve idari makamların gösterecekleri çabaların anlaşılmasıdır.

10 — SONUÇ

Bir konferans bildirisinin sınırları içinde, fiziki gelişme plânlarının içine konulabilecek bütün tedbirlerden bahsetmek ne pratik ne de mümkündür. Bu makale bu nedenle, çeşitli konularda alınabilecek belli başlı tedbirlerin üzerinde durarak bu tür tedbirlerin bazı önemli olanlarını göstermekte, fakat konuyu tam ve derinlemesine girmeden standartlar yönetmelikler ve plânlar üzerinde durmadan incelemektedir. Bunlar daha ayrıntılı çalışmaları gerektirir ve kolayca genellemeler yapılamaz. Doğal yöresel koşullar ve insan yapısı, koşullara bağlı olarak bir yerden bir yere belli bir durumdan bir başka duruma geçeceklerdir. Örneğin; jeolojik ve tektonik yapıya, ekonomik ve teknolojik gelişme düzeyine, sosyal ve politik sistemlere göre en genel ve temel sonuçlar şunlardır.

- Kötü yerleştirilmiş bir şehrin tam olarak afete dayanıklı bir tarzda projelendirilmesi mümkün değildir. Bu nedenle yer seçimi alınacak ilk kesin tedbirdir.
- Birçok Ülkelerde depreme maruz alanları tüm boşaltmak olanaksızdır. Bu nedenle mevcut alanlardan daha az tehlikeli alanların seçimi ve afeti önlemek için tedbirler geliştirilmesinin önemi büyüktür.
- Herhangibir yerleşmenin fiziki gelişme biçimi plânlanırken önemli ilk adımlardan biri mevcut jeolojik, tektonik ve yeraltı şartlarının, farklı risk seviyesi olan alanların belirlenmesi amacı ile değerlendirilmesidir. Bu bilgi, arazi kullanımı plânlaması, yer seçimi, bina ve diğer yapıların yerleştirilmesinde temel yol gösterici unsur olacaktır.
- Plânlama tedbirlerinin çoğunluğu bir doğal olayın sonuçlarını küçültebilir fakat tamamen önleyemez. Bir afetin büyüklüğünü sınırlamaya yardım edebilirler ve bütün gerekli acil işlerin yapılmasını kolaylaştırabilirler. Böylece insan hayatının korunmasına yardım edebilirler.

Ulusal bir yerleşme şebekesinin veya bir tek şehrin gelişmesinin idaresi ve rehberliğini yapma görevi herhangi bir tek plâncının sorumluluk ve yeteneğinden çok daha geniş ve karmaşıktır. Geniş bir sosyal ve politik sağduyu ve sorumluluk gerektirir. Bu nedenle, olabilir bir deprem afetine karşı anlamlı bir fiziki plânlama ve koruyucu tedbirler zincirinin başarılı bir şekilde alınmasındaki ön şart; ulusal ve yöresel, politik ve idari makamların gösterecekleri çabaların anlaşılmasıdır.

DEPREM ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ BÜLTENİ
YAYIN KOŞULLARI

1. Bültene gönderilecek telif ve tercüme yazıların :
 - a) Depremle doğrudan doğruya, ya da dolaylı yoldan ilgili olması
 - b) Bilimsel ve teknik bir değer taşıması
 - c) Yurt içinde daha önce başka bir yerde yayınlanmamış olması
 - d) Daktilo ile ve kağıdın yalnız bir yüzüne en az iki nüsha olarak yazılmış bulunması
 - e) Şekillerin aydıngeçer kağıdına çini mürekkebi ile çizilmiş olması
 - f) Fotoğrafların net ve klişe alınmasına müsait bulunması gerekmektedir.
2. Telif araştırma yazılarının baş tarafına araştırmanın genel çerçevesini belirten en az 200 kelimelik İngilizce, Fransızca ya da Almanca bir özet konulmalıdır.
3. İmar ve İskân Bakanlığı mensubu elemanlar tarafından hazırlanan ve telif ya da tercüme ücreti ödenerek yayınlanacak olan yazıların, mesai saatleri dışında hazırlanmış olduğu yazan, derleyen, ya da çevirenin bağlı bulunduğu birim amiri tarafından (genel müdürlüklerde daire başkanı, müstakil birimlerde birim amiri) verilecek bir belge ile belgelendirilmesi zorunludur. Bu belge ile birlikte verilmeyen yazılar için ücret ödenmez.
4. Telif ve tercüme ücretleri ancak yazı bültende yayınlandıktan sonra tahakkuka bağlanır.
5. Bültende yayınlanacak yazıların 300 kelimelik beher standart sayfası için teliflerde 75, tercümelerde 50 TL. ücret ödenir.
6. Yazılarda bulunan şekiller için, gerekli olan asgari alan içinde bulunabilecek kelime sayısına göre ücret takdir edilir.
7. Telif ve tercüme ücretlerinin gelir vergisi stopaj yoluyla kesilir.

8. Yazıların bültende yayınlanması Deprem Araştırma Enstitüsü bünyesinde teşekkül eden Uzmanlar Kurulu'nun kararı ile olur.
9. Seçmeyi yapacak Uzmanlar Kurulu 5. maddede sözü edilen asgari alanları hesaplamaya, yazı sahiplerine gereksiz uzatmaların kısaltılmasını telif etmeye, verilecek ücrete esas teşkil edecek kelime sayısını tesbit etmeye ve yazıların yayın sırasını tayin yetkilidir.
10. Kurulca incelenen yazıların bültende yayınlanıp yayınlanmayacağı yazı sahiplerine yazı ile duyurulur.
11. Yayınlanmayacak yazılar bu duyurmadan sonra en geç bir ay içinde sahipleri tarafından geri alınabilir. Bu süre içinde alınmayan yazıların korunmasından Enstitü sorumlu değildir.
12. Diğer kuruluşlar ve Bakanlık mensupları tarafından bilgi, haber tanıtma v.b. gibi nedenlerle gönderilecek not ve açıklamalar, ya da bu nitelikteki yazılar için ücret ödenmez.
13. Enstitü mensupları Enstitüce kendilerine verilen görevlere ait çalışmalardan ötürü herhangi bir telif ya da tercüme ücreti talep edemezler.