

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÇUBUK VE YÜZEYSEL TAŞIYICI SİSTEMLERDE BİR YERDEĞİŞTİRME
BİLEŞENİNİ EN KÜÇÜK YAPAN MALZEME DAĞILIMININ
BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Merve KAYA

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Yapı Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Engin ORAKDÖĞEN

OCAK 2012

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÇUBUK VE YÜZEYSEL TAŞIYICI SİSTEMLERDE BİR YERDEĞİŞTİRME
BİLEŞENİNİ EN KÜÇÜK YAPAN MALZEME DAĞILIMININ
BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Merve KAYA
(501091126)**

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Yapı Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Engin ORAKDÖĞEN

OCAK 2012

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 501091126 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Merve KAYA**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**ÇUBUK VE YÜZEYSEL TAŞIYICI SİSTEMLERDE BİR YERDEĞİŞTİRME BİLEŞENİNİ EN KÜÇÜK YAPAN MALZEME DAĞILIMININ BELİRLENMESİ**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Engin ORAKDÖĞEN**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Doç. Dr. Ercan YÜKSEL**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Z. Canan GİRĞİN
Yıldız Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : **15.12.2011**
Savunma Tarihi : **24.01.2012**

ÖNSÖZ

İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı Yapı Mühendisliği programında, Prof. Dr. Sayın Engin ORAKDÖĞEN danışmanlığında gerçekleştirilen, bu yüksek lisans tezi çalışmasında, çubuk ve yüzeysel taşıyıcı sistemlerde bir yerdeğiştirme bileşenini en küçük yapan malzeme dağılımının belirlenebilmesi için yöntemler geliştirilmiştir.

Bu tez çalışmasında bilgi, birikim ve deneyimleri ile bana yol gösteren, daima destek veren değerli danışman hocam Prof. Dr. Engin ORAKDÖĞEN' e teşekkür ederim.

Hayatım boyunca yanımda olan canım anneme, babama ve biricik kardeşime, bana daima destek olan değerli dostum Neslihan SAİM'e en içten dileklerle sevgi ve saygılarımı sunarım.

Ocak 2012

Merve KAYA
İnşaat Mühendisi

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	ix
ŞEKİL LİSTESİ.....	xi
SEMBOL LİSTESİ	xiii
ÖZET.....	xv
SUMMARY	xvii
1. GİRİŞ	1
1.1 Tezin Konusu	1
1.2 Yöntemin Formülasyonu.....	2
1.3 Hesap Yöntemi	6
2. SAYISAL ÖRNEKLER	11
2.1 Çubuk Sistem - 1	11
2.2 Çubuk Sistem - 2	14
2.3 Çubuk Sistem - 3	18
2.4 Plak Sistem - 1.....	23
2.5 Plak Sistem - 2.....	26
2.6 Plak Sistem - 3.....	29
2.7 Plak Sistem - 4.....	33
3. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	37
KAYNAKLAR	39
EKLER.....	41
ÖZGEÇMİŞ.....	91

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2. 1	: Çubuk Sistem-1, İlk adımdaki ve son adımdaki kesit yüksekliklerinin karşılaştırması.	13
Çizelge 2. 2	: Çubuk Sistem-1, Ardışık hesap adımları ve yerdeğiştirmeler.	13
Çizelge 2. 3	: Çubuk Sistem-2, İlk adımdaki ve son adımdaki kesit genişliklerinin karşılaştırması.	17
Çizelge 2. 4	: Çubuk Sistem-2, Ardışık hesap adımları ve yerdeğiştirmeler.	18
Çizelge 2. 5	: Çubuk Sistem-3, İlk adımdaki ve son adımdaki kesit yüksekliklerinin karşılaştırması.	21
Çizelge 2. 6	: Çubuk Sistem-3, Ardışık hesap adımları ve yerdeğiştirmeler.	23
Çizelge 2. 7	: Plak Sistem-2, Ardışık hesap adımları ve yerdeğiştirmeler.	28
Çizelge 2. 8	: Plak Sistem-2, İlk adımdaki ve son adımdaki kesit yüksekliklerinin karşılaştırması.	28
Çizelge 2. 9	: Plak Sistem-3, Ardışık hesap adımları ve yerdeğiştirmeler.	30
Çizelge 2. 10	: Plak Sistem-3, İlk adımdaki ve son adımdaki kesit yüksekliklerinin karşılaştırması.	31
Çizelge 2. 11	: Plak Sistem-4, Ardışık hesap adımları ve yerdeğiştirmeler.	34
Çizelge 2. 12	: Plak Sistem-4, İlk adımdaki ve son adımdaki kesit yüksekliklerinin karşılaştırması.	35
Çizelge A. 1	: Çubuk Sistem-1, 1.adıma ait enkesit yükseklikleri.	43
Çizelge A. 2	: Çubuk Sistem-1, 2.adıma ait enkesit yükseklikleri.	43
Çizelge A. 3	: Çubuk Sistem-1, 3.adıma ait enkesit yükseklikleri.	44
Çizelge A. 4	: Çubuk Sistem-1, 4.adıma ait enkesit yükseklikleri.	44
Çizelge B. 1	: Çubuk Sistem-2, 1.adıma ait enkesit genişlikleri.	45
Çizelge B. 2	: Çubuk Sistem-2, 2.adıma ait enkesit genişlikleri.	46
Çizelge C. 1	: Çubuk Sistem-3, 1.adıma ait enkesit yükseklikleri.	47
Çizelge C. 2	: Çubuk Sistem-3, 2.adıma ait enkesit yükseklikleri.	48
Çizelge C. 3	: Çubuk Sistem-3, 3.adıma ait enkesit yükseklikleri.	50
Çizelge C. 4	: Çubuk Sistem-3, 4.adıma ait enkesit yükseklikleri.	51
Çizelge D. 1	: Plak Sistem-1, 1.adıma ait enkesit yükseklikleri.	53
Çizelge D. 2	: Plak Sistem-1, 2.adıma ait enkesit yükseklikleri.	53
Çizelge D. 3	: Plak Sistem-1, 3.adıma ait enkesit yükseklikleri.	54
Çizelge D. 4	: Plak Sistem-1, 4.adıma ait enkesit yükseklikleri.	54
Çizelge D. 5	: Plak Sistem-1, 5.adıma ait enkesit yükseklikleri.	55
Çizelge D. 6	: Plak Sistem-1, 6.adıma ait enkesit yükseklikleri.	55
Çizelge D. 7	: Plak Sistem-1, 7.adıma ait enkesit yükseklikleri.	56
Çizelge E. 1	: Plak Sistem-2, 1.adıma ait enkesit yükseklikleri.	56
Çizelge E. 2	: Plak Sistem-2, 2.adıma ait enkesit yükseklikleri.	57
Çizelge E. 3	: Plak Sistem-2, 3.adıma ait enkesit yükseklikleri.	57
Çizelge E. 4	: Plak Sistem-2, 4.adıma ait enkesit yükseklikleri.	58
Çizelge E. 5	: Plak Sistem-2, 5.adıma ait enkesit yükseklikleri.	58
Çizelge E. 6	: Plak Sistem-2, 6.adıma ait enkesit yükseklikleri.	59

Çizelge E. 7	: Plak Sistem-2, 7.adıma ait enkesit yükseklikleri.....	59
Çizelge E. 8	: Plak Sistem-2, 8.adıma ait enkesit yükseklikleri.....	60
Çizelge E. 9	: Plak Sistem-2, 9.adıma ait enkesit yükseklikleri.....	60
Çizelge E. 10	: Plak Sistem-2, 10.adıma ait enkesit yükseklikleri.....	61
Çizelge E. 11	: Plak Sistem-2, 11.adıma ait enkesit yükseklikleri.....	61
Çizelge E. 12	: Plak Sistem-2, 12.adıma ait enkesit yükseklikleri.....	62
Çizelge F. 1	: Plak Sistem-3, 1.adıma ait enkesit yükseklikleri.....	63
Çizelge F. 2	: Plak Sistem-3, 2.adıma ait enkesit yükseklikleri.....	65
Çizelge F. 3	: Plak Sistem-3, 3.adıma ait enkesit yükseklikleri.....	67
Çizelge F. 4	: Plak Sistem-3, 4.adıma ait enkesit yükseklikleri.....	69
Çizelge F. 5	: Plak Sistem-3, 5.adıma ait enkesit yükseklikleri.....	71
Çizelge F. 6	: Plak Sistem-3, 6.adıma ait enkesit yükseklikleri.....	73
Çizelge F. 7	: Plak Sistem-3, 7.adıma ait enkesit yükseklikleri.....	75
Çizelge F. 8	: Plak Sistem-3, 8.adıma ait enkesit yükseklikleri.....	77
Çizelge F. 9	: Plak Sistem-3, 9.adıma ait enkesit yükseklikleri.....	79
Çizelge F. 10	: Plak Sistem-3, 10.adıma ait enkesit yükseklikleri.....	81
Çizelge F. 11	: Plak Sistem-3, 11.adıma ait enkesit yükseklikleri.....	83
Çizelge G. 1	: Plak Sistem-4, 1.adıma ait enkesit yükseklikleri.....	85
Çizelge G. 2	: Plak Sistem-4, 2.adıma ait enkesit yükseklikleri.....	85
Çizelge G. 3	: Plak Sistem-4, 3.adıma ait enkesit yükseklikleri.....	86
Çizelge G. 4	: Plak Sistem-4, 4.adıma ait enkesit yükseklikleri.....	86
Çizelge G. 5	: Plak Sistem-4, 5.adıma ait enkesit yükseklikleri.....	87
Çizelge G. 6	: Plak Sistem-4, 6.adıma ait enkesit yükseklikleri.....	87
Çizelge G. 7	: Plak Sistem-4, 7.adıma ait enkesit yükseklikleri.....	88
Çizelge G. 8	: Plak Sistem-4, 8.adıma ait enkesit yükseklikleri.....	88
Çizelge G. 9	: Plak Sistem-4, 9.adıma ait enkesit yükseklikleri.....	89
Çizelge G.10	: Plak Sistem-4, 10.adıma ait enkesit yükseklikleri.....	89
Çizelge G.11	: Plak Sistem-4, 11.adıma ait enkesit yükseklikleri.....	90
Çizelge G.12	: Plak Sistem-4, 12.adıma ait enkesit yükseklikleri.....	90

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2. 1	: Çubuk Sistem-1, Düzgün yayılı yük etkisindeki iki ucundan ankastre kiriş ve kiriş kesiti.	11
Şekil 2. 2	: Çubuk Sistem-1, Hesap modeli.	12
Şekil 2. 3	: Çubuk Sistem-1, 1/2 çubuk için SAP 2000 programından okunan değerler.	13
Şekil 2. 4	: Çubuk Sistem-1, Adım Numarası-Yerdeğiştirme eğrisi.	14
Şekil 2. 5	: Çubuk Sistem-1, Optimum malzeme yayılışı.	14
Şekil 2. 6	: Çubuk Sistem-2, Yatay yük etkileyen iki mafsallı dikdörtgen çerçeve ve çerçeve kesiti.	15
Şekil 2. 7	: Çubuk Sistem-2, Hesap modeli.	15
Şekil 2. 8	: Çubuk Sistem-2, SAP 2000 programından okunan değerler.	16
Şekil 2. 9	: Çubuk Sistem-2, Optimum malzeme yayılışı.	17
Şekil 2. 10	: Çubuk Sistem-2, Adım Numarası-Yerdeğiştirme eğrisi.	18
Şekil 2. 11	: Çubuk Sistem-3, Yatay ve düşey yükler etkisi altındaki iki katlı çerçeve ve çerçeve enkesiti.	19
Şekil 2. 12	: Çubuk Sistem-3, Hesap modeli.	19
Şekil 2. 13	: Çubuk Sistem-3, SAP 2000 programından okunan değerler.	20
Şekil 2. 14	: Çubuk Sistem-3, Optimum malzeme yayılışı.	21
Şekil 2. 15	: Çubuk Sistem-3, Adım Numarası-Yerdeğiştirme eğrisi.	23
Şekil 2. 16	: Plak Sistem-1, Düzgün yayılı yük etkisindeki dört kenarından ankastre mesnetli plak.	24
Şekil 2. 17	: Plak Sistem-1, Hesap modeli.	24
Şekil 2. 18	: Plak Sistem-1, 1/4 plak için SAP 2000 programından okunan değerler.	25
Şekil 2. 19	: Plak Sistem-2, Düzgün yayılı yük etkisindeki dört kenarından ankastre mesnetli plak.	26
Şekil 2. 20	: Plak Sistem-2, Hesap modeli.	27
Şekil 2. 21	: Plak Sistem-2, SAP 2000 programından okunan değerler.	27
Şekil 2. 22	: Plak Sistem-2, Adım Numarası-Yerdeğiştirme eğrisi.	29
Şekil 2. 23	: Plak Sistem-3, Düzgün yayılı yük etkisindeki dört kenarından ankastre mesnetli plak.	29
Şekil 2. 24	: Plak Sistem-3, Hesap modeli.	30
Şekil 2. 25	: Plak Sistem-3, Adım Numarası-Yerdeğiştirme eğrisi.	31
Şekil 2. 26	: Plak Sistem-4, Düşey yük etkisi altındaki dört kenarından mesnetli plak.	33
Şekil 2. 27	: Plak Sistem-4, Hesap modeli.	33
Şekil 2. 28	: Plak Sistem-4, 1/4 plak için SAP 2000 programından okunan değerler.	34
Şekil 2. 29	: Plak Sistem-4, Adım Numarası-Yerdeğiştirme eğrisi.	35

SEMBOL LİSTESİ

b	: Çubuk parçasına ait enkesit genişliği
$[D]$	: Malzeme özelliklerine bağlı elastisite matrisi
$\left[\dot{D} \right]$	: Elastisite matrisinin enkesit alanına göre birinci türevi
ds	: Sistem değişkeni
D	: Plak rijitliği
$[e]^T$	: Dış yüklerden oluşan deformasyon bileşenlerini içeren matris
$[e_1]$	: Birim yüklemeden oluşan deformasyon bileşenlerini içeren matris
E	: Malzeme elastisite modülü
F	: Enkesit alanı
h	: Enkesit yüksekliği
I	: Çubuk atalet momenti
k_0	: Şekil değiştirme enerjisi
$\overline{M}$	: Dış yüklerden çubuk parçasında meydana gelen eğilme momenti
$\overline{M}$	: Birim yüklemeden çubuk parçasında meydana gelen eğilme momenti
M_1	: Dış yüklerden yüzey parçasında x düzleminde oluşan eğilme momenti
M_2	: Dış yüklerden yüzey parçasında y düzleminde oluşan eğilme momenti
M_{12}	: Dış yüklerden yüzey parçasında xy düzleminde oluşan burulma momenti
$\overline{M}_1$	: Birim yüklemeden yüzey parçasında x düzleminde oluşan eğilme momenti
$\overline{M}_2$	: Birim yüklemeden yüzey parçasında y düzleminde oluşan eğilme momenti
$\overline{M}_{12}$	: Birim yüklemeden yüzey parçasında xy düzleminde oluşan burulma momenti
S	: Çubuk ve plak sistemler için SAP 2000 programından okunan değer
$\overline{S}$	: Çubuk ve plak sistemler için SAP 2000 programından okunan değerlerin eleman hacmiyle çarpılmasıyla elde edilen değer
V_0	: Verilen malzeme hacmi
V	: Ardışık hesapta hesaplanan malzeme hacmi
u	: Yerdeğiştirme bileşeni
λ	: Lagrange çarpanı
α	: Küçük bir sayı
η	: Sınırlarda sıfır olan herhangi bir fonksiyon

ÇUBUK VE YÜZEYSEL TAŞIYICI SİSTEMLERDE BİR YERDEĞİŞTİRME BİLEŞENİNİ EN KÜÇÜK YAPAN MALZEME DAĞILIMININ BELİRLENMESİ

ÖZET

Yapı mühendisliğinde boyutlandırma yapılırken yapının güvenli olması istenildiği ölçüde boyutlandırmanın en düşük maliyetle gerçekleştirilmesi de gözönünde bulundurulması gereken bir etkidir. Günümüzde bu konu hakkında gerçekleştirilen çalışmalar gün geçtikçe artmaktadır.

Yapıları yeterli dayanım ve güvenliğe sahip bir şekilde boyutlandırırken, yerdeğiştirme kısıtlamaları dikkate alınması gereken önemli konulardan biridir. Boyutlandırma yapıldıktan sonra dış etkiler sebebiyle meydana gelen yerdeğiştirme ve şekildeğiştirmelerin yönetmeliklerde belirtilen sınırlar içinde kalması gerekmektedir. Bu nedenle verilen sabit bir malzeme hacmi için bir yerdeğiştirme bileşenini minimum yapan malzeme yayılımının belirlenmesi önemli bir sorun olmaktadır.

Bu çalışmada, malzeme miktarı verilmiş bir ve iki boyutlu yapı sistemlerinde statik yüklerden meydana gelen bir yerdeğiştirme bileşenini minimum yapan malzeme yayılımının elde edilmesi amacıyla SAP 2000 hesap programının Virtüel İş Diyagramı özelliğinden yararlanılarak bir hesap algoritması geliştirilmiştir. Algoritma, sabit yükler etkisi altındaki dolu gövdeli çubuk sistemlere ve ince plak sistemlere uygulanmıştır. Dolu gövdeli çubuk sistemlerde her çubuk ve ince plak sistemlerde ise her plak yüzeyi, eğilme momentinin yaklaşık olarak eşit kabul edildiği küçük parçalara ayrılarak sonlu elemanlar şeklinde idealleştirilmiştir.

Yöntemin ilk adımında hem çubuk sistemlerde hem de plak sistemlerde, birim hacme düşen şekildeğiştirme enerjisini ifade eden k_0 sabiti hesaplanırken homojen malzeme yayılımına ait yerdeğiştirme esas alınmaktadır. Çubuk sistemlerde dikdörtgen enkesit durumu ele alınmış ve sabit yükseklik için genişlik değişimleri veya sabit genişlik için yükseklik değişimleri incelenmiştir. Plak sistemlerde ise yükseklik değişimleri incelenmiştir. Her adımda bulunan yükseklik veya genişlik değerleri bir sonraki adımda sistemin boyutlandırılmasında kullanılmıştır. Bu ardışık yaklaşım yöntemi ardışık iki adımda birbirine yeter derecede yakın yerdeğiştirme değerleri elde edilinceye kadar devam etmektedir. Yapı sisteminin izostatik olması halinde sonuca bir adımda ulaşmakta sistemin hiperstatik olması halinde ise bir ardışık yaklaşım yöntemi uygulamak gerekmektedir. İnce plak sistemlerde hesap sonucu elde edilen değerler eğilme momentinin çok küçük olduğu kesitlerde sıfıra yaklaştığı için kesit yüksekliklerine sınırlama getirilmesi gerekmektedir. Aynı eleman özelliklerine sahip, aynı yükleme etkisi altındaki ince plak sistemlerde eleman sayısı arttırıldığında daha küçük bir yerdeğiştirme değeri elde edilmektedir.

Bu çalışmada, algoritmanın nasıl uygulandığını göstermek üzere üç adet dolu gövdeli sistem ve iki adet ince plak sistem örneği incelenmiştir. Algoritmada yapılacak

küçük değişikliklerle yöntem, uzay kafes sistemlere ve kayma şekildeğiştirmelerinin etkin olduğu perde-çerçeve sistemler ile orta kalınlıktaki plak sistemlere de uygulanabilir. Sistem hesabı aşamalarında SAP 2000 bilgisayar yazılımından, kesit boyutlarının bulunması aşamasında ise EXCEL programından yararlanılmıştır.

.

DETERMINATION OF OPTIMAL MATERIAL DISTRIBUTION FOR A CHOSEN DISPLACEMENT FOR FRAMES AND PLATES

SUMMARY

In structural engineering, structural safety is an important factor in design. Designing the structures at the lowest cost is also important factor as safety. Nowadays, the studies on this topic have a great interest.

While designing the structure with sufficient strength and safety, displacement constraint is one of the most important subjects. After the desing of structure, deformations and displacements due to the external loads are required to stay within the limits stated in codes and other structural regulations. Therefore, determination of material distribution that makes a displacement component minimum for a given material volume is an important problem.

In this study, a numerical calculation algorithm is developed to obtain material distribution that minimize a chosen displacement component due to the static loads for frames and plates which are given geometry, boundary conditions, material characteristic and volume.

Assumptions which are considered during the calculation algorithm are in the following;

- 1- The material behaves linearly-elastic.
- 2- Only constant loads are subjected.
- 3- Frame members have constant cross-section and finite length. Also bending moment variation can be accepted constant along the members.
- 4- In frame systems, effects of bending strains are considered while the effects of axial and shear strains are neglected.
- 5- In plate systems, effects of axial and shear strains are also neglected.
- 6- Frame members are made of homogenous material.
- 7- Plate finite elements are thin-plate element and they are made of homogenous material.
- 8- The calculation is made for a chosen displacement component and constant material volume.

In frames and plates which will be designed for given material volume, a calculation algorithm is developed to obtain material distribution that minimize a displacement component by using Virtuel Work Diagram property of SAP 2000 structural analysis computer code. The developed algorithm is applied to the frames and plates subjected to the constant external loads.

Variational theory and virtuel work principle are used to developpe the algorithm for frame and plate systems. The bending moment values obtained by the computer code for the external loads and unit loads are used in the algorithm.

As the internal forces of a statically determinate frame depend only on the equilibrium equations, optimum design is reached in the first step. For the statically indeterminate systems, it is a necessity to be applied of a sequential approximation method.

The algorithm is based on a method of successive approximations and each step is composed of design and analysis phases. Frame and plate elements are divided into the parts in which bending moment variation can be accepted approximately equal in the algorithm.

In the beginning of the calculation, loads, material and geometrical characteristics, displacement component which will be minimized are defined to the computed code and material volume distributed equally over the structure.

In frame systems which are composed of rectangular members, a constant height or width is considered. In plate systems however, a constant height is considered. At the end of the calculation using the cross-sectional dimensions in this step, displacement that will be minimized and deformation energies of members are obtained.

Frame systems are firstly analyzed by SAP 2000 computed code and by dividing the structure into frame elements. The defined static external loads and also unit load are loaded to the system separately and then the displacement to be used in design phase of the first step is obtained. After that the deformation energy values of each frame member are obtained by using Virtual Work Diagram property of SAP 2000 code. These values are multiplied by the volume of each frame member. Then the contribution of each frame or plate member to the given displacement component of structure is obtained. When the contribution values of each member are summed, total anticipated displacement of the structure can be obtained. Then, cross-sectional dimensions are calculated by using determined energy values in the formulation given. As a first example, a fixed beam subjected to the uniformly distributed loads is designed according to variable height. In second example, a statically determinate three hinged frame is designed according to variable width. As the last example of frame systems, the frame with two stories is designed according to variable height subjected to both uniform distributed loads and horizontal concentrated loads.

Dimensions are increased or decreased with V_0/V ratio in the next step of the calculation since the new material volume which is calculated by new heights will not be equal to the chosen material volume. It is continued to the calculation that the structure is analyzed again according to cross sectional dimensions determined in the previous step for external loads and unit load. The iterative procedure is terminated when displacement values obtained in two successive steps are approximately the same. At the last step of calculation, deformation energy values for each frame finite element obtained by using Virtual Work Diagram property of SAP 2000 code must be sufficiently close to the each other.

In plate systems, first, the system divided into the finite elements is designed and analyzed by SAP 2000 code as in the frame systems. The calculations can be performed on quarter part of plate if it has symmetry. The displacement of a plate in a anticipated direction is calculated after performing the analyses for external loads and unit load by virtual work principle also. The deformation energy value of each plate element is obtained by using Virtual Work Diagram property of SAP 2000 code as in the frame systems.

When these values are multiplied by the volume of each plate element, contribution displacement of each plate element to total displacement may be calculated. If these contribution displacement values of each part are summed, total displacement value in the anticipated location and direction of the plate is obtained. Data taken from the analyses by SAP 2000 code are substituted in the given formulation for plate systems and then the heights of each plate element is calculated.

Heights are increased or decreased with V_0/V ratio in the next step of the calculation since the new material volume which is calculated by new finite element heights will not be equal to the chosen material volume. As a first example of plate systems, a fixed square plate subjected to the uniformly distributed load was designed. After several iteration steps, for plate finite elements in which the bending moment is very small, it was noticed that the calculated element heights are almost zero and it was not possible to continue the calculation. For these systems, if cross-section has very small moment value, element heights will be very small as well. Because of this reason element heights are limited due to the structural necessity. As a second problem the same fixed plate is designed with height constraint. Then, in the third example, the same plate is designed with increasing number of finite elements to show the effect of finite element mesh. At the last example, a fixed square plate subjected to the concentrated load at the middle is considered.

In plate systems, deformation energy values of each finite element obtained from last calculation step must have similar values at the strips of the plate for both directions.

MS Excel computer programme is also used in the developed algorithm for the calculation of new cross sectional dimensions by given formulas..

In the chapter of numerical examples, displacement values together with the cross sectional dimensions calculated for each calculation step are presented as graphics and in tables. The considered mathematical model of the structures and necessary data from SAP 2000 programme for designing systems are also presented in this chapter.

As a conclusion, the algorithm is generally terminated after 3-4 approximation steps for frame systems, however, 11-12 calculation steps must be applied to reach to the optimal solution in plate systems.

After optimal cross-section variation is obtained, if the dimensions don't provide stress and displacement constraints stated in codes and regulations, total material volume should be increased to provide both conditions. Controversially, chosen material volume in the beginning should be decreased, if stress and displacement values has very small values.

In plate systems that have same geometrical properties and subjected to the same loads, variation of the cross sectional dimensions is found much closer to the continuous function by increasing number of finite elements and as a result of this, much smaller displacement values were obtained. When plate system in example 2 and plate system in example 3 are compared, if the system is divided into 20 equal elements for both directions (in other words it is divided into 400 equal square finite elements), the displacement value is obtained 34 % smaller than the system divided into 10 equal parts for both directions (in other words it is divided into 100 equal finite elements).

The algorithm developed for the plane frames and thin plates may be extended to the space frame systems, shear wall-frame systems and plate systems with medium

thickness in which the shear deformations considered. The developed algorithm can also be applied to the space trusses. In this systems, it is not necessary that the truss members are divided into the small elements, because the axial force is constant along the truss member and there are no bending moments and shear forces in trusses.

In the algorithm, systems are only subjected to the static external loads. However, temperature changes, harmonically changing dinamic loads, second-order effects due to the displacements changes and non-linear deformations may be considered as external effects. The calculations are performed that material volume is constant but they may also be performed for variable material volume.

1. GİRİŞ

1.1 Tezin Konusu

Yapı mühendisliğinde boyutlandırma yapılırken yapının güvenli olması istenildiği ölçüde boyutlandırmanın en düşük maliyetle gerçekleştirilmesi de gözönünde bulundurulması gereken bir etkidir. Günümüzde bu konu hakkında gerçekleştirilen çalışmalar gün geçtikçe artmaktadır.

Yapıları yeterli dayanım ve güvenliğe sahip bir şekilde boyutlandırırken, yerdeğiştirme kısıtlamaları dikkate alınması gereken önemli konulardan biridir. Boyutlandırma yapıldıktan sonra dış etkiler sebebiyle meydana gelen yerdeğiştirme ve şekildeğiştirmelerin yönetmeliklerde belirtilen sınırlar içinde kalması gerekmektedir. Bu nedenle verilen sabit bir malzeme hacmi için bir yerdeğiştirme bileşenini minimum yapan malzeme yayılımının belirlenmesi önemli bir sorun olmaktadır.

Bu çalışmada geometrisi, sınır koşulları, malzeme karakteristiği ve miktarı verilen statik yükler etkisindeki çubuk ve plak sistemlerde, verilen bir sabit malzeme hacmi için herhangi bir yerdeğiştirme bileşenini kararlı olarak minimum yapan malzeme yayılımının belirlenmesi amacıyla bir sayısal hesap algoritması geliştirilmiştir. Algoritmanın geliştirilmesinde [1]'de verilen formülasyondan yararlanılmıştır. Hesap aşamasında yapılan kabuller aşağıdaki gibidir:

1. Malzeme lineer elastiktir.
2. Sisteme yalnız sabit yükler etkimektedir.
3. Sistemi oluşturan çubuklar eğilme momenti değişiminin sabit kabul edilebildiği, doğru eksenli sabit enkesitli sonlu uzunluktaki parçalardan oluşmaktadır.
4. Çubuk sistemlerde uzama kayma şekildeğiştirmelerinin etkileri eğilme şekildeğiştirmelerinin etkileri yanında terk edilmiştir.
5. Plak sistemlerde kayma şekildeğiştirmelerinin etkileri hesaba katılmamıştır.
6. Çubuklar dikdörtgen enkesitlidir ve homojen malzemeden yapılmıştır.

7. Plaklar, ince plak olup homojen malzemeden yapılmıştır.
8. Önceden tanımlanan bir yerdeğiştirme bileşeni ve verilen sabit malzeme hacmi için hesap yapılmaktadır.

1.2 Yöntemin Formülasyonu

Bir veya iki boyutlu elemanlardan oluşan bir yapı sisteminde herhangi bir doğrultudaki yerdeğiştirme bileşeni Virtüel İş Teoremi yardımı ile [2],[3].

$$u = \int [e]^T [D][e_1] ds \quad (1.1)$$

şeklinde elde edilebilmektedir. Burada;

u : Herhangi bir yerdeğiştirme bileşenini,

$[e]^T$: Statik dış yükler sebebiyle meydana gelen deformasyon bileşenlerinden oluşan kolon matrisini,

$[D]$: Malzeme özelliklerine bağlı elastisite matrisini,

$[e_1]$: Birim yükleme sebebiyle meydana gelen deformasyon bileşenlerinden oluşan kolon matrisini,

ds : Sistem değişkenini (çubuklarda eksen uzunluğunu, plaklarda $dx.dy$ alanını) göstermektedir.

Sistem için verilmiş olan sabit malzeme hacmi ise

$$V = \int F ds \quad (1.2)$$

şeklinde gösterilebilir.

F : s, parametresinin birim değerine ait hacmi göstermektedir.

u yerdeğiştirme bileşeninin minimum olması için λ Lagrange çarpanını göstermek üzere $u - \lambda V$ nın birinci değişiminin sıfır olması gerekir. Yani

$$\delta(u - \lambda V) = 0 \quad (1.3)$$

olmalıdır. (1.1) ifadesi (1.3) ifadesindeki yerine konursa,

$$\int [\delta e]^T [D][e_1] ds + \int [e]^T [D][\delta e_1] ds + \int [e]^T [\delta D][e_1] ds - \int \lambda \delta F ds = 0 \quad (1.4)$$

elde edilir. Bu ifadede birinci ve ikinci terimler, virtüel yerdeğiştirme sırasında dış yükler sabit kaldığından sıfıra eşittir. Böylece (1.4) denklemini

$$\int [e]^T [\delta D][e_1] ds - \int \lambda \delta F ds = 0 \quad (1.5)$$

halini almaktadır.

$[\delta D]$ değişimi yerine

$$\delta D = \frac{\partial D}{\partial F} \delta F \quad (1.6)$$

türev ifadesi konduğunda ise

$$\int [e]^T \left[\frac{\partial D}{\partial F} \right] [e_1] \delta F ds - \int \lambda \delta F ds = 0 \quad (1.7)$$

elde edilir.

$[D] = [D(F)]$ olduğu gözönünde tutulursa ve α küçük bir sayıyı η fonksiyonu da sınırlarda sıfır olan herhangi bir fonksiyonu göstermek üzere F yerine $F + \alpha \eta(s)$ konursa α değişkenine bağlı bir $I(\alpha)$ integrali elde edilir. Burada, $F(s)$ ve $\eta(s)$ fonksiyonlarının ve türevlerinin sürekli olduğu kabul edilmiştir. Bu halde (1.7) koşulu

$$\left| \frac{dI(\alpha)}{d\alpha} \right|_{\alpha=0} = \frac{dI(0)}{d\alpha} = \int \left\{ [e]^T \left[\dot{D} \right] [e_1] - \lambda \right\} \eta ds = 0 \quad (1.8)$$

halini alır.

Burada $\left[\dot{\bullet} \right] : F$ ye göre türevi göstermektedir. Minimumluk koşulu olarak

$$[e]^T \left[\dot{D} \right] [e_1] = \lambda = \text{sabit} \quad (1.9)$$

elde edilir. (1.9) ile verilen genel minimumluk koşulu çubuk sistemlere uygulandığında,

$$\begin{aligned} [e]^T &= \frac{M}{EI} \\ \left[\dot{D} \right] &= \frac{d(EI)}{dF} \\ [e_1] &= \frac{\overline{M}}{EI} \end{aligned} \quad (1.10)$$

eşitlikleri yerlerine yazılırsa,

$$\frac{M}{EI} \frac{d(EI)}{dF} \frac{\overline{M}}{EI} = \lambda = \text{sabit} \quad (1.11)$$

koşulu elde edilir.

Çubuk eğilme rijitliği ile enkesit alanı arasında

$$EI = kF^p \quad (1.12)$$

şeklinde bir ilişkinin olduğu kabul edilirse

$$\frac{d(EI)}{dF} = kpF^{p-1} \quad (1.13)$$

elde edilir. Bu ifade F ile çarpılıp bölünürse

$$\frac{d(EI)}{dF} = k \frac{F}{F} F^{p-1} p = p \frac{EI}{F} \quad (1.14)$$

şeklini alır.

(1.14) türev ifadesi de (1.11) ifadesinde yerine konulduğunda minimumluk koşulu için

$$\frac{M \overline{M}}{EIF} = \frac{\lambda}{p} = \text{sabit} \quad (1.15)$$

bağıntısına ulaşılır.

Dolu gövdeli çubuk sistemlerde herhangi bir doğrultudaki yerdeğiştirme bileşeni Virtüel İş Teoremine göre;

$$u = \int \frac{M \bar{M}}{EI} ds \quad (1.16)$$

şeklinde hesaplanabilmektedir.

(1.16) ifadesinde integralin içi F ile çarpılıp bölündüğünde

$$u = \int \frac{M \bar{M}}{EIF} F ds \quad (1.17)$$

bağıntısı elde edilir. Yerdeğiştirmenin minimum olması durumunda integral içindeki $\frac{M \bar{M}}{EIF}$ değeri sabit olacağından integral dışına çıkarılırsa (1.17) ifadesi

$$u_{\min} = \frac{M \bar{M}}{EIF} \int F ds = \frac{M \bar{M}}{EIF} V_0 \quad (1.18)$$

halini alır. (1.16) ve (1.18) nolu ifadeler birleştirildiğinde

$$\frac{M \bar{M}}{IF} = k_0 = \frac{Eu_{\min}}{V_0} \quad (1.19)$$

ifadesi elde edilir. (1.19) ifadesine göre yerdeğiştirmenin minimum olabilmesi için sistemin tüm kesitlerinde birim hacme düşecek şekildeğiştirme enerjisi eşit olmalıdır.

İnce plak sistemlerde ise herhangi bir doğrultudaki yerdeğiştirme bileşeni Virtüel İş Teoremine göre;

$$u = \frac{1}{D} \iint \left\{ \bar{M}_1 (M_1 - \nu M_2) + \bar{M}_2 (M_2 - \nu M_1) + \bar{M}_{12} M_{12} 2(1 + \nu) \right\} dx dy \quad (1.20)$$

şeklinde hesaplanabilmektedir.

$$D = \frac{Eh^3}{12(1 - \nu^2)} \quad (1.21)$$

(1.20) ifadesinde integralin içi F ile çarpılıp bölündüğünde

$$u = \frac{1}{D} \iint \left\{ \overline{M}_1 (M_1 - \nu M_2) + \overline{M}_2 (M_2 - \nu M_1) + \overline{M}_{12} M_{12} 2(1 + \nu) \right\} \frac{F}{F} dx dy \quad (1.22)$$

bağıntısı elde edilir.

Burada $A = \left\{ \overline{M}_1 (M_1 - \nu M_2) + \overline{M}_2 (M_2 - \nu M_1) + \overline{M}_{12} M_{12} 2(1 + \nu) \right\}$ tanımlaması yapılırsa (1.21) ifadesi

$$u = \frac{1}{D} \iint \frac{AF}{F} dx dy \quad (1.23)$$

şeklini alır. Yerdeğiştirmenin minimum olması durumunda integral içindeki $\frac{A}{F}$ değeri sabit olacağından integral dışına çıkarılırsa (1.23) ifadesi

$$u_{\min} = \frac{A}{DF} \iint F dx dy = \frac{A}{DF} V_0 \quad (1.24)$$

halini alır. (1.20) ve (1.24) nolu ifadeler birleştirildiğinde

$$\frac{A}{DF} = \frac{u_{\min}}{V_0} \quad (1.25)$$

ifadesi elde edilir. Plak sistemlerde F , h plak kalınlığını göstermektedir. Bu durumda (1.25) ifadesi

$$\frac{A}{Dh} = \frac{u_{\min}}{V_0} \quad (1.26)$$

halini alır.

1.3 Hesap Yöntemi

Bu çalışmada, [1]'de verilen yöntemin sayısal uygulamalarda kullanılması amacıyla bir hesap algoritması oluşturulmuştur. Algoritma birbirini takip eden hesap ve boyutlandırma aşamalarından oluşan bir ardışık yaklaşım yöntemine dayanmaktadır. Algoritmanın uygulanabilmesi için sistemi oluşturan her çubuk veya her yüzey

elemanı eğilme momentinin yaklaşık olarak eşit kabul edilebildiği parçalara ayrılmaktadır.

Geometrisi, yükleri, malzeme özellikleri, minimize edilecek yerdeğiştirme bileşeni ve malzeme hacmi verilen yapının hesabına tüm çubuk parçaları ya da yüzey parçalarının eşdeğer enkesitli olduğu kabulü ile başlanmaktadır. Bu nedenle verilen V_0 malzeme hacmi tüm parçalara eşit olarak dağıtılmaktadır. Çubuk sistemlerde sabit bir yükseklik veya genişlik, plak sistemlerde ise sabit bir yükseklik hesaplanmaktadır. Bu enkesit boyutları esas alınarak yapılan hesap sonucu minimize edilecek yerdeğiştirme bileşeninin değeri hesaplanmakta ve

$$k_0 = \frac{Eu}{V_0} \quad (1.27)$$

formülü ile birim hacme düşen şekildeğiştirme enerjisi hesaplanmaktadır.

Çubuk sistemler için boyutlandırma aşamasında ise her bir sonlu çubuk eleman için

$$\frac{M \overline{M}}{IF} = k_0 \quad (1.28)$$

ifadesinden yükseklikler veya genişlikler hesaplanmaktadır. Bu ifadede;

M : Dış yüklerden dolayı çubuk parçası üzerinde oluşan eğilme momentini,

$\overline{M}$: Birim yüklemeden dolayı çubuk parçası üzerinde oluşan eğilme momentini,

$$I = \frac{bh^3}{12} \quad (1.29)$$

şeklinde hesaplanan atalet momentini,

$$F = bh \quad (1.30)$$

şeklinde hesaplanan enkesit alanını

$$h = \sqrt[4]{\frac{12M \overline{M}}{b^2 k_0}} \text{ veya } b = \sqrt[4]{\frac{12M \overline{M}}{h^4 k_0}} \quad (1.31)$$

yükseklik veya genişlik hesaplamaları için kullanılacak formülleri göstermektedir.

Plak sistemler için boyutlandırma aşamasında ise her bir sonlu yüzey eleman için

$$\frac{A}{Dh} = \frac{u_{\min}}{V_0} \quad (1.32)$$

ifadesinden yükseklikler hesaplanabilmektedir. Bu ifadede;

$$A = \left\{ \overline{M}_1 (M_1 - \nu M_2) + \overline{M}_2 (M_2 - \nu M_1) + \overline{M}_{12} M_{12} 2(1 + \nu) \right\}$$

M_1 : Dış yüklerden dolayı yüzey parçasında x eksenini etrafında oluşan eğilme momentini,

M_2 : Dış yüklerden dolayı yüzey parçasında y eksenini etrafında oluşan eğilme momentini,

$\overline{M}_1$: Birim yüklemeden dolayı yüzey parçasında x eksenini etrafında oluşan eğilme momentini,

$\overline{M}_2$: Birim yüklemeden dolayı yüzey parçasında y eksenini etrafında oluşan eğilme momentini,

M_{12} : Dış yüklerden dolayı yüzey parçasında xy düzleminde oluşan burulma momentini,

$\overline{M}_{12}$: Birim yüklemeden dolayı yüzey parçasında xy düzleminde oluşan burulma momentini,

$$D = \frac{Eh^3}{12(1-\nu^2)} \quad (1.33)$$

şeklinde hesaplanan plak rijitliğini,

$$F = h \quad (1.34)$$

şeklinde ifade edilen plak kalınlığını,

$$h = \sqrt[4]{\frac{12A(1-\nu^2)}{k_0}} \quad (1.35)$$

yükseklik hesaplamaları için kullanılacak formülü göstermektedir.

Yeni boyutlara bağılı olarak hesaplanan yeni V malzeme hacmi, verilen hacme eşit olmayacağından boyutlar $\frac{V_0}{V}$ oranı ile arttırılır veya azaltılır. Hesaba, ilk adımda bulunan yükseklik veya genişlik değerlerine göre yapının yeniden dış yükler ve birim yükleme için çözülerek ardışık iki adımda birbirine yeter derecede yakın yerdeğiştirme değerleri bulununcaya kadar devam edilir.

2. SAYISAL ÖRNEKLER

Çalışmanın bu bölümünde statik yükler etkisi altındaki geometrisi, sınır koşulları, malzeme özelliği ve miktarı verilen çubuk ve plak sistemlerde, herhangi bir yerdeğiştirme bileşenini minimum yapan malzeme yayılımının belirlenmesini gösteren sayısal örnekler yer almaktadır.

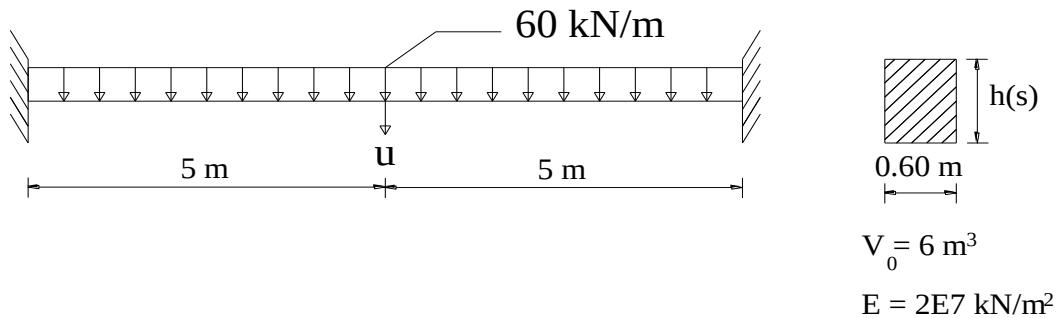
Statik yükler etkisi altındaki çubuk ve plak sistemler tanıtılmakta ve elde edilen sayısal veriler çizelgeler halinde sunulmaktadır. Bu sayısal sonuçlar gözönüne alınarak, sistemlerdeki malzeme yayılımını gösteren şekiller de yine bu bölümde yer almaktadır.

2.1 Çubuk Sistem - 1

Sayısal örneklerde ilk olarak [1]'de verilen iki ucu ankastre mesnetli bir kirişin malzeme yayılımı orta noktasındaki yerdeğiştirme minimum olacak şekilde hesaplanmıştır.

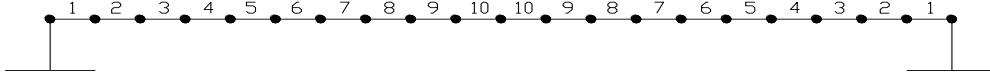
Şekil 2.1'de gösterildiği gibi sistem 10 m uzunluğunda olup 60 kN/m şiddetindeki düzgün yayılı yük etkisi altındadır.

Bu sayısal örnekte kesit genişliği sabit tutularak yükseklik değişimi incelenmiştir. Kesit genişliği $b_0 = 0,60$ m olarak kabul edilmiştir. Verilen malzeme hacmi $V_0 = 6 \text{ m}^3$ elastisite modülü ise $E = 2E7 \text{ kN/m}^2$ dir.



Şekil 2. 1: Çubuk Sistem-1, Düzgün yayılı yük etkisindeki iki ucundan ankastre kiriş ve kiriş kesiti.

Sistem eğilme momentinin sabit kabul edildiği doğru eksenli ve sabit enkesitli 20 eşit parçaya bölünmüş ve her bir parçanın numaralanmış hali Şekil 2.2’de gösterilmiştir.



Şekil 2. 2: Çubuk Sistem-1, Hesap modeli.

Algoritmanın ilk adımında verilen $V_0 = 6 \text{ m}^3$ ’lük malzeme hacmi 0,60 m’lik sabit genişlik için eşit olarak dağıtılmış ve her bir çubuk parçasının başlangıç yüksekliği olacak olan $h = 1 \text{ m}$ değeri elde edilmiştir.

Sistem SAP 2000 bilgisayar programı ile çözülmüş ve ilk adımdaki u çökme değeri 0,00156 m olarak hesaplanmıştır.

Sistem hem dış yükler hem de verilen yerdeğiştirme doğrultusunda yapılan birim yükleme için ayrı ayrı SAP 2000 programında çözülmüştür. Bir sonraki adım olarak SAP 2000 programının Virtüel İş Diyagramı özelliği çalıştırılarak her çubuk parçasına ait şekildeğiştirme enerji değerleri okunmuştur. Bu değerler çubuk parçasının hacmiyle çarpılarak parçanın yerdeğiştirmeye katkı değeri hesaplanmıştır. Sistemdeki tüm parçaların katkı değerleri toplandığında orta noktadaki yerdeğiştirme değeri elde edilmiştir. Her çubuk parçası için elde edilen yerdeğiştirmeye katkı

değerinin parça uzunluğuna göre integrali alındığında $\frac{M \bar{M}}{EI}$ değerine ulaşılmıştır.

Bu değer EI ile çarpılıp algorithmada yer alan $M \bar{M}$ değeri elde edilmiştir. Daha

sonra $h = \sqrt[4]{\frac{12M \bar{M}}{b^2 k_0}}$ formülü kullanılarak her çubuk parçasına ait yükseklik

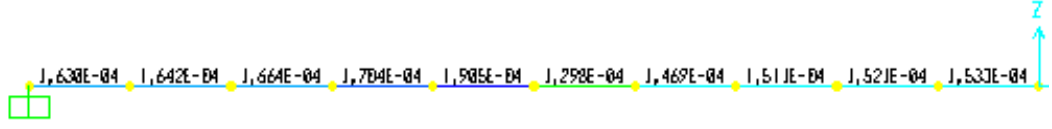
değerlerine ulaşılmıştır. Hesaplanan h yükseklik değerlerine ait V malzeme hacmi, verilen $V_0 = 6 \text{ m}^3$ ’lük malzeme hacmine eşit olmadığından enkesit yükseklik hesap

çizelgelerinde yer alan h yükseklik değerleri $\frac{V_0}{V}$ oranı ile arttırılarak 6 m^3 ’lük

malzeme hacmine karşı gelen h_v yükseklikleri hesaplanmıştır.

Hesaplanan h_v değerlerine göre sistem yeniden modellenmiş ve ikinci adımdaki u yerdeğiştirme değeri 0,0011 m, üçüncü adımdaki 9,597e-04 m, dördüncü adımda ise 9,569e-04 m olarak bulunmuştur. Ardışık iki adımda hesaplanan yerdeğiştirme

değerleri birbirine yeter derecede yakın olduğunda hesaba son verilmiştir. Ardışık yaklaşımın son adımındaki modelin SAP 2000 programındaki Virtüel İş Diyagramı özelliği çalıştırılarak okunan şekildeğiştirme enerji değerleri Şekil 2.3'te gösterilmektedir.



Şekil 2. 3: Çubuk Sistem-1, 1/2 çubuk için SAP 2000 programından okunan değerler. Algoritmanın tüm adımlarına ait SAP 2000 programından okunan değerlerin bulunduğu çizelgeler ekler bölümündedir. Ardışık yaklaşımın ilk adımında kabul edilen h_v değerleri ile son adımda bulunan h_v değerlerinin kıyaslaması Çizelge 2.1'de görülmektedir.

Çizelge 2. 1: Çubuk Sistem-1, İlk adımdaki ve son adımdaki kesit yüksekliklerinin karşılaştırması.

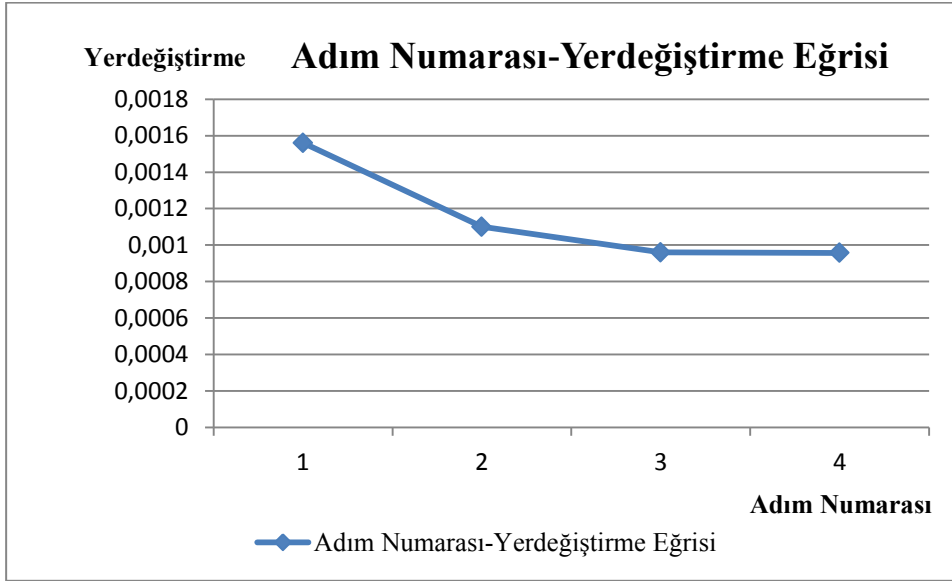
Kesit no	İlk adımdaki h_v değerleri	Son adımdaki h_v değerleri	Değişim yüzdeleri %
1	1	1,552	43,274
2	1	1,345	29,459
3	1	1,116	10,976
4	1	0,851	-16,134
5	1	0,504	-65,945
6	1	0,500	-66,728
7	1	0,793	-23,028
8	1	0,987	-1,263
9	1	1,127	11,911
10	1	1,225	20,193

Her adıma ait yerdeğiştirme değerleri hem çizelge olarak Çizelge 2.2'de hem de grafik olarak Şekil 2.4'te sunulmuştur.

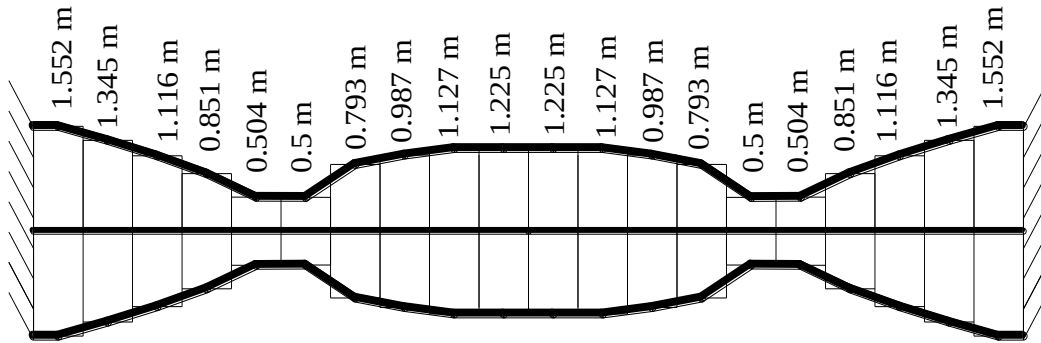
Çizelge 2. 2: Çubuk Sistem-1, Ardışık hesap adımları ve yerdeğiştirmeler.

Adım Numarası	Yerdeğiştirme (m)
1	0,00156
2	0,0011
3	9,60E-04
4	9,57E-04

Ardışık yaklaşım sonucunda elde edilen malzeme yayılımı Şekil 2.5'te gösterilmektedir.



Şekil 2. 4: Çubuk Sistem-1, Adım Numarası-Yerdeğiştirme eğrisi.

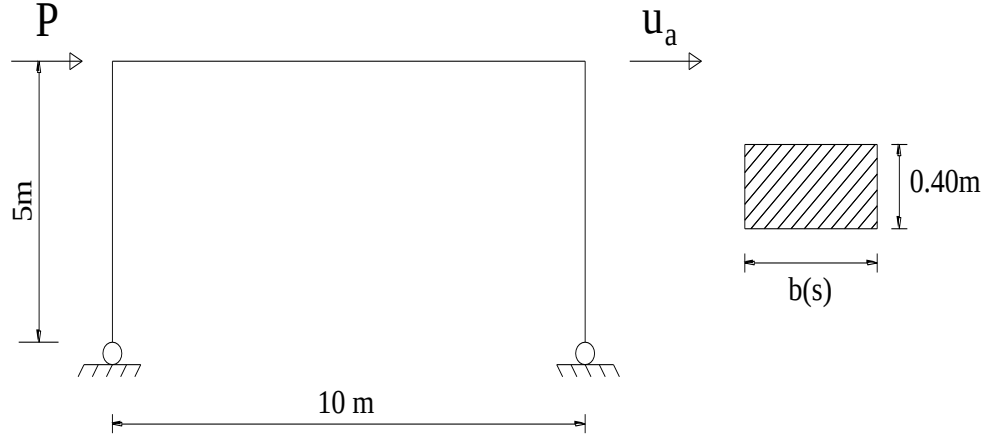


Şekil 2. 5: Çubuk Sistem-1, Optimum malzeme yayılımı.

2.2 Çubuk Sistem - 2

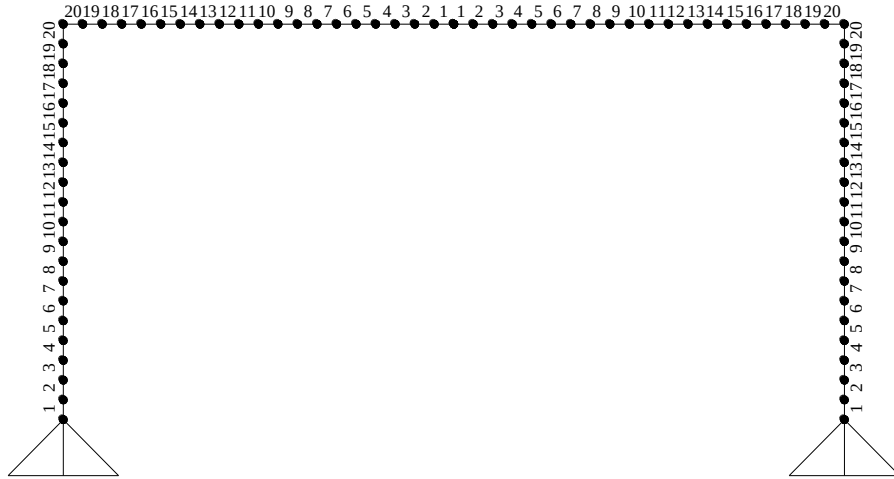
Sayısal örneklerde ikinci olarak yine [1]'de verilen iki mafsallı dikdörtgen çerçevenin malzeme yayılımı üst noktasındaki yatay yerdeğiştirme minimum olacak şekilde hesaplanmıştır.

Şekil 2.6'dan görüldüğü gibi sistem, 10 m açıklığında, 5 m yüksekliğinde olup 100 kN şiddetindeki yatay yükün etkisi altındadır. Hesaplarda enkesit yüksekliği sabit ve $h = 0,40$ m olarak alınmıştır. Sistemde verilen malzeme hacmi $V_0 = 8 \text{ m}^3$ olup, elastisite modülü $E = 2,85E7 \text{ kN/m}^2$ 'dir.



Şekil 2. 6: Çubuk Sistem-2, Yatay yük etkiyen iki mafsallı dikdörtgen çerçeve ve çerçeve kesiti.

Kolonlar eğilme momentinin sabit kabul edildiği doğru eksenli sabit enkesitli 20 eşit parçaya, kiriş ise 40 eşit parçaya bölünmüştür. Sistem hesap modeli Şekil 2.7’de verilmiştir.



Şekil 2. 7: Çubuk Sistem-2, Hesap modeli.

$V_0 = 8 \text{ m}^3$ ’lük malzeme hacmi $h = 0,40 \text{ m}$ sabit yükseklik için eşit olarak dağıtılmış ve ilk adımda kullanılacak olan çubuk parçalarının genişlik değeri 1 m olarak alınmıştır.

100 kN’luk yatay yük etkisi altındaki sistem SAP 2000 bilgisayar programı ile çözülmüş ve ilk adımda u_a yerdeğiştirmesi $0,02741 \text{ m}$ olarak bulunmuştur. Sistem dış yükler ve birim yükleme için çözümlenerek her çubuk parçasına ait $\overline{MM}$ değerleri

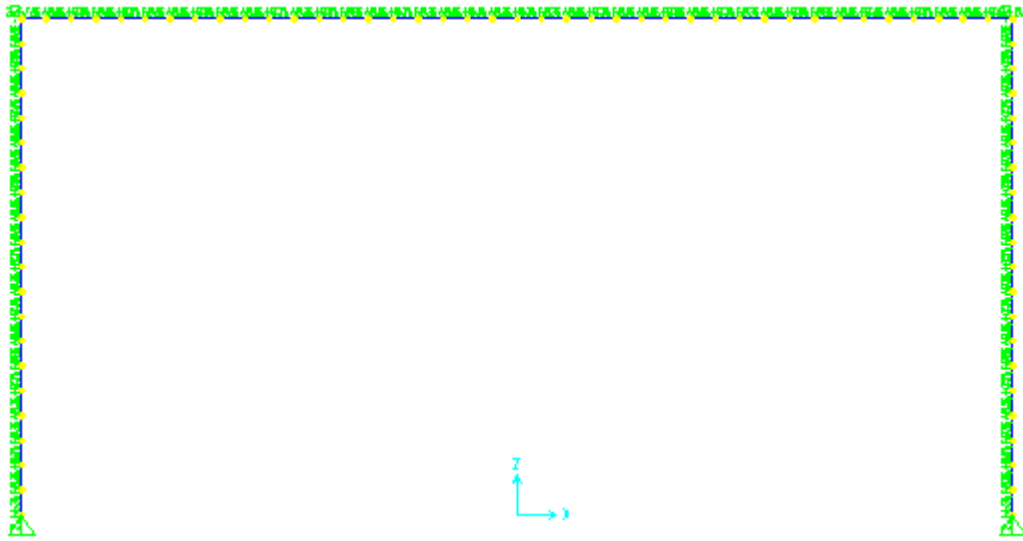
hesap edilmiştir. Daha sonra $b = \sqrt{\frac{12\overline{MM}}{h^4 k_0}}$ formülü kullanılarak her çubuk parçasına

ait genişlik değerlerine ulaşılmıştır. Hesaplanan b genişlik değerlerine ait V malzeme hacmi verilen $V_0 = 8 \text{ m}^3$ 'lük malzeme hacmine eşit olmadığından b genişlik değerleri $\frac{V_0}{V}$ oranı ile arttırılmıştır.

Hesabın ikinci adımında birinci adımda bulunan b_v değerleri kullanılarak sistem yeniden çözülmüş ve u_a yerdeğiştirmesi 0,0206 m olarak bulunmuştur.

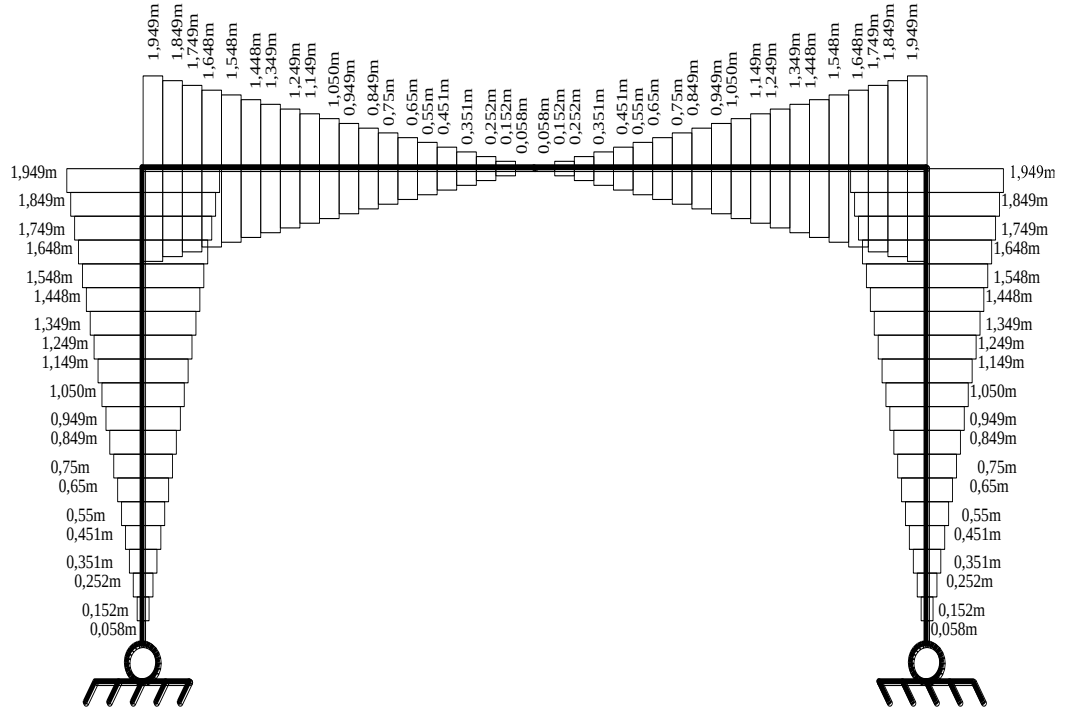
Bulunan b_v değerlerine göre sistem yeniden çözüldüğünde 0,0206 m'lik yerdeğiştirme değerine ulaşılmış ve hesaba son verilmiştir. Ardışık yaklaşımın son adımındaki hesap modelinden her çubuk parçası için okunan şekildeğiştirme enerjileri Şekil 2.8'de, elde edilen malzeme yayılımı ise Şekil 2.9'da gösterilmektedir. Algoritmanın tüm adımlarına ait SAP 2000 programından okunan değerlerin bulunduğu çizelgeler ekler bölümündedir.

Ardışık yaklaşımın ilk adımında kabul edilen b_v değerleri ile son adımda bulunan b_v değerlerinin kıyaslaması Çizelge 2.3'te görölmektedir.



Şekil 2. 8: Çubuk Sistem-2, SAP 2000 programından okunan değerler.

İkinci hesap adımı sonrasında SAP 2000 programının Virtüel İş Diyagramı özelliği çalıştırıldığında Şekil 2.8'deki değerler elde edilmiştir. Şekilden de anlaşılabileceği gibi her kesit için elde edilen şekildeğiştirme enerji değerleri aynı aralıktadır. Aynı aralıkta oldukları aldıkları renkten anlaşılabilmektedir. Sisteme ait 1. ve 2.hesap adımları sonucunda elde edilen b ve b_v değerleri ekler bölümünde Ek B.1 ve Ek B.2 adlı çizelgelerde verilmektedir.



Şekil 2. 9: Çubuk Sistem-2, Optimum malzeme yayılımı.

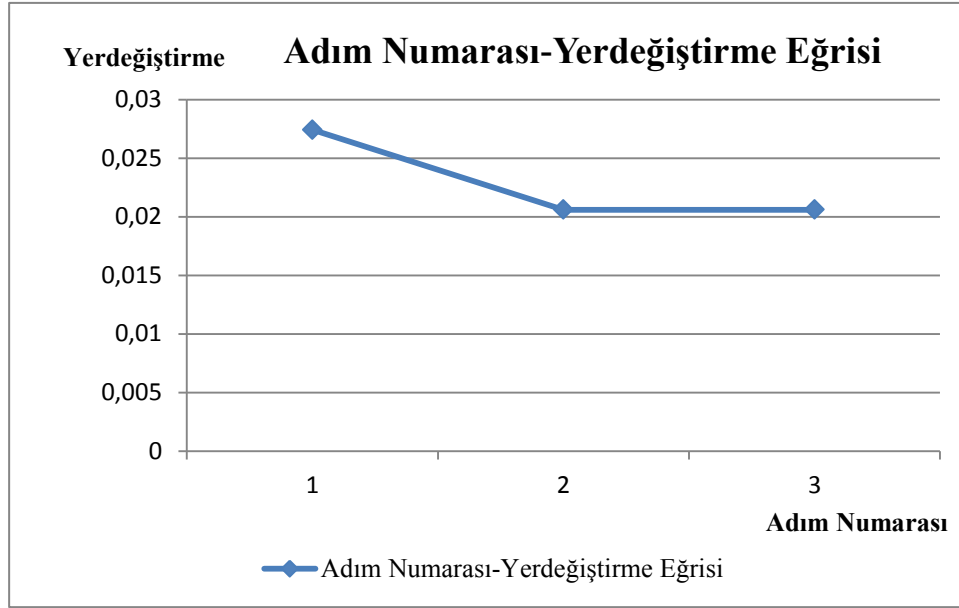
Çizelge 2. 3: Çubuk Sistem-2, İlk adımdaki ve son adımdaki kesit genişliklerinin karşılaştırması.

Kesit no	İlk adımdaki b_v değerleri	Son adımdaki b_v değerleri	Değişim yüzdeleri %
1	1	0,058	-178,251
2	1	0,152	-147,150
3	1	0,252	-119,523
4	1	0,351	-96,141
5	1	0,451	-75,672
6	1	0,550	-57,995
7	1	0,650	-42,427
8	1	0,750	-28,611
9	1	0,849	-16,299
10	1	0,949	-5,234
11	1	1,050	4,859
12	1	1,149	13,902
13	1	1,249	22,150
14	1	1,349	29,709
15	1	1,448	36,630
16	1	1,548	43,033
17	1	1,648	48,956
18	1	1,749	54,476
19	1	1,849	59,584
20	1	1,949	64,339

Her adıma ait yerdeğiştirme değerleri hem çizelge olarak Çizelge 2.4'te hem de grafik olarak Şekil 2.10'da sunulmuştur.

Çizelge 2. 4: Çubuk Sistem-2, Ardışık hesap adımları ve yerdeğiştirmeler.

Adım Numarası	Yerdeğiştirme (m)
1	0,02741
2	0,0206
3	0,0206

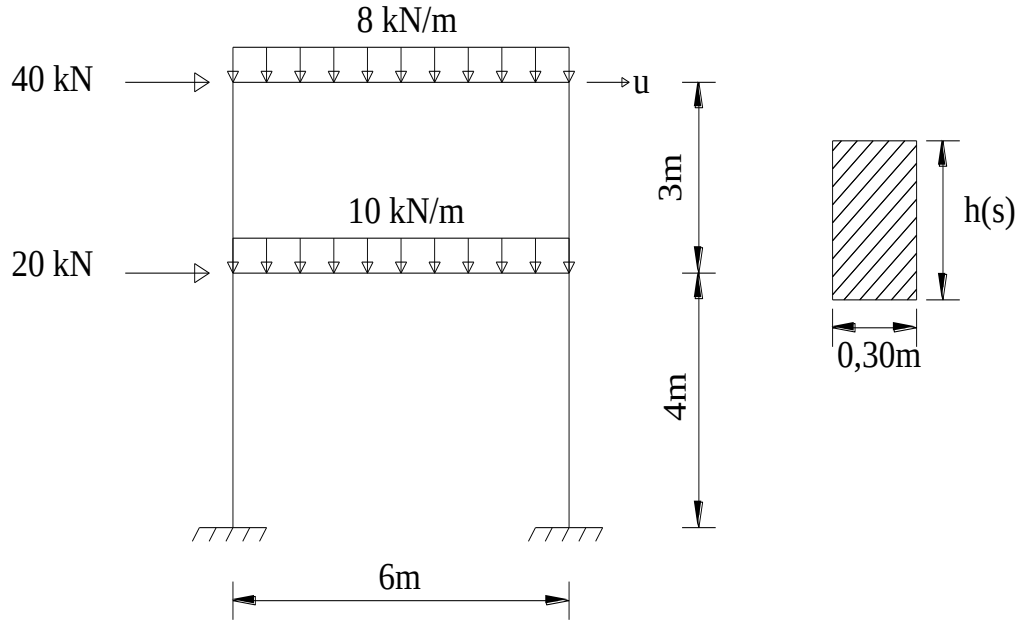


Şekil 2. 10: Çubuk Sistem-2, Adım Numarası-Yerdeğiştirme eğrisi.

2.3 Çubuk Sistem - 3

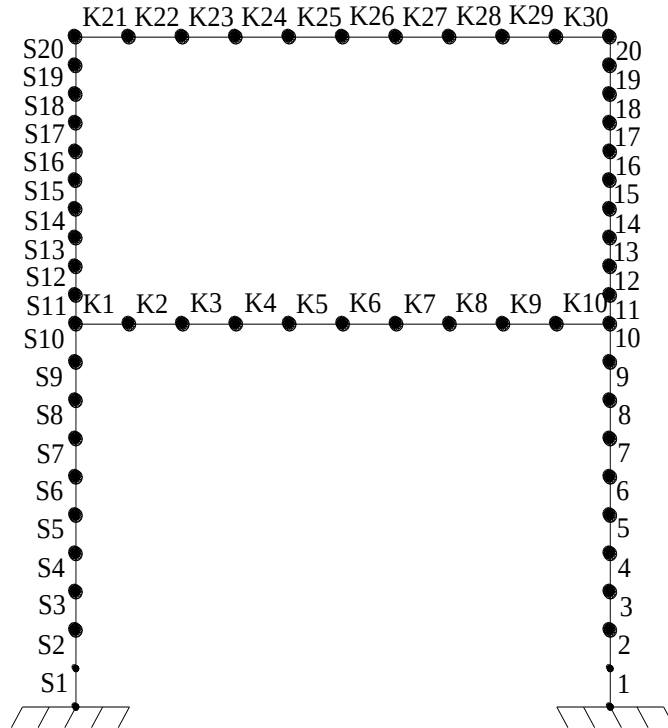
Sayısal örneklerde üçüncü olarak [4]'te verilen iki katlı dikdörtgen çerçevenin malzeme yayılışı üst kattaki yatay yerdeğiştirme minimum olacak şekilde hesaplanmıştır. Sistem çözülürken yalnızca eğilme şekildeğiştirmelerinin etkileri gözönünde bulundurulmuştur. Uzama ve kayma şekildeğiştirmelerinin etkileri eğilme şekildeğiştirmelerinin etkileri yanında çok küçük olduğu için gözönünde bulundurulmamıştır.

Şekil 2.11'den görüldüğü gibi sistem 6 m açıklığında olan iki katlı bir çerçevedir. Sistem 8 kN/m ve 10 kN/m düzgün yayılı yükler ile 40 kN ve 20 kN yatay yükler etkisi altındadır. Hesaplarda enkesit genişliği sabit ve 0,30 m olarak alınmıştır. Verilen malzeme hacmi $V_0 = 6 \text{ m}^3$ olup elastisite modülü $E = 3,025E7 \text{ kN/m}^2$ 'dir. Sabit enkesit genişliği için yükseklik değişimi incelenmiştir.



Şekil 2. 11: Çubuk Sistem-3, Yatay ve düşey yükler etkisi altındaki iki katlı çerçeve ve çerçeve enkesiti.

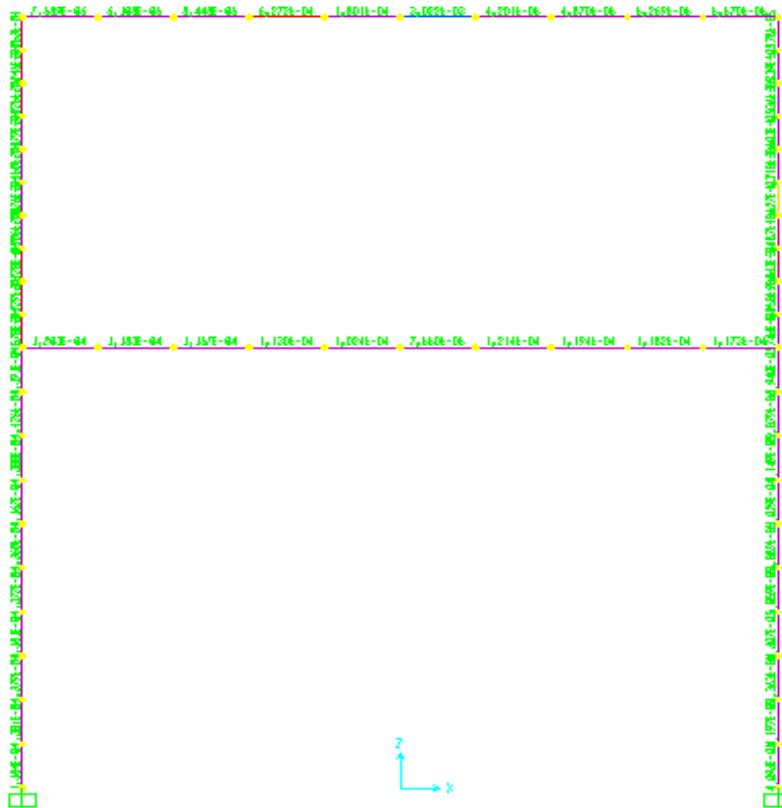
Sistemdeki kolonlar ve kirişler eğilme momentinin sabit kabul edildiği doğru eksenli sabit enkesitli 10 eşit parçaya bölünmüştür. Sistem hesap modeli ve çubuk numaraları Şekil 2.12’de verilmiştir.



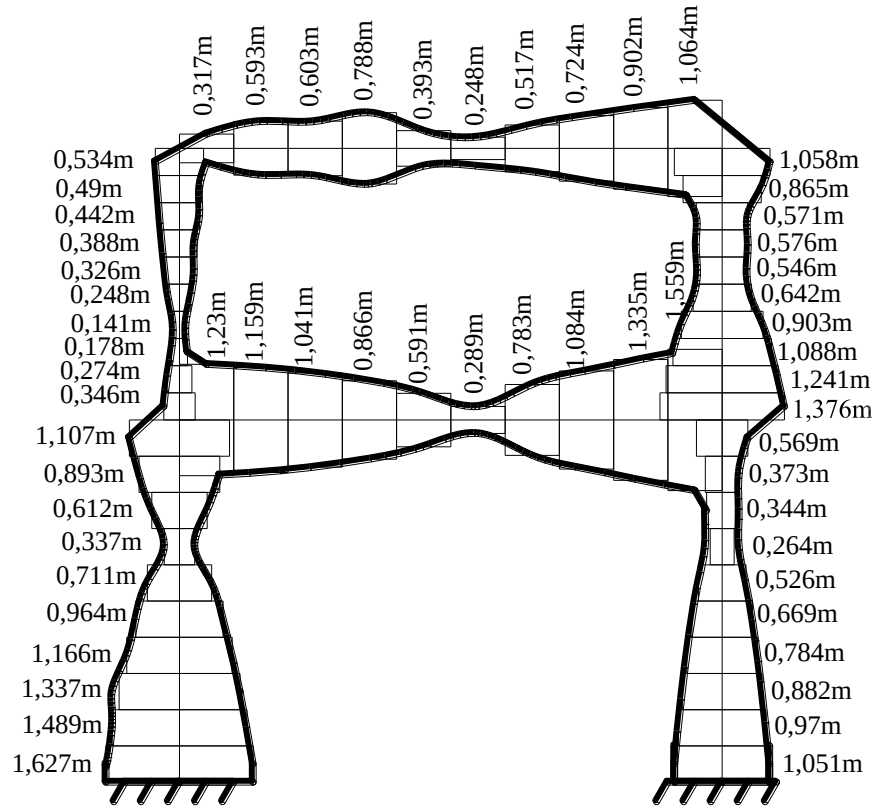
Şekil 2. 12: Çubuk Sistem-3, Hesap modeli.

Verilen $V_0 = 6 \text{ m}^3$ ’lük malzeme hacmi 0,30 m sabit genişlik için eşit olarak dağıtılmış ve ilk adımdaki çubuk parçalarının yükseklikleri 0,769 m olarak alınmıştır. Sistem hem dış yükler hem de birim yükleme için çözülmüş ve ilk adımdaki yerdeğiştirme değeri 0,00143 m olarak bulunmuştur. Hesaba devam edildiğinde ikinci adımdaki 7,23E-04 m, üçüncü adımdaki 6,36E-04 m, son adımdaki yerdeğiştirme değeri ise 6,10E-04 m olarak hesaplanmıştır. Son iki adımda hesaplanan yerdeğiştirme değerleri arasında % 5 hataya ulaşıldığı için hesaba son verilmiştir.

Oluşturulan hesap modeline göre yapılan analiz sonucunda, ardışık yaklaşımın ilk adımında kabul edilen h_v değerleri ile son adımda bulunan h_v değerlerinin kıyaslaması Çizelge 2.5’te görülmektedir. Ardışık yaklaşımın son adımındaki hesap modelinden her çubuk parçası için okunan şekildeğiştirme enerjileri Şekil 2.13’de, elde edilen malzeme yayılımı ise Şekil 2.14’de gösterilmektedir. Algoritmanın tüm adımlarına ait SAP 2000 programından okunan değerlerin bulunduğu çizelgeler ekler bölümündedir.



Şekil 2. 13: Çubuk Sistem-3, SAP 2000 programından okunan değerler.



Şekil 2. 14: Çubuk Sistem-3, Optimum malzeme yayılımı.

Çizelge 2. 5: Çubuk Sistem-3, İlk adımdaki ve son adımdaki kesit yüksekliklerinin karşılaştırması.

Kesit no	İlk adımdaki h_v değerleri	Son adımdaki h_v değerleri	Değişim yüzdeleri %
S1	0,769	1,627	71,607
S2	0,769	1,489	63,754
S3	0,769	1,337	53,933
S4	0,769	1,166	41,049
S5	0,769	0,964	22,536
S6	0,769	0,711	-7,880
S7	0,769	0,337	-78,158
S8	0,769	0,612	-22,767
S9	0,769	0,893	14,922
S10	0,769	1,107	36,042
S11	0,769	0,346	-75,775
S12	0,769	0,274	-95,031
S13	0,769	0,178	-124,665
S14	0,769	0,141	-137,898
S15	0,769	0,248	-102,385
S16	0,769	0,326	-80,895
S17	0,769	0,388	-65,827
S18	0,769	0,442	-53,942
S19	0,769	0,490	-44,275

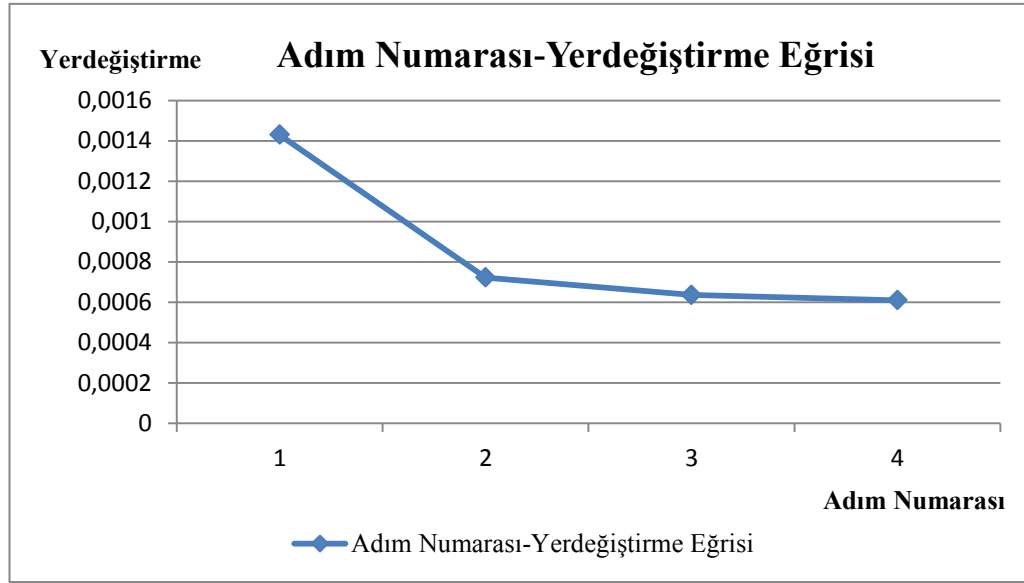
Çizelge 2. 5 (devam) : Çubuk Sistem-3, İlk adımdaki ve son adımdaki kesit yüksekliklerinin karşılaştırması.

S20	0,769	0,534	-36,043
K1	0,769	1,230	46,088
K2	0,769	1,159	40,427
K3	0,769	1,041	30,042
K4	0,769	0,866	11,913
K5	0,769	0,591	-26,217
K6	0,769	0,298	-88,372
K7	0,769	0,783	1,843
K8	0,769	1,084	34,036
K9	0,769	1,335	53,802
K10	0,769	1,559	67,897
K21	0,769	0,317	-83,271
K22	0,769	0,593	-25,792
K23	0,769	0,603	-24,232
K24	0,769	0,788	2,455
K25	0,769	0,393	-64,775
K26	0,769	0,248	-102,442
K27	0,769	0,517	-39,180
K28	0,769	0,724	-6,037
K29	0,769	0,902	15,874
K30	0,769	1,064	32,164
1	0,769	1,051	31,027
2	0,769	0,970	23,152
3	0,769	0,882	13,673
4	0,769	0,784	1,882
5	0,769	0,669	-13,910
6	0,769	0,526	-37,578
7	0,769	0,264	-97,660
8	0,769	0,344	-76,257
9	0,769	0,373	-69,371
10	0,769	0,569	-29,822
11	0,769	1,376	56,610
12	0,769	1,241	46,957
13	0,769	1,088	34,359
14	0,769	0,903	16,030
15	0,769	0,642	-17,964
16	0,769	0,546	-33,837
17	0,769	0,576	-28,704
18	0,769	0,571	-29,536
19	0,769	0,865	11,788
20	0,769	1,058	31,676

Her adıma ait yerdeğiştirme değerleri hem çizelge olarak Çizelge 2.6’da hem de grafik olarak Şekil 2.15’de sunulmuştur.

Çizelge 2. 6: Çubuk Sistem-3, Ardışık hesap adımları ve yerdeğiştirmeler.

Adım numarası	Yerdeğiştirme (m)
1	0,00143
2	7,23E-04
3	6,36E-04
4	6,10E-04



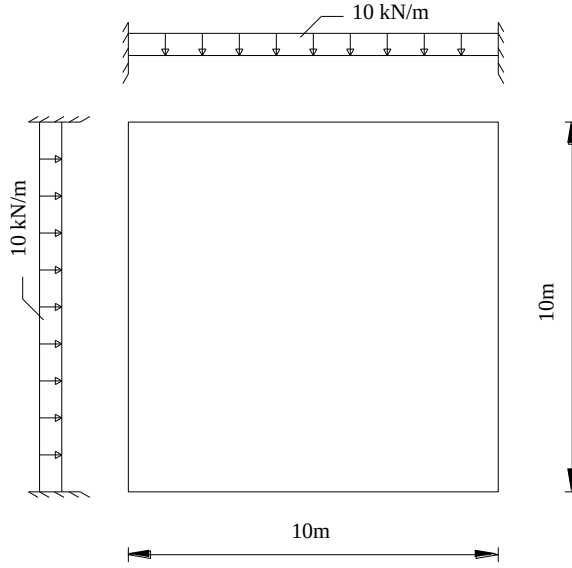
Şekil 2. 15: Çubuk Sistem-3, Adım Numarası-Yerdeğiştirme eğrisi.

2.4 Plak Sistem - 1

Sayısal örneklerde dördüncü olarak dört kenarından ankastre olan düzgün yayılı yük etkisi altındaki ince bir plak sistemin malzeme yayılışı orta noktasındaki çökme minimum olacak şekilde hesaplanmıştır.

Şekil 2.16’dan görüldüğü gibi sistem 10 m’ye 10 m ebatlarında olup 10 kN/m şiddetinde yayılı yük etkisi altındadır. Verilen malzeme hacmi $V_0 = 15 \text{ m}^3$ olup elastisite modülü $E = 2E7 \text{ kN/m}^2$, $\nu = 0,3$ ’dür.

Sistem çözülürken yalnızca eğilme şekildeğiştirmelerinin etkileri gözönünde bulundurulmuştur. Uzama ve kayma şekildeğiştirmelerinin etkisi ince plak için eğilme şekildeğiştirmelerinin yanında çok küçük olduğu için hesaba katılmamıştır. Hesap simetri nedeniyle dörtte bir plak için yapılmıştır.



Şekil 2. 16: Plak Sistem-1, Düzgün yayılı yük etkisindeki dört kenarından ankastre mesnetli plak.

Sistem 10 eşit parçaya bölünmüştür. Hesap modeli Şekil 2.17’de verilmiştir.

1	2	3	4	5	5	4	3	2	1
2	6	7	8	9	9	8	7	6	2
3	7	10	11	12	12	11	10	7	3
4	8	11	13	14	14	13	11	8	4
5	9	12	14	15	15	14	12	9	5
5	9	12	14	15	15	14	12	9	5
4	8	11	13	14	14	13	11	8	4
3	7	10	11	12	12	11	10	7	3
2	6	7	8	9	9	8	7	6	2
1	2	3	4	5	5	4	3	2	1

Şekil 2. 17: Plak Sistem-1, Hesap modeli.

Ardışık yaklaşımın ilk adımında verilen $V_0 = 15 \text{ m}^3$ ’lük malzeme hacmi yüzey parçalarına eşit olarak dağıtılmış ve hesabın ilk adımında tüm yüzey parçaları için yükseklik 0,15 m olarak belirlenmiştir. Sistem SAP 2000 bilgisayar programıyla çözülmüş ve ilk adımda u yerdeğiştirme değeri 0,021 m olarak bulunmuştur. SAP 2000 programının Virtüel İş Diyagramı özelliği çalıştırılarak her yüzey parçası için S : şekildeğiştirme enerji değerleri okunmuştur. Elde edilen S değerleri eleman hacmiyle çarpılarak $\bar{S}$: yerdeğiştirmeye katkı değerleri bulunmuştur.

Bulunan $\bar{S}$ değerleri D : plak rijitliğiyle çarpılıp yüzey alanına göre integrali alınmıştır. İntegral sonucunda çıkan değer $D \cdot F$ ifadesine bölünüp $\frac{u_{\min}}{V_0}$ ifadesine eşitlenmiştir. Plaklarda F, h yüksekliğini göstermektedir. Yapılan işlemler sonucunda h değerleri elde edilmiştir. Hesaplanan V malzeme hacmi $V_0 = 15 \text{ m}^3$ 'lük malzeme hacmine eşit olmadığından h değerleri $\frac{V_0}{V}$ oranında azaltılarak h_v değerlerine ulaşılmıştır. Hesabın ikinci adımında birinci adımda bulunan h_v değerleri kullanılarak sistem dış yükler ve birim yük için tekrar çözülmüş u yerdeğiştirme 0,013 m olarak hesaplanmıştır. Son iki adımda eğilme momentinin çok düşük olduğu parçalarda okunan yerdeğiştirme enerji değerleri, diğer parçalara oranla çok küçük değerler olduğundan bu parçalar için hesap sonucu bulunan yükseklik değerleri de neredeyse sıfır çıkması sebebiyle hesaba devam edilememiştir. Son adımdaki hesap modelinde okunan şekildeğiştirme enerji değerleri Şekil 2.18'de gösterilmektedir.

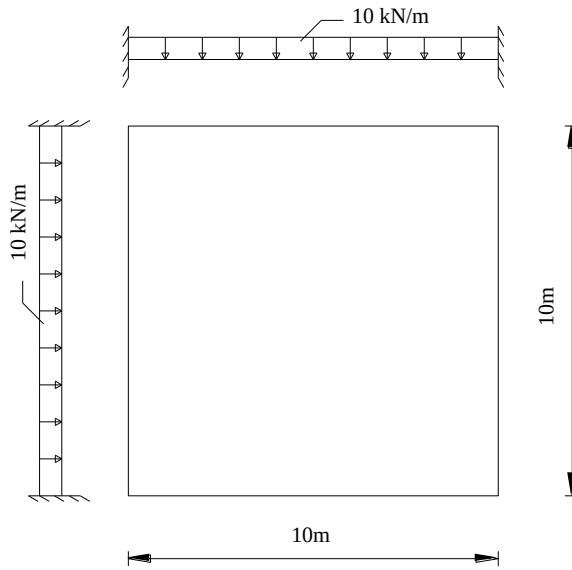
3,551E-08	1,283E-04	3,665E-05	1,275E-04	4,363E-04
1,203E-04	2,786E-05	4,186E-06	1,315E-04	5,844E-04
3,665E-05	4,186E-06	2,746E-04	8,449E-05	2,389E-04
1,275E-04	1,315E-04	8,449E-05	1,880E-04	2,589E-04
4,363E-04	5,844E-04	2,389E-04	2,589E-04	2,583E-04

Şekil 2. 18: Plak Sistem-1, 1/4 plak için SAP 2000 programından okunan değerler.

Sistem simetrik olduğu için şekilde modelin yalnızca dörtte biri gösterilmektedir. Şekil 2.18'den de görüldüğü üzere kesit-1 parçasının şekildeğiştirme enerji değeri diğer kesitlere oranla çok düşüktür. Sonuç alınabilmesi için eğilme momenti çok küçük olan parçalarda yükseklik sınırlaması getirilmelidir.

2.5 Plak Sistem - 2

Plak Sistem-1'deki sayısal sonuçlardan görüldüğü üzere eğilme momenti değerlerinin çok küçük olduğu elemanlarda hesaplanan h_v yüksekliği de çok küçük olmaktadır. Bu örnekte 0,1 m'den küçük olan h_v yüksekliklerini kısıtlayarak yani söz konusu elemanlarda h_v yüksekliğini 0,1 m kabul ederek Plak Sistem-1 örneği yeniden incelenmiştir.



Şekil 2. 19: Plak Sistem-2, Düzgün yayılı yük etkisindeki dört kenarından ankastre mesnetli plak.

Ardışık yaklaşımın ilk adımında verilen $V_0 = 15 \text{ m}^3$ 'lük malzeme hacmi yüzey parçalarına eşit olarak dağıtılmış ve hesabın ilk adımında tüm yüzey parçaları için yükseklik 0,15 m olarak belirlenmiştir.

Bir önceki örnekte anlatılan hesap şekli uygulanmış fakat o örnekten farklı olarak her hesap adımı sonucunda elde edilen kesit yüksekliklerinde 0,1 m'den küçük olanlar için kısıtlama yapılarak yani o kesitlerin yüksekliği 0,1 m olarak kabul edilerek iterasyona devam edilmiştir.

Sistem yükseklik kısıtlamaları gözönüne alınarak hem dış yükler hem de birim yükleme için yeniden hesaplanmış son iki adımdaki yer değiştirme değerleri arasında % 5 hataya ulaşıncaya dek hesaba devam edilmiş, 12 hesap adımı sonucunda istenilen hata oranı sağlanmıştır. Sistem simetrik olduğu için hesaplamalar yapılırken dörtte bir plak gözönünde bulundurulmuştur.

Sistem hesap modeli Şekil 2.20’de gösterilmektedir.

1	2	3	4	5	5	4	3	2	1
2	6	7	8	9	9	8	7	6	2
3	7	10	11	12	12	11	10	7	3
4	8	11	13	14	14	13	11	8	4
5	9	12	14	15	15	14	12	9	5
5	9	12	14	15	15	14	12	9	5
4	8	11	13	14	14	13	11	8	4
3	7	10	11	12	12	11	10	7	3
2	6	7	8	9	9	8	7	6	2
1	2	3	4	5	5	4	3	2	1

Şekil 2. 20: Plak Sistem-2, Hesap modeli.

Son hesap adımına ait modelde okunan şekildeğiştirme enerji değerleri Şekil 2.21’de gösterilmiştir.

7,224E-06	2,103E-05	2,827E-05	3,041E-05	2,784E-04
2,103E-05	5,231E-06	1,226E-05	3,871E-05	2,796E-04
2,827E-05	1,226E-05	8,676E-05	1,188E-04	2,777E-04
3,041E-05	3,871E-05	1,188E-04	1,829E-04	2,906E-04
2,784E-04	2,796E-04	2,777E-04	2,906E-04	2,785E-04

Şekil 2. 21: Plak Sistem-2, SAP 2000 programından okunan değerler.

Elde edilen yerdeğiştirme değerleri çizelge olarak Çizelge 2.7’de, grafik olarak ise Şekil 2.22’de gösterilmiştir.

Çizelge 2. 7: Plak Sistem-2, Ardışık hesap adımları ve yerdeğiştirmeler.

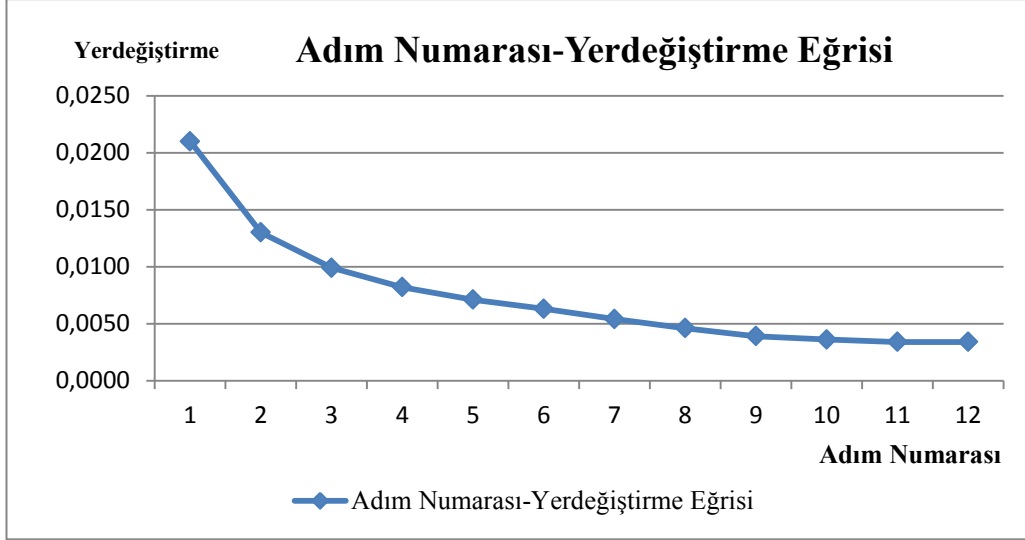
Adım numarası	Yerdeğiştirme (m)
1	0,0210
2	0,0130
3	0,0099
4	0,0082
5	0,0071
6	0,0063
7	0,0054
8	0,0046
9	0,0039
10	0,0036
11	0,0034
12	0,0034

İlk adımda verilen h_v yükseklikleri ile son adımda elde edilen h_v yükseklikleri arasındaki kıyaslama Çizelge 2.8’de verilmiştir.

Çizelge 2. 8: Plak Sistem-2, İlk adımdaki ve son adımdaki kesit yüksekliklerinin karşılaştırması.

Kesit no	İlk adımdaki h_v değerleri	Son adımdaki h_v değerleri	Değişim yüzdeleri %
1	0,15	0,040	-115,245
2	0,15	0,053	-96,037
3	0,15	0,057	-90,245
4	0,15	0,058	-88,787
5	0,15	0,491	106,361
6	0,15	0,037	-120,510
7	0,15	0,046	-106,076
8	0,15	0,061	-83,878
9	0,15	0,327	74,206
10	0,15	0,075	-66,578
11	0,15	0,081	-59,656
12	0,15	0,141	5,944
13	0,15	0,127	16,297
14	0,15	0,249	49,570
15	0,15	0,342	78,098

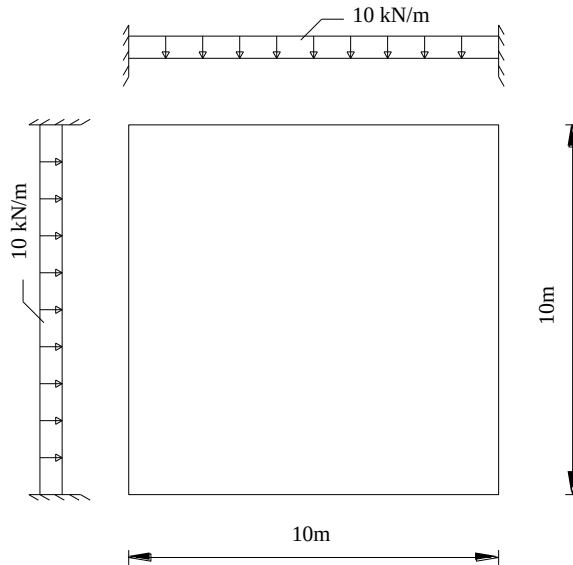
Her hesap adımı sonucu bulunan h değerlerine göre yeni bir hacim hesaplaması yapıldığında bulunan yeni hacim değeri başlangıçta verilen $V_0 = 15 \text{ m}^3$ malzeme hacminden daha büyük olduğu için bulunan yükseklik değerleri V_0/V oranında azaltılarak h_v değerlerine ulaşılmıştır. Bir sonraki adımda kullanılacak hesap modeli h_v değerlerine göre modellenmiştir.



Şekil 2. 22: Plak Sistem-2, Adım Numarası-Yerdeğiştirme eğrisi.

2.6 Plak Sistem - 3

Sayısal örneklerde altıncı olarak, bir önceki örnekte incelenen dört kenarından ankastre olan yayılı yük etkisi altındaki ince bir plak sistemin her bir kenarı, parça sayısının hesaba etkisini görmek amacıyla 10 yerine 20 eşit parçaya bölünerek hesaplanmıştır. Şekil 2.23’den görüldüğü gibi sistem 10 m’ye 10 m ebatlarında olup 10 kN/m şiddetinde yayılı yük etkisi altındadır. Verilen malzeme hacmi $V_0 = 15 \text{ m}^3$ olup elastisite modülü $E = 2E7 \text{ kN/m}^2$, $\nu = 0,3$ ’tür.



Şekil 2. 23: Plak Sistem-3, Düzgün yayılı yük etkisindeki dört kenarından ankastre mesnetli plak.

Hesabın ilk adımında tüm yüzey parçaları için yükseklik 0,15 m olarak belirlenmiştir. Sistem hesap modeli Şekil 2.24’de verilmiştir. Bir önceki örnekte olduğu gibi moment değerlerinin çok küçük olduğu elemanlarda en küçük h_v değeri 0,1 m olarak kabul edilip hesap yapılmıştır.

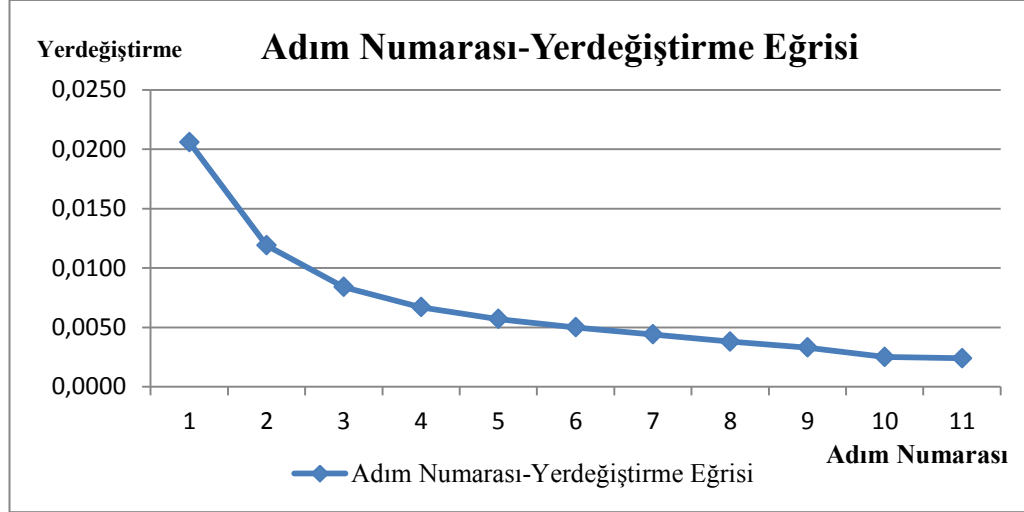
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
2	11	12	13	14	15	16	17	18	19	19	18	17	16	15	14	13	12	11	2
3	12	20	21	22	23	24	25	26	27	27	26	25	24	23	22	21	20	12	3
4	13	21	28	29	30	31	32	33	34	34	33	32	31	30	29	28	21	13	4
5	14	22	29	35	36	37	38	39	40	40	39	38	37	36	35	29	22	14	5
6	15	23	30	36	41	42	43	44	45	45	44	43	42	41	36	30	23	15	6
7	16	24	31	37	42	46	47	48	49	49	48	47	46	42	37	31	24	16	7
8	17	25	32	38	43	47	50	51	52	52	51	50	47	43	38	32	25	17	8
9	18	26	33	39	44	48	51	53	54	54	53	51	48	44	39	33	26	18	9
10	19	27	34	40	45	49	52	54	55	55	54	52	49	45	40	34	27	19	10
10	19	27	34	40	45	49	52	54	55	55	54	52	49	45	40	34	27	19	10
9	18	26	33	39	44	48	51	53	54	54	53	51	48	44	39	33	26	18	9
8	17	25	32	38	43	47	50	51	52	52	51	50	47	43	38	32	25	17	8
7	16	24	31	37	42	46	47	48	49	49	48	47	46	42	37	31	24	16	7
6	15	23	30	36	41	42	43	44	45	45	44	43	42	41	36	30	23	15	6
5	14	22	29	35	36	37	38	39	40	40	39	38	37	36	35	29	22	14	5
4	13	21	28	29	30	31	32	33	34	34	33	32	31	30	29	28	21	13	4
3	12	20	21	22	23	24	25	26	27	27	26	25	24	23	22	21	20	12	3
2	11	12	13	14	15	16	17	18	19	19	18	17	16	15	14	13	12	11	2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Şekil 2. 24: Plak Sistem-3, Hesap modeli.

Ardışık yaklaşım son iki adımdaki yerdeğiştirme değerleri arasında % 5’ten az hataya ulaşıncaya dek devam etmiştir. Elde edilen yerdeğiştirme değerleri çizelge olarak Çizelge 2.9’de, grafik olarak ise Şekil 2.25’te gösterilmiştir.

Çizelge 2. 9: Plak Sistem-3, Ardışık hesap adımları ve yerdeğiştirmeler.

Adım numarası	Yerdeğiştirme (m)
1	0,0206
2	0,0119
3	0,0084
4	0,0067
5	0,0057
6	0,0050
7	0,0044
8	0,0038
9	0,0033
10	0,0025
11	0,0024



şekil 2. 25: Plak Sistem-3, Adım Numarası-Yerdeğiştirme eğrisi.

İlk adımda verilen h_v yükseklikleri ile son adımda elde edilen h_v yükseklikleri arasındaki kıyaslama Çizelge 2.10’da verilmiştir.

Çizelge 2. 10: Plak Sistem-3, İlk adımdaki ve son adımdaki kesit yüksekliklerinin karşılaştırması.

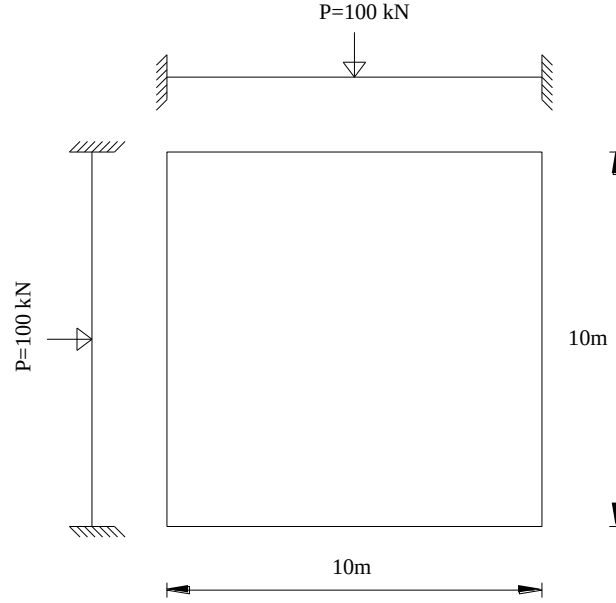
Kesit no	İlk adımdaki h_v değeri	Son adımdaki h_v değeri	Değişim yüzdeleri %
1	0,15	0,024	-144,929
2	0,15	0,040	-115,213
3	0,15	0,055	-92,984
4	0,15	0,066	-78,347
5	0,15	0,071	-71,754
6	0,15	0,069	-73,520
7	0,15	0,061	-83,749
8	0,15	0,053	-95,122
9	0,15	0,166	10,177
10	0,15	0,781	135,555
11	0,15	0,046	-106,041
12	0,15	0,048	-103,093
13	0,15	0,045	-107,836
14	0,15	0,040	-115,690
15	0,15	0,045	-107,308
16	0,15	0,056	-91,078
17	0,15	0,068	-75,294
18	0,15	0,209	32,930
19	0,15	0,643	124,337
20	0,15	0,043	-111,042

Çizelge 2.10 (devam) : Plak Sistem-3, İlk adımdaki ve son adımdaki kesit yüksekliklerinin karşılaştırması.

21	0,15	0,018	-157,414
22	0,15	0,046	-106,158
23	0,15	0,050	-99,491
24	0,15	0,031	-131,640
25	0,15	0,080	-60,717
26	0,15	0,209	32,999
27	0,15	0,496	107,106
28	0,15	0,026	-141,023
29	0,15	0,032	-129,862
30	0,15	0,021	-150,807
31	0,15	0,040	-115,339
32	0,15	0,077	-63,907
33	0,15	0,180	18,252
34	0,15	0,340	77,486
35	0,15	0,062	-83,590
36	0,15	0,071	-71,730
37	0,15	0,067	-76,216
38	0,15	0,062	-83,031
39	0,15	0,088	-52,153
40	0,15	0,164	9,047
41	0,15	0,082	-58,400
42	0,15	0,082	-58,174
43	0,15	0,083	-57,409
44	0,15	0,150	-0,272
45	0,15	0,248	49,171
46	0,15	0,071	-71,141
47	0,15	0,238	45,444
48	0,15	0,061	-84,449
49	0,15	0,371	84,848
50	0,15	0,068	-75,547
51	0,15	0,306	68,536
52	0,15	0,366	83,636
53	0,15	0,329	74,714
54	0,15	0,402	91,207
55	0,15	0,460	101,600

Her adımda elde edilen h yükseklik değerleri V_0/V oranında azaltılarak h_v yükseklik değerleri elde edilmiştir ve bir sonraki hesap adımında kullanılacak olan sistem bu yüksekliklere göre modellenmiştir.

2.7 Plak Sistem - 4



Şekil 2. 26: Plak Sistem-4, Düşey yük etkisi altındaki dört kenarından mesnetli plak.

Şekil 2.26’da görüldüğü gibi sistem orta noktasında $P=100$ kN şiddetinde tekil yük etkisindedir. Dört tarafından ankastre olan $10\text{ m} \times 10\text{ m} \times 0,1\text{ m}$ boyutlarında düşey yük etkisi altındaki ince plak sistemin malzeme yayılışı orta noktasındaki çökme minimum olacak şekilde ve minimum h_v kesit yüksekliği $0,05\text{ m}$ kabul edilerek hesap yapılmıştır. Verilen malzeme hacmi $V_0 = 10\text{ m}^3$ olup elastisite modülü $E = 2E7\text{ kN/m}^2$, $\nu = 0,3$ ’tür. Hesap modeli Şekil 2.27’de verilmiştir.

1	2	3	4	5	5	4	3	2	1
2	6	7	8	9	9	8	7	6	2
3	7	10	11	12	12	11	10	7	3
4	8	11	13	14	14	13	11	8	4
5	9	12	14	15	15	14	12	9	5
5	9	12	14	15	15	14	12	9	5
4	8	11	13	14	14	13	11	8	4
3	7	10	11	12	12	11	10	7	3
2	6	7	8	9	9	8	7	6	2
1	2	3	4	5	5	4	3	2	1

Şekil 2. 27: Plak Sistem-4, Hesap modeli.

Ardışık yaklaşımın son hesap adımına ait modelde okunan şekildeğiştirme enerji değerleri Şekil 2.28’de gösterilmiştir.

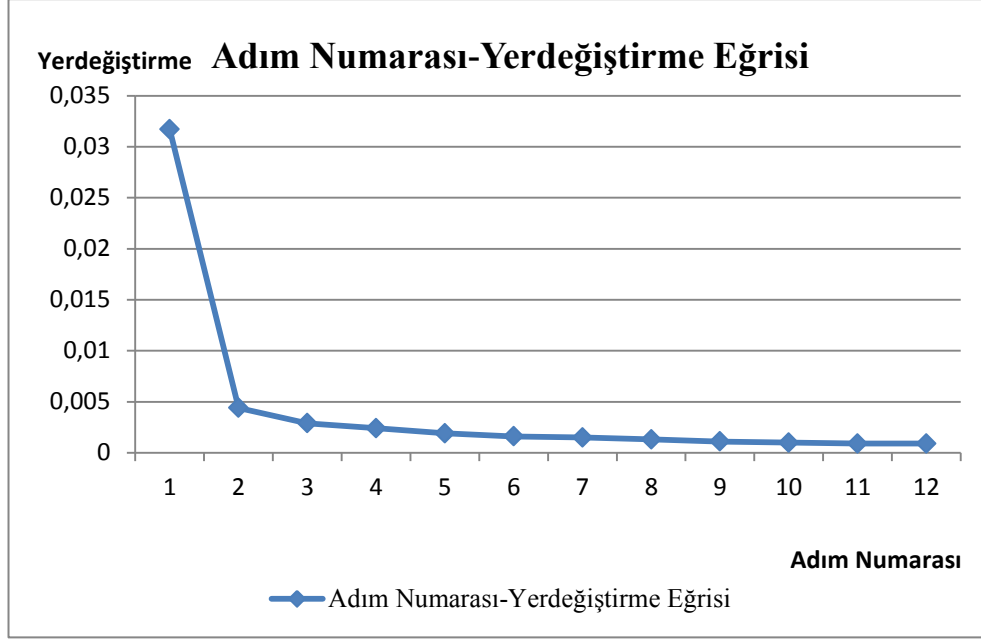


Şekil 2. 28: Plak Sistem-4, 1/4 plak için SAP 2000 programından okunan değerler.

Hesabın ilk adımında tüm yüzey parçaları için yükseklik 0,1 m olarak belirlenmiştir. Ardışık yaklaşım son iki adımdaki yerdeğiştirme değerleri birbirine yeter derecede yakın oluncaya dek devam etmiştir. Elde edilen yerdeğiştirme değerleri çizelge olarak Çizelge 2.11’de, grafik olarak ise Şekil 2.29’da gösterilmiştir.

Çizelge 2. 11: Plak Sistem-4, Ardışık hesap adımları ve yerdeğiştirmeler.

Adım Numarası	Yerdeğiştirme (m)
1	0,0317
2	0,0044
3	0,0029
4	0,0024
5	0,0019
6	0,0016
7	0,0015
8	0,0013
9	0,0011
10	0,0010
11	0,0009
12	0,0009



Şekil 2. 29: Plak Sistem-4, Adım Numarası-Yerdeğiştirme eğrisi.

İlk adımda verilen h_v yükseklikleri ile son adımda elde edilen h_v yükseklikleri arasındaki kıyaslama Çizelge 2.12’de verilmiştir. Bütün hesap adımları sonucunda hesaplanan h_v yüksekliklerini gösteren çizelgeler ekler bölümünde verilmektedir.

Çizelge 2. 12: Plak Sistem-4, İlk adımdaki ve son adımdaki kesit yüksekliklerinin karşılaştırması.

Kesit no	İlk adımdaki h_v değerleri	Son adımdaki h_v değerleri	Değişim yüzdeleri %
1	0,1	0,011	-159,600
2	0,1	0,016	-143,732
3	0,1	0,020	-134,358
4	0,1	0,021	-130,942
5	0,1	0,415	122,320
6	0,1	0,018	-138,305
7	0,1	0,020	-134,498
8	0,1	0,023	-124,217
9	0,1	0,245	84,011
10	0,1	0,031	-105,457
11	0,1	0,027	-114,468
12	0,1	0,273	92,799
13	0,1	0,117	15,813
14	0,1	0,433	124,924
15	0,1	0,585	141,613

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

- 1) Sabit bir malzeme hacmi için seçilen bir yerdeğiştirme bileşenini minimum yapan malzeme yayılışının belirlenmesi amacıyla bir hesap algoritması geliştirilmiştir. Algoritmanın uygulamasında yapı sistemlerinin hesabı için yaygın olarak kullanılan SAP 2000 ve MS Excel programlarından yararlanılmıştır.
- 2) Algoritma dolu gövdeli çubuk sistemlere ve ince plak sistemlere uygulanmıştır. Dolu gövdeli çubuk sistemlerde her çubuk ve ince plak sistemlerde ise her plak yüzeyi, eğilme momentinin yaklaşık olarak eşit kabul edildiği küçük parçalara ayrılarak sonlu elemanlar şeklinde idealleştirilmiştir.
- 3) Yapı sisteminin izostatik olması halinde sonuca bir adımda ulaşılmakta sistemin hiperstatik olması halinde ise bir ardışık yaklaşım yöntemi uygulamak gerekmektedir.
- 4) Aynı eleman özelliklerine sahip, aynı yük etkisi altında olan plak sistemlerde parça sayısının arttırılması ile birlikte sürekli fonksiyona çok daha yakın değerler bulunmuş ve bunun sonucu olarak daha küçük yerdeğiştirme değerleri elde edilmiştir. Plak Sistem-2 ve Plak Sistem-3 karşılaştırıldığında, sistemin her iki doğrultuda 20 eşit parçaya bölünmesi (yani sistemin 400 eşit sonlu elemana bölünmesi) halinde, 10 eşit parçaya bölünmesine (yani sistemin 100 eşit sonlu elemana bölünmesi) göre % 34 daha küçük bir yerdeğiştirme değeri elde edilmektedir.
- 5) Plak sistemlerde momentlerin çok küçük olduğu kesitlerde elde edilen kesit yükseklikleri de çok küçük olduğundan, yapısal gereklilikle kesit yüksekliklerine sınırlama getirilmiştir.
- 6) Bu çalışmada çubuk sistemler için sadece dikdörtgen enkesitler dikkate alınmıştır. Algoritmada yapılacak küçük değişikliklerle yöntem, [1]'de verilen diğer enkesit şekillerine, ayrıca uzay kafes sistemlere ve kayma şekildeğiştirmelerinin etkin olduğu perde-çerçeve sistemler ile orta kalınlıktaki plak sistemlere de uygulanabilir.

KAYNAKLAR

- [1] **Çakıroğlu, A.** (1975). Bir Deplasman Bileşenini Minimum Yapan Malzeme Yayılışının Tayini, (Teknik Rapor No: 23), İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi.
- [2] **Çakıroğlu, A. ve Çetmeli, E.** (1983). Yapı Statiği Cilt 1, İstanbul.
- [3] **Çakıroğlu, A. ve Çetmeli E.** (1996). Yapı Statiği Cilt 2, İstanbul.
- [4] **İmre, A. E.** (2003). Bir Deplasman Bileşenini Minimum Yapan Malzeme Yayılışının Tayini İçin Algoritma.
- [5] **Ergün, A. ve Kumbasar, N.** (2003). İnce Plaklar İçin Geliştirilmiş Sonlu Farklar Yöntemi.

EKLER

Çizelge A.1	: Çubuk Sistem-1, 1.adıma ait enkesit yükseklikleri
Çizelge A.2	: Çubuk Sistem-1, 2.adıma ait enkesit yükseklikleri
Çizelge A.3	: Çubuk Sistem-1, 3.adıma ait enkesit yükseklikleri
Çizelge A.4	: Çubuk Sistem-1, 4.adıma ait enkesit yükseklikleri
Çizelge B.1	: Çubuk Sistem-2, 1.adıma ait enkesit genişlikleri
Çizelge B.2	: Çubuk Sistem-2, 2.adıma ait enkesit genişlikleri
Çizelge C.1	: Çubuk Sistem-3, 1.adıma ait enkesit yükseklikleri
Çizelge C.2	: Çubuk Sistem-3, 2.adıma ait enkesit yükseklikleri
Çizelge C.3	: Çubuk Sistem-3, 3.adıma ait enkesit yükseklikleri
Çizelge C.4	: Çubuk Sistem-3, 4.adıma ait enkesit yükseklikleri
Çizelge D.1	: Plak Sistem-1, 1.adıma ait enkesit yükseklikleri
Çizelge D.2	: Plak Sistem-1, 2.adıma ait enkesit yükseklikleri
Çizelge D.3	: Plak Sistem-1, 3.adıma ait enkesit yükseklikleri
Çizelge D.4	: Plak Sistem-1, 4.adıma ait enkesit yükseklikleri
Çizelge D.5	: Plak Sistem-1, 5.adıma ait enkesit yükseklikleri
Çizelge D.6	: Plak Sistem-1, 6.adıma ait enkesit yükseklikleri
Çizelge D.7	: Plak Sistem-1, 7.adıma ait enkesit yükseklikleri
Çizelge E.1	: Plak Sistem-2, 1.adıma ait enkesit yükseklikleri
Çizelge E.2	: Plak Sistem-2, 2.adıma ait enkesit yükseklikleri
Çizelge E.3	: Plak Sistem-2, 3.adıma ait enkesit yükseklikleri
Çizelge E.4	: Plak Sistem-2, 4.adıma ait enkesit yükseklikleri
Çizelge E.5	: Plak Sistem-2, 5.adıma ait enkesit yükseklikleri
Çizelge E.6	: Plak Sistem-2, 6.adıma ait enkesit yükseklikleri
Çizelge E.7	: Plak Sistem-2, 7.adıma ait enkesit yükseklikleri
Çizelge E.8	: Plak Sistem-2, 8.adıma ait enkesit yükseklikleri
Çizelge E.9	: Plak Sistem-2, 9.adıma ait enkesit yükseklikleri
Çizelge E.10	: Plak Sistem-2, 10.adıma ait enkesit yükseklikleri
Çizelge E.11	: Plak Sistem-2, 11.adıma ait enkesit yükseklikleri
Çizelge E.12	: Plak Sistem-2, 12.adıma ait enkesit yükseklikleri
Çizelge F.1	: Plak Sistem-3, 1.adıma ait enkesit yükseklikleri
Çizelge F.2	: Plak Sistem-3, 2.adıma ait enkesit yükseklikleri
Çizelge F.3	: Plak Sistem-3, 3.adıma ait enkesit yükseklikleri
Çizelge F.4	: Plak Sistem-3, 4.adıma ait enkesit yükseklikleri
Çizelge F.5	: Plak Sistem-3, 5.adıma ait enkesit yükseklikleri
Çizelge F.6	: Plak Sistem-3, 6.adıma ait enkesit yükseklikleri
Çizelge F.7	: Plak Sistem-3, 7.adıma ait enkesit yükseklikleri
Çizelge F.8	: Plak Sistem-3, 8.adıma ait enkesit yükseklikleri
Çizelge F.9	: Plak Sistem-3, 9.adıma ait enkesit yükseklikleri
Çizelge F.10	: Plak Sistem-3, 10.adıma ait enkesit yükseklikleri
Çizelge F.11	: Plak Sistem-3, 11.adıma ait enkesit yükseklikleri
Çizelge G.1	: Plak Sistem-4, 1.adıma ait enkesit yükseklikleri
Çizelge G.2	: Plak Sistem-4, 2.adıma ait enkesit yükseklikleri
Çizelge G.3	: Plak Sistem-4, 3.adıma ait enkesit yükseklikleri

- Çizelge G.4** : Plak Sistem-4, 4.adıma ait enkesit yükseklikleri
Çizelge G.5 : Plak Sistem-4, 5.adıma ait enkesit yükseklikleri
Çizelge G.6 : Plak Sistem-4, 6.adıma ait enkesit yükseklikleri
Çizelge G.7 : Plak Sistem-4, 7.adıma ait enkesit yükseklikleri
Çizelge G.8 : Plak Sistem-4, 8.adıma ait enkesit yükseklikleri
Çizelge G.9 : Plak Sistem-4, 9.adıma ait enkesit yükseklikleri
Çizelge G.10 : Plak Sistem-4, 10.adıma ait enkesit yükseklikleri
Çizelge G.11 : Plak Sistem-4, 11.adıma ait enkesit yükseklikleri
Çizelge G.12 : Plak Sistem-4, 12.adıma ait enkesit yükseklikleri

Çizelge A. 1: Çubuk Sistem-1, 1.adıma ait enkesit yükseklikleri.

Kesit No	SAP 2000 değerleri (S)	Eski hv değerleri (m)	S*V*E*I	S*V*E*I/L	h değerleri (m)	hv değerleri (m)
1	8,07E-04	1	241,98	483,96	1,327	1,546
2	4,31E-04	1	129,3	258,6	1,135	1,322
3	1,84E-04	1	55,08	110,16	0,917	1,068
4	4,56E-05	1	13,683	27,366	0,647	0,754
5	1,79E-06	1	0,537	1,074	0,288	0,336
6	2,27E-06	1	0,6804	1,3608	0,306	0,356
7	1,00E-04	1	30,09	60,18	0,788	0,918
8	2,12E-04	1	63,69	127,38	0,951	1,107
9	3,40E-04	1	101,97	203,94	1,069	1,246
10	4,64E-04	1	139,29	278,58	1,156	1,347

Çizelge A. 2: Çubuk Sistem-1, 2.adıma ait enkesit yükseklikleri.

Kesit No	SAP 2000 değerleri (S)	Eski hv değerleri (m)	S*V*E*I	S*V*E*I/L	h değerleri (m)	hv değerleri (m)
1	1,56E-04	1,546	2,67E+02	534,547	1,485	1,537
2	1,63E-04	1,322	1,49E+02	298,089	1,283	1,328
3	1,78E-04	1,068	6,93E+01	138,689	1,060	1,097
4	2,30E-04	0,754	2,23E+01	44,671	0,798	0,826
5	6,32E-04	0,336	2,40E+00	4,808	0,457	0,473
6	8,23E-04	0,356	3,97E+00	7,932	0,518	0,536
7	1,00E-04	0,918	2,14E+01	42,722	0,789	0,817
8	1,09E-04	1,107	4,90E+01	98,098	0,972	1,006
9	1,12E-04	1,246	8,11E+01	162,116	1,102	1,140
10	1,14E-04	1,347	1,12E+02	224,409	1,195	1,237

Çizelge A. 3: Çubuk Sistem-1, 3.adıma ait enkesit yükseklikleri.

Kesit No	SAP 2000 değerleri (S)	Eski hv değerleri (m)	$S*V*E*I$	$S*V*E*I/L$	h değerleri (m)	hv değerleri (m)
1	1,63E-04	1,537	272,185	544,369	1,543	1,544
2	1,64E-04	1,328	152,716	305,432	1,336	1,336
3	1,65E-04	1,097	71,617	143,234	1,105	1,106
4	1,69E-04	0,826	23,557	47,113	0,837	0,837
5	1,77E-04	0,473	2,666	5,333	0,486	0,486
6	1,39E-04	0,536	3,458	6,916	0,518	0,518
7	1,52E-04	0,817	20,283	40,565	0,806	0,807
8	1,55E-04	1,006	47,464	94,927	0,997	0,998
9	1,57E-04	1,140	79,605	159,209	1,135	1,135
10	1,58E-04	1,237	110,685	221,369	1,232	1,233

Çizelge A. 4: Çubuk Sistem-1, 4.adıma ait enkesit yükseklikleri.

Kesit No	SAP 2000 değerleri (S)	Eski hv değerleri (m)	$S*V*E*I$	$S*V*E*I/L$	h değerleri (m)	hv değerleri (m)
1	1,63E-04	1,544	277,307	554,615	1,552	1,552
2	1,64E-04	1,336	156,547	313,094	1,345	1,345
3	1,65E-04	1,106	74,131	148,262	1,116	1,116
4	1,70E-04	0,837	25,018	50,036	0,850	0,851
5	1,85E-04	0,486	3,084	6,168	0,504	0,504
6	1,38E-04	0,518	2,977	5,955	0,499	0,500
7	1,49E-04	0,807	18,937	37,874	0,793	0,793
8	1,53E-04	0,998	45,414	90,829	0,987	0,987
9	1,54E-04	1,135	76,966	153,931	1,126	1,127
10	1,55E-04	1,233	107,431	214,862	1,224	1,225

Çizelge B. 1: Çubuk Sistem-2, 1.adıma ait enkesit genişlikleri.

Kesit No	SAP 2000 değerleri (S)	Eski bv değerleri (m)	S*V*E*I	S*V*E*I/L	b değerleri (m)	bv değerleri (m)
1	8,59E-06	1	0,131	0,52	0,050	0,058
2	6,00E-05	1	0,912	3,65	0,132	0,153
3	1,63E-04	1	2,475	9,90	0,218	0,251
4	3,17E-04	1	4,818	19,27	0,304	0,351
5	5,23E-04	1	7,944	31,77	0,391	0,450
6	7,80E-04	1	11,850	47,40	0,477	0,550
7	1,09E-03	1	16,538	66,15	0,564	0,650
8	1,45E-03	1	22,010	88,04	0,650	0,750
9	1,86E-03	1	28,257	113,03	0,737	0,850
10	2,32E-03	1	35,294	141,18	0,823	0,950
11	2,84E-03	1	43,107	172,43	0,910	1,049
12	3,40E-03	1	51,695	206,78	0,996	1,149
13	4,02E-03	1	61,074	244,29	1,083	1,249
14	4,69E-03	1	71,227	284,91	1,169	1,349
15	5,41E-03	1	82,156	328,62	1,256	1,449
16	6,18E-03	1	93,875	375,50	1,343	1,549
17	7,00E-03	1	106,385	425,54	1,429	1,649
18	7,87E-03	1	119,654	478,62	1,516	1,748
19	8,80E-03	1	133,730	534,92	1,602	1,848
20	9,77E-03	1	148,565	594,26	1,689	1,948

Çizelge B. 2: Çubuk Sistem-2, 2.adıma ait enkesit genişlikleri.

Kesit No	SAP 2000 değerleri (S)	Eski bv değerleri (m)	S*V*E*I	S*V*E*I/L	b değerleri (m)	bv değerleri (m)
1	8,59E-06	1	0,131	0,52	0,050	0,058
2	6,00E-05	1	0,912	3,65	0,132	0,153
3	1,63E-04	1	2,475	9,90	0,218	0,251
4	3,17E-04	1	4,818	19,27	0,304	0,351
5	5,23E-04	1	7,944	31,77	0,391	0,450
6	7,80E-04	1	11,850	47,40	0,477	0,550
7	1,09E-03	1	16,538	66,15	0,564	0,650
8	1,45E-03	1	22,010	88,04	0,650	0,750
9	1,86E-03	1	28,257	113,03	0,737	0,850
10	2,32E-03	1	35,294	141,18	0,823	0,950
11	2,84E-03	1	43,107	172,43	0,910	1,049
12	3,40E-03	1	51,695	206,78	0,996	1,149
13	4,02E-03	1	61,074	244,29	1,083	1,249
14	4,69E-03	1	71,227	284,91	1,169	1,349
15	5,41E-03	1	82,156	328,62	1,256	1,449
16	6,18E-03	1	93,875	375,50	1,343	1,549
17	7,00E-03	1	106,385	425,54	1,429	1,649
18	7,87E-03	1	119,654	478,62	1,516	1,748
19	8,80E-03	1	133,730	534,92	1,602	1,848
20	9,77E-03	1	148,565	594,26	1,689	1,948

Çizelge C. 1: Çubuk Sistem-3, 1.adıma ait enkesit yükseklikleri.

Kesit No	SAP 2000 değerleri (S)	Eski hv değerleri (m)	S*V*E*I	S*V*E*I/L	h değerleri (m)	hv değerleri (m)
S1	1,03E-03	0,769	32,656	81,641	1,108	1,291
S2	7,23E-04	0,769	22,951	57,379	1,015	1,182
S3	4,71E-04	0,769	14,948	37,369	0,912	1,062
S4	2,73E-04	0,769	8,661	21,652	0,795	0,927
S5	1,29E-04	0,769	4,088	10,219	0,659	0,768
S6	3,88E-05	0,769	1,233	3,082	0,489	0,569
S7	2,93E-06	0,769	0,093	0,232	0,256	0,298
S8	2,11E-05	0,769	0,669	1,673	0,419	0,489
S9	9,33E-05	0,769	2,962	7,404	0,608	0,709
S10	2,20E-04	0,769	6,969	17,423	0,753	0,878
S11	1,08E-05	0,769	0,257	0,855	0,355	0,413
S12	2,44E-06	0,769	0,058	0,194	0,245	0,285
S13	7,71E-06	0,769	0,184	0,612	0,326	0,380
S14	5,05E-06	0,769	0,120	0,400	0,293	0,342
S15	5,56E-06	0,769	0,132	0,441	0,301	0,350
S16	2,41E-05	0,769	0,574	1,913	0,434	0,505
S17	5,06E-05	0,769	1,205	4,015	0,522	0,608
S18	8,50E-05	0,769	2,024	6,747	0,594	0,692
S19	1,27E-04	0,769	3,032	10,108	0,658	0,766
S20	1,78E-04	0,769	4,230	14,099	0,715	0,832
K1	5,81E-04	0,769	27,672	46,120	0,961	1,120
K2	4,69E-04	0,769	22,322	37,203	0,911	1,061
K3	3,18E-04	0,769	15,138	25,230	0,826	0,963
K4	1,64E-04	0,769	7,802	13,004	0,700	0,816
K5	4,17E-05	0,769	1,985	3,308	0,497	0,579
K6	1,34E-05	0,769	0,640	1,066	0,375	0,437
K7	3,37E-05	0,769	1,602	2,671	0,471	0,549
K8	2,18E-04	0,769	10,387	17,312	0,752	0,876
K9	5,75E-04	0,769	27,382	45,636	0,958	1,117
K10	1,14E-03	0,769	54,269	90,448	1,137	1,325
K21	2,13E-04	0,769	10,121	16,868	0,747	0,871
K22	1,95E-04	0,769	9,288	15,479	0,731	0,852
K23	1,45E-04	0,769	6,893	11,488	0,679	0,791
K24	8,08E-05	0,769	3,845	6,409	0,587	0,684
K25	2,25E-05	0,769	1,069	1,782	0,426	0,496
K26	1,09E-05	0,769	0,519	0,865	0,356	0,414
K27	2,01E-05	0,769	0,957	1,595	0,414	0,483
K28	7,44E-05	0,769	3,541	5,901	0,575	0,670
K29	2,32E-04	0,769	11,025	18,375	0,764	0,889
K30	4,91E-04	0,769	23,369	38,948	0,921	1,073

Çizelge C. 1 (devam) : Çubuk Sistem-3, 1.adıma ait enkesit yükseklikleri.

1	1,14E-03	0,769	36,211	90,527	1,138	1,325
2	7,84E-04	0,769	24,881	62,203	1,036	1,207
3	4,94E-04	0,769	15,665	39,162	0,923	1,075
4	2,70E-04	0,769	8,572	21,430	0,793	0,924
5	1,14E-04	0,769	3,602	9,005	0,639	0,744
6	2,39E-05	0,769	0,758	1,896	0,433	0,504
7	1,19E-06	0,769	0,038	0,094	0,204	0,238
8	4,54E-05	0,769	1,441	3,602	0,508	0,592
9	1,57E-04	0,769	4,967	12,417	0,692	0,806
10	3,35E-04	0,769	10,619	26,547	0,837	0,975
11	2,39E-04	0,769	5,698	18,994	0,770	0,897
12	1,25E-04	0,769	2,968	9,894	0,654	0,762
13	4,74E-05	0,769	1,128	3,760	0,514	0,598
14	7,54E-06	0,769	0,179	0,598	0,324	0,378
15	5,13E-06	0,769	0,122	0,407	0,294	0,343
16	4,01E-05	0,769	0,955	3,185	0,493	0,574
17	1,13E-04	0,769	2,680	8,934	0,638	0,743
18	2,23E-04	0,769	5,296	17,653	0,756	0,881
19	3,70E-04	0,769	8,802	29,340	0,858	1,000
20	5,55E-04	0,769	13,198	43,994	0,950	1,106

Çizelge C. 2: Çubuk Sistem-3, 2.adıma ait enkesit yükseklikleri.

Kesit No	SAP 2000 değerleri (S)	Eski hv değerleri (m)	S*V*E*I	S*V*E*I/L	h değerleri (m)	hv değerleri (m)
S1	1,41E-04	1,291	35,613	89,033	1,343	1,369
S2	1,41E-04	1,182	25,012	62,530	1,230	1,253
S3	1,41E-04	1,062	16,267	40,666	1,104	1,125
S4	1,40E-04	0,927	9,398	23,495	0,963	0,981
S5	1,40E-04	0,768	4,432	11,081	0,798	0,813
S6	1,39E-04	0,569	1,324	3,311	0,590	0,601
S7	1,21E-04	0,298	0,087	0,217	0,298	0,304
S8	1,39E-04	0,489	0,719	1,796	0,506	0,516
S9	1,41E-04	0,709	3,221	8,052	0,737	0,751
S10	1,41E-04	0,878	7,590	18,974	0,913	0,930
S11	9,09E-05	0,413	0,180	0,601	0,385	0,392
S12	1,25E-04	0,285	0,056	0,187	0,287	0,293
S13	2,24E-06	0,380	0,003	0,011	0,140	0,143
S14	2,31E-06	0,342	0,002	0,007	0,127	0,130
S15	2,51E-05	0,350	0,026	0,086	0,237	0,241
S16	6,14E-05	0,505	0,272	0,907	0,427	0,435
S17	5,42E-06	0,608	0,050	0,168	0,280	0,285

Çizelge C. 2 (devam) : Çubuk Sistem-3, 2.adıma ait enkesit yükseklikleri.

S18	5,17E-05	0,692	0,809	2,696	0,560	0,571
S19	5,04E-05	0,766	1,181	3,937	0,616	0,628
S20	4,99E-05	0,832	1,630	5,434	0,668	0,680
K1	1,08E-04	1,120	23,120	38,533	1,090	1,110
K2	1,08E-04	1,061	18,684	31,140	1,033	1,053
K3	1,07E-04	0,963	12,507	20,846	0,934	0,952
K4	1,03E-04	0,816	6,235	10,392	0,785	0,800
K5	9,71E-05	0,579	1,490	2,483	0,549	0,559
K6	2,58E-05	0,437	0,127	0,212	0,297	0,302
K7	2,44E-04	0,549	3,021	5,034	0,655	0,668
K8	1,56E-04	0,876	12,556	20,927	0,935	0,953
K9	1,42E-04	1,117	30,009	50,016	1,163	1,185
K10	1,36E-04	1,325	57,169	95,282	1,366	1,392
K21	6,26E-05	0,871	4,898	8,164	0,739	0,753
K22	7,73E-05	0,852	5,551	9,252	0,763	0,777
K23	8,25E-05	0,791	4,394	7,323	0,719	0,733
K24	8,11E-05	0,684	2,411	4,019	0,619	0,631
K25	7,07E-05	0,496	0,584	0,973	0,434	0,443
K26	3,45E-05	0,414	0,138	0,231	0,303	0,309
K27	1,64E-04	0,483	1,211	2,019	0,521	0,531
K28	2,05E-04	0,670	5,602	9,337	0,764	0,779
K29	1,65E-04	0,889	14,060	23,433	0,962	0,980
K30	1,52E-04	1,073	27,454	45,756	1,137	1,159
1	1,16E-04	1,325	32,549	81,372	1,313	1,338
2	1,18E-04	1,207	22,653	56,633	1,200	1,222
3	1,21E-04	1,075	14,613	36,534	1,075	1,096
4	1,26E-04	0,924	8,341	20,853	0,935	0,952
5	1,37E-04	0,744	3,806	9,514	0,768	0,783
6	1,78E-04	0,504	1,046	2,615	0,556	0,567
7	2,10E-04	0,238	0,061	0,153	0,273	0,279
8	7,63E-05	0,592	0,850	2,125	0,528	0,538
9	8,91E-05	0,806	3,420	8,550	0,748	0,762
10	9,44E-05	0,975	7,750	19,375	0,918	0,935
11	1,88E-04	0,897	8,293	27,643	1,003	1,022
12	1,98E-04	0,762	4,551	15,171	0,863	0,879
13	2,22E-04	0,598	1,937	6,457	0,697	0,710
14	3,13E-04	0,378	0,434	1,447	0,480	0,489
15	6,35E-05	0,343	0,060	0,200	0,292	0,298
16	1,09E-04	0,574	0,807	2,690	0,560	0,571
17	1,29E-04	0,743	2,674	8,914	0,756	0,770
18	1,38E-04	0,881	5,661	18,870	0,911	0,929
19	1,44E-04	1,000	9,783	32,609	1,045	1,065
20	1,48E-04	1,106	15,046	50,154	1,164	1,186

Çizelge C. 3: Çubuk Sistem-3, 3.adıma ait enkesit yükseklikleri.

Kesit No	SAP 2000 değerleri (S)	Eski hv değerleri (m)	S*V*E*I	S*V*E*I/L	h değerleri (m)	hv değerleri (m)
S1	1,34E-04	1,369	42,573	106,431	1,451	1,484
S2	1,34E-04	1,253	29,922	74,805	1,328	1,359
S3	1,34E-04	1,125	19,489	48,722	1,193	1,221
S4	1,34E-04	0,981	11,268	28,171	1,040	1,064
S5	1,34E-04	0,813	5,303	13,256	0,862	0,882
S6	1,33E-04	0,601	1,578	3,946	0,636	0,651
S7	1,20E-04	0,304	0,093	0,233	0,314	0,321
S8	1,32E-04	0,516	0,849	2,123	0,545	0,558
S9	1,30E-04	0,751	3,752	9,380	0,790	0,809
S10	1,34E-04	0,930	9,086	22,715	0,986	1,009
S11	2,18E-05	0,392	0,035	0,117	0,264	0,270
S12	2,59E-05	0,293	0,013	0,043	0,206	0,211
S13	6,04E-05	0,143	0,002	0,006	0,124	0,127
S14	6,89E-05	0,130	0,001	0,004	0,116	0,119
S15	5,15E-05	0,241	0,012	0,039	0,201	0,206
S16	1,36E-05	0,435	0,033	0,111	0,260	0,266
S17	1,46E-04	0,285	0,066	0,219	0,309	0,316
S18	1,50E-05	0,571	0,109	0,362	0,350	0,358
S19	1,54E-05	0,628	0,162	0,541	0,387	0,396
S20	1,56E-05	0,680	0,228	0,760	0,422	0,431
K1	1,16E-04	1,110	23,976	39,960	1,135	1,162
K2	1,15E-04	1,053	19,226	32,043	1,074	1,099
K3	1,14E-04	0,952	12,803	21,338	0,971	0,993
K4	1,13E-04	0,800	6,293	10,489	0,813	0,831
K5	1,13E-04	0,559	1,501	2,502	0,568	0,581
K6	1,15E-04	0,302	0,131	0,219	0,309	0,316
K7	1,45E-04	0,668	3,914	6,523	0,722	0,738
K8	1,30E-04	0,953	14,616	24,361	1,003	1,026
K9	1,26E-04	1,185	33,913	56,522	1,238	1,267
K10	1,24E-04	1,392	63,635	106,058	1,449	1,483
K21	3,83E-05	0,753	1,677	2,795	0,584	0,597
K22	5,16E-05	0,777	2,560	4,267	0,649	0,664
K23	5,02E-05	0,733	1,972	3,287	0,608	0,622
K24	3,60E-05	0,631	0,776	1,294	0,482	0,493
K25	3,19E-05	0,443	0,167	0,278	0,328	0,335
K26	1,28E-06	0,309	0,002	0,003	0,102	0,105
K27	1,98E-04	0,531	2,147	3,579	0,621	0,635
K28	1,42E-04	0,779	7,118	11,863	0,838	0,857
K29	1,26E-04	0,980	15,826	26,377	1,023	1,047
K30	1,18E-04	1,159	29,011	48,351	1,191	1,218

Çizelge C. 3 (devam) : Çubuk Sistem-3, 3.adıma ait enkesit yükseklikleri.

1	8,62E-05	1,338	25,102	62,754	1,271	1,300
2	8,77E-05	1,222	17,772	44,431	1,166	1,193
3	8,92E-05	1,096	11,662	29,155	1,049	1,074
4	9,23E-05	0,952	6,886	17,214	0,920	0,941
5	9,78E-05	0,783	3,331	8,327	0,767	0,785
6	1,13E-04	0,567	1,056	2,639	0,576	0,589
7	7,30E-05	0,279	0,040	0,100	0,254	0,260
8	3,75E-05	0,538	0,285	0,714	0,415	0,425
9	5,86E-05	0,762	1,792	4,481	0,657	0,672
10	6,58E-05	0,935	4,559	11,399	0,830	0,849
11	1,75E-04	1,022	12,963	43,210	1,158	1,184
12	1,88E-04	0,879	7,672	25,575	1,016	1,039
13	2,16E-04	0,710	3,742	12,474	0,849	0,868
14	3,10E-04	0,489	1,203	4,011	0,639	0,654
15	1,31E-04	0,298	0,070	0,234	0,314	0,321
16	4,56E-05	0,571	0,329	1,097	0,462	0,473
17	8,29E-05	0,770	1,982	6,608	0,724	0,741
18	9,92E-05	0,929	5,024	16,747	0,914	0,935
19	1,08E-04	1,065	9,462	31,541	1,070	1,095
20	1,14E-04	1,186	15,294	50,979	1,207	1,234

Çizelge C. 4: Çubuk Sistem-3, 4.adıma ait enkesit yükseklikleri.

Kesit No	SAP 2000 değerleri (S)	Eski hv değerleri (m)	S*V*E*I	S*V*E*I/L	h değerleri (m)	hv değerleri (m)
S1	1,38E-04	1,484	60,897	152,244	1,603	1,627
S2	1,38E-04	1,359	42,709	106,772	1,467	1,489
S3	1,38E-04	1,221	27,777	69,442	1,317	1,337
S4	1,38E-04	1,064	16,084	40,209	1,149	1,166
S5	1,37E-04	0,882	7,519	18,798	0,950	0,964
S6	1,36E-04	0,651	2,218	5,546	0,700	0,711
S7	1,16E-04	0,321	0,112	0,280	0,332	0,337
S8	1,39E-04	0,558	1,218	3,046	0,603	0,612
S9	1,43E-04	0,809	5,530	13,825	0,880	0,893
S10	1,39E-04	1,009	13,063	32,657	1,091	1,107
S11	2,58E-04	0,270	0,094	0,313	0,341	0,346
S12	2,73E-04	0,211	0,037	0,122	0,270	0,274
S13	3,73E-04	0,127	0,007	0,022	0,176	0,178
S14	1,91E-04	0,119	0,003	0,009	0,139	0,141
S15	2,03E-04	0,206	0,025	0,083	0,245	0,248
S16	2,15E-04	0,266	0,074	0,246	0,321	0,326
S17	2,18E-04	0,316	0,148	0,493	0,382	0,388

Çizelge C. 4 (devam) : Çubuk Sistem-3, 4.adıma ait enkesit yükseklikleri.

S18	2,23E-04	0,358	0,250	0,832	0,436	0,442
S19	2,25E-04	0,396	0,377	1,256	0,483	0,490
S20	2,25E-04	0,431	0,531	1,770	0,526	0,534
K1	1,20E-04	1,162	29,811	49,685	1,211	1,230
K2	1,18E-04	1,099	23,507	39,178	1,142	1,159
K3	1,16E-04	0,993	15,310	25,516	1,025	1,041
K4	1,13E-04	0,831	7,350	12,250	0,854	0,866
K5	1,02E-04	0,581	1,589	2,648	0,582	0,591
K6	7,55E-05	0,316	0,102	0,171	0,293	0,298
K7	1,21E-04	0,738	4,910	8,184	0,772	0,783
K8	1,19E-04	1,026	18,038	30,063	1,068	1,084
K9	1,18E-04	1,267	41,431	69,051	1,315	1,335
K10	1,17E-04	1,483	77,148	128,580	1,536	1,559
K21	7,59E-06	0,597	0,132	0,219	0,312	0,317
K22	6,11E-05	0,664	1,616	2,694	0,585	0,593
K23	8,45E-05	0,622	1,722	2,870	0,594	0,603
K24	6,27E-04	0,493	5,032	8,387	0,776	0,788
K25	1,80E-04	0,335	0,310	0,517	0,387	0,393
K26	3,02E-03	0,105	0,049	0,082	0,244	0,248
K27	4,20E-05	0,635	0,932	1,554	0,509	0,517
K28	4,87E-05	0,857	3,583	5,971	0,713	0,724
K29	5,27E-05	1,047	8,619	14,364	0,888	0,902
K30	5,57E-05	1,218	16,701	27,835	1,048	1,064
1	4,10E-05	1,300	10,627	26,567	1,036	1,051
2	4,20E-05	1,193	7,709	19,273	0,956	0,970
3	4,36E-05	1,074	5,259	13,147	0,869	0,882
4	4,61E-05	0,941	3,279	8,197	0,772	0,784
5	5,06E-05	0,785	1,742	4,354	0,659	0,669
6	6,09E-05	0,589	0,664	1,661	0,518	0,526
7	1,03E-04	0,260	0,042	0,106	0,260	0,264
8	4,15E-05	0,425	0,122	0,306	0,339	0,344
9	9,08E-06	0,672	0,168	0,420	0,367	0,373
10	1,94E-05	0,849	0,914	2,286	0,561	0,569
11	1,75E-04	1,184	23,393	77,977	1,356	1,376
12	1,95E-04	1,039	15,463	51,544	1,223	1,241
13	2,36E-04	0,868	9,139	30,465	1,072	1,088
14	3,49E-04	0,654	4,337	14,455	0,890	0,903
15	1,53E-03	0,321	1,110	3,699	0,633	0,642
16	1,71E-04	0,473	0,582	1,938	0,538	0,546
17	3,50E-05	0,741	0,718	2,392	0,567	0,576
18	1,34E-05	0,935	0,694	2,312	0,563	0,571
19	3,74E-05	1,095	3,657	12,189	0,853	0,865
20	5,18E-05	1,234	8,185	27,283	1,043	1,058

Çizelge D. 1: Plak Sistem-1, 1.adıma ait enkesit yükseklikleri.

Kesit No	SAP 2000 değerleri (S)	Eski hv değerleri (m)	S*V*D	S*V*D/A	h değerleri (m)	hv değerleri (m)
1	6,41E-05	0,15	5,947E-02	5,947E-02	0,112	0,075
2	4,09E-04	0,15	3,789E-01	3,789E-01	0,177	0,119
3	1,26E-03	0,15	1,167E+00	1,167E+00	0,235	0,157
4	2,44E-03	0,15	2,259E+00	2,259E+00	0,277	0,185
5	3,30E-03	0,15	3,063E+00	3,063E+00	0,299	0,200
6	6,16E-04	0,15	5,715E-01	5,715E-01	0,196	0,131
7	7,25E-04	0,15	6,720E-01	6,720E-01	0,204	0,137
8	6,12E-04	0,15	5,674E-01	5,674E-01	0,196	0,131
9	4,56E-04	0,15	4,229E-01	4,229E-01	0,182	0,122
10	7,49E-04	0,15	6,947E-01	6,947E-01	0,206	0,138
11	7,37E-04	0,15	6,831E-01	6,831E-01	0,205	0,137
12	6,09E-04	0,15	5,648E-01	5,648E-01	0,196	0,131
13	1,64E-03	0,15	1,523E+00	1,523E+00	0,251	0,168
14	2,39E-03	0,15	2,220E+00	2,220E+00	0,276	0,184
15	6,11E-03	0,15	5,662E+00	5,662E+00	0,348	0,233

Çizelge D. 2: Plak Sistem-1, 2.adıma ait enkesit yükseklikleri.

Kesit No	SAP 2000 değerleri (S)	Eski hv değerleri (m)	S*V*D	S*V*D/A	h değerleri (m)	hv değerleri (m)
1	7,72E-06	0,075	4,378E-04	4,378E-04	0,037	0,024
2	1,14E-04	0,119	4,135E-02	4,135E-02	0,115	0,075
3	5,15E-04	0,157	5,736E-01	5,736E-01	0,222	0,144
4	1,11E-03	0,185	2,381E+00	2,381E+00	0,316	0,206
5	1,48E-03	0,200	4,310E+00	4,310E+00	0,367	0,239
6	1,97E-04	0,131	1,073E-01	1,073E-01	0,146	0,095
7	3,69E-04	0,137	2,367E-01	2,367E-01	0,178	0,116
8	6,26E-04	0,131	3,389E-01	3,389E-01	0,194	0,127
9	9,05E-04	0,122	3,651E-01	3,651E-01	0,198	0,129
10	4,52E-04	0,138	2,993E-01	2,993E-01	0,188	0,123
11	5,25E-04	0,137	3,419E-01	3,419E-01	0,195	0,127
12	7,02E-04	0,131	3,784E-01	3,784E-01	0,200	0,130
13	1,07E-03	0,168	1,555E+00	1,555E+00	0,284	0,185
14	1,43E-03	0,184	3,034E+00	3,034E+00	0,336	0,219
15	1,94E-03	0,233	1,047E+01	1,047E+01	0,458	0,299

Çizelge D. 3: Plak Sistem-1, 3.adıma ait enkesit yükseklikleri.

Kesit No	SAP 2000 değerleri (S)	Eski hv değerleri (m)	S*V*D	S*V*D/A	h değerleri (m)	hv değerleri (m)
1	1,90E-06	0,024	1,158E-06	1,158E-06	0,009	0,006
2	1,63E-05	0,075	9,364E-04	9,364E-04	0,048	0,031
3	2,72E-04	0,144	2,169E-01	2,169E-01	0,186	0,120
4	7,12E-04	0,206	2,357E+00	2,357E+00	0,339	0,219
5	9,67E-04	0,239	5,796E+00	5,796E+00	0,424	0,274
6	8,07E-05	0,095	1,204E-02	1,204E-02	0,090	0,058
7	2,23E-04	0,116	7,350E-02	7,350E-02	0,142	0,092
8	5,86E-04	0,127	2,762E-01	2,762E-01	0,198	0,128
9	1,00E-03	0,129	5,090E-01	5,090E-01	0,231	0,149
10	4,13E-04	0,123	1,716E-01	1,716E-01	0,176	0,114
11	5,43E-04	0,127	2,581E-01	2,581E-01	0,195	0,126
12	8,09E-04	0,130	4,254E-01	4,254E-01	0,221	0,143
13	7,44E-04	0,185	1,608E+00	1,608E+00	0,308	0,199
14	8,11E-04	0,219	3,421E+00	3,421E+00	0,372	0,240
15	8,39E-04	0,299	1,221E+01	1,221E+01	0,511	0,330

Çizelge D. 4: Plak Sistem-1, 4.adıma ait enkesit yükseklikleri.

Kesit No	SAP 2000 değerleri (S)	Eski hv değerleri (m)	S*V*D	S*V*D/A	h değerleri (m)	hv değerleri (m)
1	5,25E-06	0,006	1,081E-08	1,081E-08	0,003	0,002
2	7,20E-05	0,031	1,198E-04	1,198E-04	0,030	0,019
3	1,32E-04	0,120	5,095E-02	5,095E-02	0,138	0,088
4	4,91E-04	0,219	2,056E+00	2,056E+00	0,347	0,221
5	7,54E-04	0,274	7,764E+00	7,764E+00	0,484	0,309
6	7,43E-05	0,058	1,589E-03	1,589E-03	0,058	0,037
7	9,83E-05	0,092	1,284E-02	1,284E-02	0,098	0,062
8	4,47E-04	0,128	2,194E-01	2,194E-01	0,199	0,127
9	8,77E-04	0,149	7,936E-01	7,936E-01	0,274	0,174
10	3,88E-04	0,114	1,183E-01	1,183E-01	0,170	0,108
11	4,24E-04	0,126	1,944E-01	1,944E-01	0,193	0,123
12	6,34E-04	0,143	4,792E-01	4,792E-01	0,241	0,154
13	5,10E-04	0,199	1,458E+00	1,458E+00	0,319	0,203
14	5,56E-04	0,240	3,382E+00	3,382E+00	0,394	0,251
15	5,53E-04	0,330	1,200E+01	1,200E+01	0,540	0,344

Çizelge D. 5: Plak Sistem-1, 5.adıma ait enkesit yükseklikleri.

Kesit No	SAP 2000 değerleri (S)	Eski hv değerleri (m)	S*V*D	S*V*D/A	h değerleri (m)	hv değerleri (m)
1	2,29E-06	0,002	5,288E-11	5,288E-11	0,001	0,001
2	1,07E-04	0,019	2,744E-05	2,744E-05	0,022	0,014
3	6,61E-05	0,088	7,205E-03	7,205E-03	0,089	0,057
4	3,42E-04	0,221	1,502E+00	1,502E+00	0,336	0,215
5	6,47E-04	0,309	1,074E+01	1,074E+01	0,550	0,352
6	8,64E-05	0,037	2,934E-04	2,934E-04	0,040	0,025
7	1,96E-05	0,062	5,380E-04	5,380E-04	0,046	0,030
8	3,34E-04	0,127	1,569E-01	1,569E-01	0,191	0,122
9	7,68E-04	0,174	1,302E+00	1,302E+00	0,325	0,207
10	3,54E-04	0,108	8,962E-02	8,962E-02	0,166	0,106
11	2,96E-04	0,123	1,231E-01	1,231E-01	0,180	0,115
12	4,57E-04	0,154	4,684E-01	4,684E-01	0,251	0,161
13	3,79E-04	0,203	1,180E+00	1,180E+00	0,317	0,202
14	4,33E-04	0,251	3,129E+00	3,129E+00	0,404	0,258
15	4,26E-04	0,344	1,094E+01	1,094E+01	0,553	0,353

Çizelge D. 6: Plak Sistem-1, 6.adıma ait enkesit yükseklikleri.

Kesit No	SAP 2000 değerleri (S)	Eski hv değerleri (m)	S*V*D	S*V*D/A	h değerleri (m)	hv değerleri (m)
1	1,25E-06	0,001	1,715E-13	1,715E-13	0,000	0,000
2	1,20E-04	0,014	8,557E-06	8,557E-06	0,017	0,011
3	4,04E-05	0,057	7,585E-04	7,585E-04	0,053	0,034
4	2,16E-04	0,215	8,462E-01	8,462E-01	0,306	0,196
5	5,42E-04	0,352	1,518E+01	1,518E+01	0,629	0,402
6	7,22E-05	0,025	5,515E-05	5,515E-05	0,027	0,018
7	1,18E-05	0,030	1,658E-05	1,658E-05	0,020	0,013
8	2,29E-04	0,122	9,337E-02	9,337E-02	0,176	0,113
9	6,45E-04	0,207	2,189E+00	2,189E+00	0,388	0,248
10	3,14E-04	0,106	7,335E-02	7,335E-02	0,166	0,106
11	1,71E-04	0,115	5,498E-02	5,498E-02	0,154	0,099
12	3,05E-04	0,161	3,719E-01	3,719E-01	0,249	0,159
13	2,71E-04	0,202	8,324E-01	8,324E-01	0,304	0,195
14	3,34E-04	0,258	2,723E+00	2,723E+00	0,409	0,262
15	3,28E-04	0,353	9,349E+00	9,349E+00	0,557	0,357

Çizelge D. 7: Plak Sistem-1, 7.adıma ait enkesit yükseklikleri.

Kesit No	SAP 2000 değerleri (S)	Eski hv değerleri (m)	S*V*D	S*V*D/A	h değerleri (m)	hv değerleri (m)
1	3,55E-08	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	1,20E-04	0,011	0,000	0,000	0,014	0,009
3	3,67E-05	0,034	0,000	0,000	0,033	0,021
4	1,28E-04	0,196	0,342	0,342	0,257	0,165
5	4,36E-04	0,402	20,959	20,959	0,718	0,461
6	2,79E-05	0,018	0,000	0,000	0,016	0,010
7	4,11E-06	0,013	0,000	0,000	0,007	0,005
8	1,32E-04	0,113	0,039	0,039	0,149	0,096
9	5,04E-04	0,248	3,495	3,495	0,459	0,295
10	2,75E-04	0,106	0,064	0,064	0,169	0,108
11	8,65E-05	0,099	0,015	0,015	0,118	0,075
12	2,31E-04	0,159	0,272	0,272	0,242	0,156
13	1,88E-04	0,195	0,495	0,495	0,282	0,181
14	2,59E-04	0,262	2,232	2,232	0,410	0,263
15	2,58E-04	0,357	7,644	7,644	0,558	0,358

Çizelge E. 1: Plak Sistem-2, 1.adıma ait enkesit yükseklikleri.

Kesit No	SAP 2000 değerleri (S)	Eski hv değerleri (m)	S*V*D	S*V*D/A	h değerleri (m)	hv değerleri (m)
1	6,41E-05	0,15	5,947E-02	5,947E-02	0,112	0,075
2	4,09E-04	0,15	3,789E-01	3,789E-01	0,177	0,119
3	1,26E-03	0,15	1,167E+00	1,167E+00	0,235	0,157
4	2,44E-03	0,15	2,259E+00	2,259E+00	0,277	0,185
5	3,30E-03	0,15	3,063E+00	3,063E+00	0,299	0,200
6	6,16E-04	0,15	5,715E-01	5,715E-01	0,196	0,131
7	7,25E-04	0,15	6,720E-01	6,720E-01	0,204	0,137
8	6,12E-04	0,15	5,674E-01	5,674E-01	0,196	0,131
9	4,56E-04	0,15	4,229E-01	4,229E-01	0,182	0,122
10	7,49E-04	0,15	6,947E-01	6,947E-01	0,206	0,138
11	7,37E-04	0,15	6,831E-01	6,831E-01	0,205	0,137
12	6,09E-04	0,15	5,648E-01	5,648E-01	0,196	0,131
13	1,64E-03	0,15	1,523E+00	1,523E+00	0,251	0,168
14	2,39E-03	0,15	2,220E+00	2,220E+00	0,276	0,184
15	6,11E-03	0,15	5,662E+00	5,662E+00	0,348	0,233

Çizelge E. 2: Plak Sistem-2, 2.adıma ait enkesit yükseklikleri.

Kesit No	SAP 2000 değerleri (S)	Eski hv değerleri (m)	S*V*D	S*V*D/A	h değerleri (m)	hv değerleri (m)
1	1,43E-05	0,100	2,610E-03	2,610E-03	0,058	0,037
2	1,15E-04	0,119	4,157E-02	4,157E-02	0,115	0,075
3	5,13E-04	0,157	5,716E-01	5,716E-01	0,221	0,144
4	1,10E-03	0,185	2,376E+00	2,376E+00	0,316	0,205
5	1,47E-03	0,200	4,307E+00	4,307E+00	0,367	0,238
6	1,98E-04	0,131	1,079E-01	1,079E-01	0,146	0,095
7	3,70E-04	0,137	2,369E-01	2,369E-01	0,178	0,115
8	6,26E-04	0,131	3,390E-01	3,390E-01	0,194	0,126
9	9,05E-04	0,122	3,649E-01	3,649E-01	0,198	0,129
10	4,50E-04	0,138	2,979E-01	2,979E-01	0,188	0,122
11	5,24E-04	0,137	3,416E-01	3,416E-01	0,195	0,127
12	7,02E-04	0,131	3,783E-01	3,783E-01	0,200	0,130
13	1,07E-03	0,168	1,555E+00	1,555E+00	0,284	0,185
14	1,43E-03	0,184	3,034E+00	3,034E+00	0,336	0,218
15	1,94E-03	0,233	1,047E+01	1,047E+01	0,458	0,298

Çizelge E. 3: Plak Sistem-2, 3.adıma ait enkesit yükseklikleri.

Kesit No	SAP 2000 değerleri (S)	Eski hv değerleri (m)	S*V*D	S*V*D/A	h değerleri (m)	hv değerleri (m)
1	1,22E-05	0,100	2,238E-03	2,238E-03	0,059	0,038
2	5,50E-05	0,100	1,007E-02	1,007E-02	0,086	0,055
3	2,62E-04	0,144	2,055E-01	2,055E-01	0,183	0,117
4	7,03E-04	0,205	2,295E+00	2,295E+00	0,335	0,213
5	9,77E-04	0,238	5,776E+00	5,776E+00	0,422	0,268
6	8,28E-05	0,100	1,516E-02	1,516E-02	0,096	0,061
7	2,33E-04	0,115	7,568E-02	7,568E-02	0,143	0,091
8	5,88E-04	0,126	2,739E-01	2,739E-01	0,197	0,125
9	1,01E-03	0,129	5,040E-01	5,040E-01	0,230	0,146
10	3,96E-04	0,122	1,620E-01	1,620E-01	0,173	0,110
11	5,46E-04	0,127	2,561E-01	2,561E-01	0,194	0,123
12	8,12E-04	0,130	4,217E-01	4,217E-01	0,220	0,139
13	7,55E-04	0,185	1,612E+00	1,612E+00	0,307	0,195
14	8,26E-04	0,218	3,442E+00	3,442E+00	0,371	0,236
15	8,54E-04	0,298	1,227E+01	1,227E+01	0,510	0,324

Çizelge E. 4: Plak Sistem-2, 4.adıma ait enkesit yükseklikleri.

Kesit No	SAP 2000 değerleri (S)	Eski hv değerleri (m)	S*V*D	S*V*D/A	h değerleri (m)	hv değerleri (m)
1	1,47E-05	0,100	2,689E-03	2,689E-03	0,065	0,041
2	5,09E-05	0,100	9,330E-03	9,330E-03	0,089	0,055
3	1,35E-04	0,117	4,559E-02	4,559E-02	0,132	0,082
4	5,19E-04	0,213	1,957E+00	1,957E+00	0,338	0,211
5	8,14E-04	0,268	7,723E+00	7,723E+00	0,476	0,297
6	5,83E-05	0,100	1,067E-02	1,067E-02	0,092	0,057
7	1,44E-04	0,100	2,628E-02	2,628E-02	0,115	0,072
8	4,64E-04	0,125	2,087E-01	2,087E-01	0,193	0,120
9	9,40E-04	0,146	7,777E-01	7,777E-01	0,268	0,167
10	3,50E-04	0,110	9,313E-02	9,313E-02	0,158	0,098
11	4,58E-04	0,123	1,928E-01	1,928E-01	0,189	0,118
12	6,91E-04	0,139	4,785E-01	4,785E-01	0,238	0,148
13	5,60E-04	0,195	1,482E+00	1,482E+00	0,315	0,197
14	6,00E-04	0,236	3,394E+00	3,394E+00	0,388	0,242
15	6,02E-04	0,324	1,212E+01	1,212E+01	0,533	0,333

Çizelge E. 5: Plak Sistem-2, 5.adıma ait enkesit yükseklikleri.

Kesit No	SAP 2000 değerleri (S)	Eski hv değerleri (m)	S*V*D	S*V*D/A	h değerleri (m)	hv değerleri (m)
1	1,54E-05	0,100	2,826E-03	2,826E-03	0,068	0,042
2	4,65E-05	0,100	8,516E-03	8,516E-03	0,090	0,055
3	8,12E-05	0,100	1,488E-02	1,488E-02	0,103	0,064
4	3,84E-04	0,211	1,388E+00	1,388E+00	0,321	0,198
5	7,24E-04	0,297	1,033E+01	1,033E+01	0,531	0,327
6	4,83E-05	0,100	8,846E-03	8,846E-03	0,091	0,056
7	1,09E-04	0,100	1,996E-02	1,996E-02	0,111	0,069
8	3,30E-04	0,120	1,274E-01	1,274E-01	0,177	0,109
9	8,69E-04	0,167	1,249E+00	1,249E+00	0,313	0,193
10	2,88E-04	0,100	5,275E-02	5,275E-02	0,142	0,087
11	3,44E-04	0,118	1,226E-01	1,226E-01	0,175	0,108
12	5,28E-04	0,148	4,668E-01	4,668E-01	0,245	0,151
13	4,61E-04	0,197	1,264E+00	1,264E+00	0,314	0,193
14	5,10E-04	0,242	3,201E+00	3,201E+00	0,396	0,244
15	5,05E-04	0,333	1,133E+01	1,133E+01	0,543	0,335

Çizelge E. 6: Plak Sistem-2, 6.adıma ait enkesit yükseklikleri.

Kesit No	SAP 2000 değerleri (S)	Eski hv değerleri (m)	S*V*D	S*V*D/A	h değerleri (m)	hv değerleri (m)
1	1,34E-05	0,100	2,452E-03	2,452E-03	0,068	0,042
2	3,92E-05	0,100	7,176E-03	7,176E-03	0,089	0,055
3	6,44E-05	0,100	1,179E-02	1,179E-02	0,101	0,062
4	2,69E-04	0,198	7,567E-01	7,567E-01	0,285	0,175
5	6,71E-04	0,327	1,406E+01	1,406E+01	0,591	0,364
6	3,66E-05	0,100	6,705E-03	6,705E-03	0,087	0,054
7	8,08E-05	0,100	1,480E-02	1,480E-02	0,106	0,066
8	2,11E-04	0,109	5,456E-02	5,456E-02	0,147	0,091
9	7,98E-04	0,193	2,022E+00	2,022E+00	0,364	0,224
10	2,47E-04	0,100	4,527E-02	4,527E-02	0,141	0,087
11	2,40E-04	0,108	5,963E-02	5,963E-02	0,151	0,093
12	4,00E-04	0,151	3,787E-01	3,787E-01	0,239	0,147
13	3,94E-04	0,193	1,009E+00	1,009E+00	0,306	0,188
14	4,42E-04	0,244	2,868E+00	2,868E+00	0,397	0,245
15	4,44E-04	0,335	1,020E+01	1,020E+01	0,545	0,336

Çizelge E. 7: Plak Sistem-2, 7.adıma ait enkesit yükseklikleri.

Kesit No	SAP 2000 değerleri (S)	Eski hv değerleri (m)	S*V*D	S*V*D/A	h değerleri (m)	hv değerleri (m)
1	1,19E-05	0,100	2,176E-03	2,176E-03	0,068	0,042
2	3,42E-05	0,100	6,271E-03	6,271E-03	0,089	0,055
3	5,31E-05	0,100	9,722E-03	9,722E-03	0,100	0,061
4	1,74E-04	0,175	3,011E-01	3,011E-01	0,235	0,145
5	5,88E-04	0,364	1,888E+01	1,888E+01	0,661	0,407
6	2,55E-05	0,100	4,668E-03	4,668E-03	0,083	0,051
7	4,26E-05	0,100	7,806E-03	7,806E-03	0,094	0,058
8	1,21E-04	0,100	2,218E-02	2,218E-02	0,122	0,075
9	6,76E-04	0,224	3,124E+00	3,124E+00	0,422	0,260
10	1,95E-04	0,100	3,579E-02	3,579E-02	0,138	0,085
11	1,69E-04	0,100	3,095E-02	3,095E-02	0,133	0,082
12	3,17E-04	0,147	2,744E-01	2,744E-01	0,230	0,141
13	3,18E-04	0,188	7,344E-01	7,344E-01	0,294	0,181
14	3,67E-04	0,245	2,407E+00	2,407E+00	0,395	0,243
15	3,80E-04	0,336	8,858E+00	8,858E+00	0,547	0,337

Çizelge E. 8: Plak Sistem-2, 8.adıma ait enkesit yükseklikleri.

Kesit No	SAP 2000 değerleri (S)	Eski hv değerleri (m)	S*V*D	S*V*D/A	h değerleri (m)	hv değerleri (m)
1	1,05E-05	0,100	1,927E-03	1,927E-03	0,069	0,043
2	3,03E-05	0,100	5,548E-03	5,548E-03	0,090	0,055
3	4,51E-05	0,100	8,262E-03	8,262E-03	0,100	0,061
4	1,02E-04	0,145	8,205E-02	8,205E-02	0,177	0,109
5	4,70E-04	0,407	2,364E+01	2,364E+01	0,728	0,448
6	1,57E-05	0,100	2,883E-03	2,883E-03	0,076	0,047
7	8,59E-06	0,100	1,573E-03	1,573E-03	0,066	0,040
8	7,08E-05	0,100	1,296E-02	1,296E-02	0,111	0,069
9	5,03E-04	0,260	4,192E+00	4,192E+00	0,472	0,291
10	1,43E-04	0,100	2,619E-02	2,619E-02	0,133	0,082
11	1,39E-04	0,100	2,551E-02	2,551E-02	0,132	0,081
12	2,83E-04	0,141	2,068E-01	2,068E-01	0,223	0,137
13	2,64E-04	0,181	5,177E-01	5,177E-01	0,280	0,172
14	3,15E-04	0,243	2,024E+00	2,024E+00	0,394	0,243
15	3,27E-04	0,337	7,717E+00	7,717E+00	0,550	0,339

Çizelge E. 9: Plak Sistem-2, 9.adıma ait enkesit yükseklikleri.

Kesit No	SAP 2000 değerleri (S)	Eski hv değerleri (m)	S*V*D	S*V*D/A	h değerleri (m)	hv değerleri (m)
1	9,67E-06	0,100	1,771E-03	1,771E-03	0,071	0,043
2	2,84E-05	0,100	5,205E-03	5,205E-03	0,092	0,056
3	4,01E-05	0,100	7,346E-03	7,346E-03	0,101	0,061
4	5,18E-05	0,109	1,330E-02	1,330E-02	0,117	0,071
5	3,64E-04	0,448	2,697E+01	2,697E+01	0,784	0,475
6	1,04E-05	0,100	1,907E-03	1,907E-03	0,072	0,044
7	6,29E-06	0,100	1,153E-03	1,153E-03	0,063	0,038
8	5,15E-05	0,100	9,425E-03	9,425E-03	0,107	0,065
9	3,83E-04	0,291	5,027E+00	5,027E+00	0,515	0,312
10	1,14E-04	0,100	2,095E-02	2,095E-02	0,131	0,079
11	1,37E-04	0,100	2,511E-02	2,511E-02	0,137	0,083
12	2,98E-04	0,137	1,928E-01	1,928E-01	0,228	0,138
13	2,29E-04	0,172	3,718E-01	3,718E-01	0,269	0,163
14	2,86E-04	0,243	1,814E+00	1,814E+00	0,399	0,242
15	2,93E-04	0,339	7,068E+00	7,068E+00	0,561	0,340

Çizelge E. 10: Plak Sistem-2, 10.adıma ait enkesit yükseklikleri.

Kesit No	SAP 2000 değerleri (S)	Eski hv değerleri (m)	S*V*D	S*V*D/A	h değerleri (m)	hv değerleri (m)
1	8,30E-06	0,100	1,521E-03	1,521E-03	0,069	0,042
2	2,42E-05	0,100	4,425E-03	4,425E-03	0,091	0,054
3	3,27E-05	0,100	5,996E-03	5,996E-03	0,098	0,058
4	3,52E-05	0,100	6,440E-03	6,440E-03	0,099	0,060
5	3,03E-04	0,475	2,824E+01	2,824E+01	0,809	0,485
6	7,42E-06	0,100	1,358E-03	1,358E-03	0,067	0,040
7	1,04E-05	0,100	1,905E-03	1,905E-03	0,073	0,044
8	4,37E-05	0,100	8,007E-03	8,007E-03	0,105	0,063
9	3,15E-04	0,312	5,472E+00	5,472E+00	0,537	0,322
10	9,87E-05	0,100	1,808E-02	1,808E-02	0,129	0,077
11	1,31E-04	0,100	2,390E-02	2,390E-02	0,138	0,083
12	2,93E-04	0,138	1,956E-01	1,956E-01	0,233	0,140
13	2,14E-04	0,163	2,746E-01	2,746E-01	0,254	0,152
14	2,81E-04	0,242	1,764E+00	1,764E+00	0,404	0,242
15	2,79E-04	0,340	6,814E+00	6,814E+00	0,567	0,340

Çizelge E. 11: Plak Sistem-2, 11.adıma ait enkesit yükseklikleri.

Kesit No	SAP 2000 değerleri (S)	Eski hv değerleri (m)	S*V*D	S*V*D/A	h değerleri (m)	hv değerleri (m)
1	7,56E-06	0,100	1,384E-03	1,384E-03	0,069	0,041
2	2,19E-05	0,100	4,013E-03	4,013E-03	0,090	0,053
3	2,94E-05	0,100	5,390E-03	5,390E-03	0,096	0,057
4	3,15E-05	0,100	5,777E-03	5,777E-03	0,098	0,058
5	2,84E-04	0,485	2,866E+01	2,866E+01	0,824	0,488
6	6,00E-06	0,100	1,098E-03	1,098E-03	0,065	0,038
7	1,18E-05	0,100	2,159E-03	2,159E-03	0,077	0,046
8	4,01E-05	0,100	7,350E-03	7,350E-03	0,104	0,062
9	2,87E-04	0,322	5,622E+00	5,622E+00	0,548	0,325
10	9,11E-05	0,100	1,669E-02	1,669E-02	0,128	0,076
11	1,23E-04	0,100	2,255E-02	2,255E-02	0,138	0,082
12	2,83E-04	0,140	1,977E-01	1,977E-01	0,237	0,141
13	2,02E-04	0,152	1,981E-01	1,981E-01	0,237	0,141
14	2,88E-04	0,242	1,815E+00	1,815E+00	0,413	0,245
15	2,78E-04	0,340	6,771E+00	6,771E+00	0,574	0,341

Çizelge E. 12: Plak Sistem-2, 12.adıma ait enkesit yükseklikleri.

Kesit No	SAP 2000 değerleri (S)	Eski hv değerleri (m)	S*V*D	S*V*D/A	h değerleri (m)	hv değerleri (m)
1	7,22E-06	0,100	1,323E-03	1,323E-03	0,068	0,040
2	2,10E-05	0,100	3,852E-03	3,852E-03	0,089	0,053
3	2,83E-05	0,100	5,178E-03	5,178E-03	0,095	0,057
4	3,04E-05	0,100	5,570E-03	5,570E-03	0,097	0,058
5	2,78E-04	0,488	2,901E+01	2,901E+01	0,826	0,491
6	5,23E-06	0,100	9,581E-04	9,581E-04	0,063	0,037
7	1,23E-05	0,100	2,245E-03	2,245E-03	0,077	0,046
8	3,87E-05	0,100	7,090E-03	7,090E-03	0,103	0,061
9	2,80E-04	0,325	5,717E+00	5,717E+00	0,550	0,327
10	8,68E-05	0,100	1,589E-02	1,589E-02	0,126	0,075
11	1,18E-04	0,100	2,161E-02	2,161E-02	0,136	0,081
12	2,78E-04	0,141	1,996E-01	1,996E-01	0,238	0,141
13	1,83E-04	0,141	1,318E-01	1,318E-01	0,214	0,127
14	2,91E-04	0,245	1,918E+00	1,918E+00	0,419	0,249
15	2,79E-04	0,341	6,859E+00	6,859E+00	0,576	0,342

Çizelge F. 1: Plak Sistem-3, 1.adıma ait enkesit yükseklikleri.

Kesit No	SAP 2000 değerleri (S)	Eski hv değerleri (m)	S*V*D	S*V*D/A	h değerleri (m)	hv değerleri (m)
1	3,48E-06	0,150	8,069E-04	3,228E-03	0,054	0,036
2	4,29E-05	0,150	9,947E-03	3,979E-02	0,101	0,068
3	1,92E-04	0,150	4,455E-02	1,782E-01	0,147	0,099
4	5,42E-04	0,150	1,257E-01	5,029E-01	0,191	0,129
5	1,14E-03	0,150	2,633E-01	1,053E+00	0,230	0,155
6	1,94E-03	0,150	4,492E-01	1,797E+00	0,263	0,177
7	2,85E-03	0,150	6,599E-01	2,640E+00	0,289	0,195
8	3,72E-03	0,150	8,625E-01	3,450E+00	0,309	0,208
9	4,41E-03	0,150	1,022E+00	4,088E+00	0,323	0,217
10	4,79E-03	0,150	1,110E+00	4,439E+00	0,329	0,222
11	1,49E-04	0,150	3,447E-02	1,379E-01	0,138	0,093
12	3,15E-04	0,150	7,297E-02	2,919E-01	0,167	0,112
13	5,31E-04	0,150	1,230E-01	4,920E-01	0,190	0,128
14	7,88E-04	0,150	1,827E-01	7,309E-01	0,210	0,141
15	1,08E-03	0,150	2,503E-01	1,001E+00	0,227	0,153
16	1,39E-03	0,150	3,210E-01	1,284E+00	0,242	0,163
17	1,67E-03	0,150	3,866E-01	1,547E+00	0,253	0,170
18	1,89E-03	0,150	4,374E-01	1,750E+00	0,261	0,176
19	2,01E-03	0,150	4,652E-01	1,861E+00	0,265	0,178
20	4,64E-04	0,150	1,076E-01	4,305E-01	0,184	0,124
21	6,02E-04	0,150	1,396E-01	5,583E-01	0,196	0,132
22	6,40E-04	0,150	1,482E-01	5,930E-01	0,199	0,134
23	7,37E-04	0,150	1,709E-01	6,836E-01	0,206	0,139
24	7,38E-04	0,150	1,710E-01	6,841E-01	0,206	0,139
25	7,15E-04	0,150	1,656E-01	6,626E-01	0,205	0,138
26	6,86E-04	0,150	1,590E-01	6,362E-01	0,203	0,136
27	6,67E-04	0,150	1,547E-01	6,188E-01	0,201	0,135
28	6,75E-04	0,150	1,564E-01	6,257E-01	0,202	0,136
29	6,98E-04	0,150	1,617E-01	6,470E-01	0,203	0,137
30	6,51E-04	0,150	1,509E-01	6,038E-01	0,200	0,135
31	5,44E-04	0,150	1,261E-01	5,044E-01	0,191	0,129
32	4,06E-04	0,150	9,416E-02	3,766E-01	0,178	0,120
33	2,79E-04	0,150	6,467E-02	2,587E-01	0,162	0,109
34	2,08E-04	0,150	4,826E-02	1,930E-01	0,150	0,101
35	7,09E-04	0,150	1,644E-01	6,576E-01	0,204	0,138
36	6,86E-04	0,150	1,589E-01	6,356E-01	0,203	0,136
37	6,13E-04	0,150	1,421E-01	5,684E-01	0,197	0,133
38	5,04E-04	0,150	1,168E-01	4,671E-01	0,188	0,126
39	3,91E-04	0,150	9,073E-02	3,629E-01	0,176	0,119
40	3,19E-04	0,150	7,404E-02	2,961E-01	0,167	0,113

Çizelge F. 1 (devam) : Plak Sistem-3, 1.adıma ait enkesit yükseklikleri.

41	7,76E-03	0,150	1,799E+00	7,198E+00	0,372	0,250
42	8,37E-04	0,150	1,940E-01	7,760E-01	0,213	0,143
43	8,79E-04	0,150	2,037E-01	8,149E-01	0,216	0,145
44	8,85E-04	0,150	2,051E-01	8,204E-01	0,216	0,145
45	8,75E-04	0,150	2,029E-01	8,117E-01	0,215	0,145
46	1,14E-03	0,150	2,645E-01	1,058E+00	0,230	0,155
47	1,45E-03	0,150	3,368E-01	1,347E+00	0,244	0,165
48	1,70E-03	0,150	3,934E-01	1,573E+00	0,254	0,171
49	1,83E-03	0,150	4,230E-01	1,692E+00	0,259	0,174
50	2,15E-03	0,150	4,981E-01	1,993E+00	0,270	0,181
51	2,81E-03	0,150	6,521E-01	2,608E+00	0,288	0,194
52	3,21E-03	0,150	7,448E-01	2,979E+00	0,298	0,201
53	4,20E-03	0,150	9,726E-01	3,891E+00	0,319	0,214
54	5,26E-03	0,150	1,219E+00	4,878E+00	0,337	0,227
55	8,87E-03	0,150	2,056E+00	8,225E+00	0,384	0,259

Çizelge F. 2: Plak Sistem-3, 2.adıma ait enkesit yükseklikleri.

Kesit No	SAP 2000 değerleri (S)	Eski hv değerleri (m)	S*V*D	S*V*D/A	h değerleri (m)	hv değerleri (m)
1	1,45E-06	0,100	6,616E-05	2,647E-04	0,033	0,022
2	2,10E-06	0,100	9,602E-05	3,841E-04	0,036	0,024
3	2,56E-05	0,100	1,173E-03	4,692E-03	0,068	0,046
4	1,23E-04	0,129	1,543E-02	6,170E-02	0,130	0,087
5	3,31E-04	0,155	8,685E-02	3,474E-01	0,200	0,134
6	6,30E-04	0,177	2,820E-01	1,128E+00	0,268	0,180
7	9,53E-04	0,195	6,264E-01	2,506E+00	0,327	0,219
8	1,22E-03	0,208	1,046E+00	4,185E+00	0,372	0,249
9	1,39E-03	0,217	1,417E+00	5,667E+00	0,402	0,269
10	1,47E-03	0,222	1,629E+00	6,517E+00	0,416	0,279
11	2,12E-05	0,100	9,712E-04	3,885E-03	0,065	0,044
12	5,73E-05	0,112	4,162E-03	1,665E-02	0,093	0,063
13	1,35E-05	0,128	1,656E-03	6,624E-03	0,074	0,050
14	2,88E-04	0,141	5,235E-02	2,094E-01	0,176	0,118
15	5,41E-04	0,153	1,348E-01	5,391E-01	0,223	0,149
16	8,57E-04	0,163	2,739E-01	1,096E+00	0,266	0,178
17	1,15E-03	0,170	4,413E-01	1,765E+00	0,300	0,201
18	1,36E-03	0,176	5,933E-01	2,373E+00	0,323	0,216
19	1,46E-03	0,178	6,769E-01	2,707E+00	0,334	0,224
20	9,86E-05	0,124	1,057E-02	4,228E-02	0,118	0,079
21	1,72E-04	0,132	2,384E-02	9,535E-02	0,145	0,097
22	2,62E-04	0,134	3,867E-02	1,547E-01	0,163	0,109
23	3,97E-04	0,139	6,758E-02	2,703E-01	0,188	0,126
24	5,89E-04	0,139	1,003E-01	4,011E-01	0,207	0,139
25	8,44E-04	0,138	1,392E-01	5,567E-01	0,225	0,151
26	1,09E-03	0,136	1,720E-01	6,880E-01	0,237	0,159
27	1,23E-03	0,135	1,898E-01	7,592E-01	0,243	0,163
28	1,36E-04	0,136	2,117E-02	8,468E-02	0,140	0,094
29	3,01E-04	0,137	4,855E-02	1,942E-01	0,173	0,116
30	3,77E-04	0,135	5,660E-02	2,264E-01	0,180	0,120
31	3,12E-04	0,129	3,912E-02	1,565E-01	0,164	0,110
32	2,68E-04	0,120	2,511E-02	1,004E-01	0,147	0,098
33	2,84E-04	0,109	1,828E-02	7,314E-02	0,135	0,091
34	3,20E-04	0,101	1,536E-02	6,142E-02	0,130	0,087
35	2,37E-04	0,138	3,882E-02	1,553E-01	0,163	0,109
36	4,04E-04	0,136	6,385E-02	2,554E-01	0,185	0,124
37	4,87E-04	0,133	6,895E-02	2,758E-01	0,189	0,126
38	3,29E-04	0,126	3,827E-02	1,531E-01	0,163	0,109
39	3,63E-04	0,119	3,279E-02	1,312E-01	0,157	0,105
40	4,14E-04	0,113	3,051E-02	1,220E-01	0,154	0,103

Çizelge F. 2 (devam) : Plak Sistem-3, 2.adıma ait enkesit yükseklikleri.

41	3,07E-04	0,250	5,498E-01	2,199E+00	0,317	0,212
42	4,92E-04	0,143	9,509E-02	3,803E-01	0,204	0,137
43	6,56E-04	0,145	1,331E-01	5,325E-01	0,222	0,149
44	8,27E-04	0,145	1,688E-01	6,753E-01	0,236	0,158
45	9,58E-04	0,145	1,935E-01	7,740E-01	0,244	0,164
46	5,35E-04	0,155	1,408E-01	5,633E-01	0,225	0,151
47	9,04E-04	0,165	3,033E-01	1,213E+00	0,273	0,183
48	1,14E-04	0,171	4,481E-02	1,793E-01	0,169	0,113
49	1,27E-03	0,174	5,342E-01	2,137E+00	0,315	0,211
50	1,19E-03	0,181	5,903E-01	2,361E+00	0,323	0,216
51	1,40E-03	0,194	9,065E-01	3,626E+00	0,359	0,241
52	1,50E-03	0,201	1,113E+00	4,453E+00	0,378	0,253
53	1,65E-03	0,214	1,600E+00	6,400E+00	0,414	0,277
54	1,71E-03	0,227	2,078E+00	8,312E+00	0,442	0,296
55	1,98E-03	0,259	4,050E+00	1,620E+01	0,522	0,350

Çizelge F. 3: Plak Sistem-3, 3.adıma ait enkesit yükseklikleri.

Kesit No	SAP 2000 değerleri (S)	Eski hv değerleri (m)	S*V*D	S*V*D/A	h değerleri (m)	hv değerleri (m)
1	3,30E-07	0,100	1,512E-05	6,049E-05	0,025	0,016
2	2,31E-06	0,100	1,060E-04	4,238E-04	0,041	0,026
3	1,52E-05	0,100	6,955E-04	2,782E-03	0,065	0,042
4	3,99E-05	0,100	1,826E-03	7,302E-03	0,083	0,053
5	1,75E-04	0,134	2,575E-02	1,030E-01	0,161	0,103
6	2,00E-04	0,180	9,531E-02	3,812E-01	0,223	0,143
7	5,46E-04	0,219	5,787E-01	2,315E+00	0,350	0,224
8	7,03E-04	0,249	1,245E+00	4,979E+00	0,424	0,271
9	8,10E-04	0,269	1,943E+00	7,772E+00	0,474	0,303
10	8,57E-04	0,279	2,365E+00	9,459E+00	0,498	0,318
11	1,04E-05	0,100	4,762E-04	1,905E-03	0,059	0,038
12	2,08E-05	0,100	9,528E-04	3,811E-03	0,071	0,045
13	5,13E-05	0,100	2,348E-03	9,390E-03	0,088	0,056
14	1,11E-04	0,118	9,867E-03	3,947E-02	0,127	0,081
15	2,42E-04	0,149	5,523E-02	2,209E-01	0,195	0,124
16	4,69E-04	0,178	2,176E-01	8,702E-01	0,274	0,175
17	7,04E-04	0,201	5,257E-01	2,103E+00	0,342	0,218
18	8,31E-04	0,216	8,350E-01	3,340E+00	0,384	0,245
19	8,95E-04	0,224	1,025E+00	4,102E+00	0,404	0,258
20	3,33E-05	0,100	1,527E-03	6,106E-03	0,079	0,051
21	4,61E-05	0,100	2,110E-03	8,441E-03	0,086	0,055
22	9,07E-05	0,109	5,940E-03	2,376E-02	0,111	0,071
23	2,13E-04	0,126	2,438E-02	9,751E-02	0,159	0,101
24	4,14E-04	0,139	7,025E-02	2,810E-01	0,207	0,132
25	6,57E-04	0,151	1,548E-01	6,193E-01	0,252	0,161
26	8,58E-04	0,159	2,498E-01	9,992E-01	0,284	0,181
27	9,72E-04	0,163	3,125E-01	1,250E+00	0,300	0,192
28	7,47E-05	0,100	3,420E-03	1,368E-02	0,097	0,062
29	1,26E-04	0,116	1,033E-02	4,130E-02	0,128	0,082
30	1,85E-04	0,120	1,774E-02	7,096E-02	0,147	0,094
31	2,20E-04	0,110	1,459E-02	5,834E-02	0,140	0,089
32	3,64E-04	0,100	1,664E-02	6,658E-02	0,144	0,092
33	6,23E-04	0,100	2,850E-02	1,140E-01	0,165	0,105
34	7,99E-04	0,100	3,656E-02	1,462E-01	0,176	0,112
35	1,19E-04	0,109	7,828E-03	3,131E-02	0,119	0,076
36	2,76E-04	0,124	2,983E-02	1,193E-01	0,167	0,107
37	3,76E-04	0,126	4,394E-02	1,758E-01	0,184	0,117
38	3,42E-04	0,109	2,218E-02	8,871E-02	0,155	0,099
39	4,56E-04	0,105	2,532E-02	1,013E-01	0,160	0,102
40	5,89E-04	0,103	3,045E-02	1,218E-01	0,168	0,107

Çizelge F. 3 (devam) : Plak Sistem-3, 3.adıma ait enkesit yükseklikleri.

41	2,65E-04	0,212	2,465E-01	9,861E-01	0,283	0,181
42	4,36E-04	0,137	7,014E-02	2,806E-01	0,207	0,132
43	4,67E-04	0,149	1,053E-01	4,213E-01	0,229	0,146
44	6,77E-04	0,158	1,935E-01	7,742E-01	0,266	0,170
45	7,01E-04	0,164	2,297E-01	9,188E-01	0,278	0,178
46	5,28E-04	0,151	1,260E-01	5,039E-01	0,239	0,153
47	9,14E-04	0,183	4,695E-01	1,878E+00	0,332	0,212
48	7,29E-04	0,113	5,534E-02	2,214E-01	0,195	0,124
49	1,05E-03	0,211	9,534E-01	3,814E+00	0,397	0,254
50	6,20E-04	0,216	6,201E-01	2,480E+00	0,356	0,228
51	7,68E-04	0,241	1,178E+00	4,713E+00	0,418	0,267
52	6,59E-04	0,253	1,243E+00	4,972E+00	0,424	0,271
53	6,58E-04	0,277	1,783E+00	7,132E+00	0,464	0,297
54	6,95E-04	0,296	2,445E+00	9,779E+00	0,502	0,321
55	7,10E-04	0,350	4,868E+00	1,947E+01	0,596	0,381

Çizelge F. 4: Plak Sistem-3, 4.adıma ait enkesit yükseklikleri.

Kesit No	SAP 2000 değerleri (S)	Eski hv değerleri (m)	S*V*D	S*V*D/A	h değerleri (m)	hv değerleri (m)
1	2,88E-07	0,100	1,320E-05	5,278E-05	0,026	0,016
2	5,02E-06	0,100	2,298E-04	9,190E-04	0,052	0,033
3	1,98E-05	0,100	9,080E-04	3,632E-03	0,074	0,046
4	4,27E-05	0,100	1,954E-03	7,815E-03	0,089	0,056
5	6,53E-05	0,103	3,338E-03	1,335E-02	0,102	0,064
6	1,34E-04	0,143	2,531E-02	1,012E-01	0,169	0,106
7	3,10E-04	0,224	3,563E-01	1,425E+00	0,328	0,206
8	4,74E-04	0,271	1,172E+00	4,686E+00	0,442	0,277
9	6,04E-04	0,303	2,330E+00	9,322E+00	0,525	0,329
10	6,68E-04	0,318	3,133E+00	1,253E+01	0,565	0,354
11	1,16E-05	0,100	5,288E-04	2,115E-03	0,064	0,040
12	1,71E-05	0,100	7,843E-04	3,137E-03	0,071	0,045
13	2,46E-05	0,100	1,128E-03	4,511E-03	0,078	0,049
14	4,99E-05	0,100	2,283E-03	9,132E-03	0,093	0,058
15	1,50E-04	0,124	1,641E-02	6,564E-02	0,152	0,095
16	3,38E-04	0,175	1,458E-01	5,833E-01	0,263	0,164
17	5,09E-04	0,218	5,310E-01	2,124E+00	0,363	0,227
18	6,24E-04	0,245	1,034E+00	4,136E+00	0,428	0,268
19	6,88E-04	0,258	1,400E+00	5,600E+00	0,462	0,289
20	1,94E-05	0,100	8,860E-04	3,544E-03	0,073	0,046
21	2,76E-05	0,100	1,266E-03	5,062E-03	0,080	0,050
22	4,89E-05	0,100	2,239E-03	8,954E-03	0,092	0,058
23	1,11E-04	0,101	5,356E-03	2,142E-02	0,115	0,072
24	3,08E-04	0,132	4,296E-02	1,718E-01	0,193	0,121
25	5,18E-04	0,161	1,592E-01	6,369E-01	0,268	0,168
26	6,52E-04	0,181	3,232E-01	1,293E+00	0,320	0,201
27	7,37E-04	0,192	4,573E-01	1,829E+00	0,349	0,219
28	5,02E-05	0,100	2,299E-03	9,196E-03	0,093	0,058
29	7,63E-05	0,100	3,493E-03	1,397E-02	0,103	0,065
30	9,09E-05	0,100	4,160E-03	1,664E-02	0,108	0,068
31	1,48E-04	0,100	6,763E-03	2,705E-02	0,122	0,076
32	3,74E-04	0,100	1,712E-02	6,848E-02	0,154	0,096
33	6,72E-04	0,105	3,801E-02	1,520E-01	0,188	0,117
34	8,89E-04	0,112	6,448E-02	2,579E-01	0,214	0,134
35	8,73E-05	0,100	3,999E-03	1,600E-02	0,107	0,067
36	1,97E-04	0,107	1,165E-02	4,659E-02	0,140	0,087
37	3,17E-04	0,117	2,766E-02	1,107E-01	0,173	0,108
38	3,18E-04	0,100	1,455E-02	5,819E-02	0,148	0,092
39	4,43E-04	0,102	2,225E-02	8,901E-02	0,164	0,103
40	5,72E-04	0,107	3,455E-02	1,382E-01	0,183	0,115

Çizelge F. 4 (devam) : Plak Sistem-3, 4.adıma ait enkesit yükseklikleri.

41	2,11E-04	0,181	1,031E-01	4,126E-01	0,241	0,151
42	3,77E-04	0,132	5,247E-02	2,099E-01	0,203	0,127
43	4,04E-04	0,146	8,435E-02	3,374E-01	0,229	0,143
44	5,32E-04	0,170	2,043E-01	8,172E-01	0,286	0,179
45	5,71E-04	0,178	2,602E-01	1,041E+00	0,303	0,190
46	3,78E-04	0,153	9,448E-02	3,779E-01	0,236	0,147
47	5,74E-04	0,212	5,348E-01	2,139E+00	0,363	0,227
48	4,18E-04	0,124	4,593E-02	1,837E-01	0,197	0,123
49	6,09E-04	0,254	1,153E+00	4,611E+00	0,440	0,276
50	3,70E-04	0,228	4,557E-01	1,823E+00	0,349	0,219
51	5,35E-04	0,267	1,251E+00	5,006E+00	0,449	0,281
52	5,34E-04	0,271	1,318E+00	5,271E+00	0,455	0,285
53	4,61E-04	0,297	1,631E+00	6,524E+00	0,480	0,301
54	5,05E-04	0,321	2,448E+00	9,792E+00	0,531	0,333
55	4,99E-04	0,381	4,821E+00	1,928E+01	0,630	0,394

Çizelge F. 5: Plak Sistem-3, 5.adıma ait enkesit yükseklikleri.

Kesit No	SAP 2000 değerleri (S)	Eski hv değerleri (m)	S*V*D	S*V*D/A	h değerleri (m)	hv değerleri (m)
1	6,39E-07	0,100	2,924E-05	1,169E-04	0,033	0,020
2	6,57E-06	0,100	3,008E-04	1,203E-03	0,058	0,036
3	2,36E-05	0,100	1,080E-03	4,319E-03	0,080	0,049
4	4,77E-05	0,100	2,185E-03	8,742E-03	0,096	0,059
5	6,23E-05	0,100	2,853E-03	1,141E-02	0,102	0,063
6	7,01E-05	0,106	4,064E-03	1,626E-02	0,112	0,069
7	2,03E-04	0,206	1,661E-01	6,644E-01	0,282	0,174
8	3,67E-04	0,277	9,860E-01	3,944E+00	0,441	0,272
9	5,20E-04	0,329	2,775E+00	1,110E+01	0,571	0,352
10	6,02E-04	0,354	4,325E+00	1,730E+01	0,638	0,394
11	1,28E-05	0,100	5,865E-04	2,346E-03	0,069	0,042
12	1,70E-05	0,100	7,779E-04	3,112E-03	0,074	0,046
13	1,90E-05	0,100	8,704E-04	3,482E-03	0,076	0,047
14	3,45E-05	0,100	1,578E-03	6,313E-03	0,088	0,054
15	8,39E-05	0,100	3,841E-03	1,536E-02	0,110	0,068
16	2,35E-04	0,164	7,848E-02	3,139E-01	0,234	0,144
17	3,87E-04	0,227	4,711E-01	1,884E+00	0,367	0,226
18	5,23E-04	0,268	1,240E+00	4,960E+00	0,467	0,288
19	6,07E-04	0,289	1,947E+00	7,788E+00	0,523	0,322
20	1,62E-05	0,100	7,408E-04	2,963E-03	0,073	0,045
21	1,79E-05	0,100	8,196E-04	3,278E-03	0,075	0,046
22	2,59E-05	0,100	1,185E-03	4,742E-03	0,082	0,051
23	6,84E-05	0,100	3,132E-03	1,253E-02	0,105	0,065
24	2,03E-04	0,121	1,994E-02	7,976E-02	0,166	0,103
25	4,05E-04	0,168	1,480E-01	5,918E-01	0,274	0,169
26	5,28E-04	0,201	3,913E-01	1,565E+00	0,350	0,216
27	6,39E-04	0,219	6,696E-01	2,678E+00	0,400	0,247
28	3,63E-05	0,100	1,662E-03	6,647E-03	0,089	0,055
29	6,11E-05	0,100	2,799E-03	1,120E-02	0,102	0,063
30	6,75E-05	0,100	3,088E-03	1,235E-02	0,104	0,064
31	1,06E-04	0,100	4,867E-03	1,947E-02	0,117	0,072
32	3,00E-04	0,100	1,372E-02	5,489E-02	0,151	0,093
33	5,94E-04	0,117	5,173E-02	2,069E-01	0,211	0,130
34	7,87E-04	0,134	1,163E-01	4,652E-01	0,258	0,159
35	8,75E-05	0,100	4,008E-03	1,603E-02	0,111	0,069
36	1,53E-04	0,100	7,019E-03	2,808E-02	0,128	0,079
37	2,22E-04	0,108	1,410E-02	5,638E-02	0,152	0,094
38	2,33E-04	0,100	1,066E-02	4,264E-02	0,142	0,088
39	3,01E-04	0,103	1,535E-02	6,141E-02	0,156	0,096
40	3,95E-04	0,115	3,126E-02	1,250E-01	0,186	0,115

Çizelge F. 5 (devam) : Plak Sistem-3, 5.adıma ait enkesit yükseklikleri.

41	1,93E-04	0,151	4,551E-02	1,820E-01	0,204	0,126
42	3,18E-04	0,127	3,821E-02	1,528E-01	0,196	0,121
43	3,27E-04	0,143	6,320E-02	2,528E-01	0,222	0,137
44	4,16E-04	0,179	1,948E-01	7,792E-01	0,294	0,181
45	4,61E-04	0,190	2,751E-01	1,100E+00	0,320	0,198
46	2,75E-04	0,147	5,962E-02	2,385E-01	0,219	0,135
47	4,48E-04	0,227	5,494E-01	2,198E+00	0,381	0,235
48	2,74E-04	0,123	2,880E-02	1,152E-01	0,182	0,112
49	4,81E-04	0,276	1,271E+00	5,085E+00	0,470	0,290
50	2,75E-04	0,219	2,876E-01	1,150E+00	0,324	0,200
51	4,26E-04	0,281	1,223E+00	4,891E+00	0,465	0,287
52	4,40E-04	0,285	1,329E+00	5,315E+00	0,475	0,293
53	3,80E-04	0,301	1,422E+00	5,687E+00	0,483	0,298
54	4,21E-04	0,333	2,359E+00	9,438E+00	0,548	0,338
55	4,13E-04	0,394	4,562E+00	1,825E+01	0,647	0,399

Çizelge F. 6: Plak Sistem-3, 6.adıma ait enkesit yükseklikleri.

Kesit No	SAP 2000 değerleri (S)	Eski hv değerleri (m)	S*V*D	S*V*D/A	h değerleri (m)	hv değerleri (m)
1	6,86E-07	0,100	3,139E-05	1,256E-04	0,034	0,021
2	6,51E-06	0,100	2,979E-04	1,192E-03	0,060	0,037
3	2,29E-05	0,100	1,050E-03	4,200E-03	0,082	0,050
4	4,60E-05	0,100	2,107E-03	8,427E-03	0,098	0,060
5	5,97E-05	0,100	2,733E-03	1,093E-02	0,105	0,064
6	5,69E-05	0,100	2,604E-03	1,042E-02	0,103	0,063
7	1,24E-04	0,174	5,232E-02	2,093E-01	0,219	0,134
8	2,64E-04	0,272	6,611E-01	2,644E+00	0,412	0,253
9	4,42E-04	0,352	3,118E+00	1,247E+01	0,608	0,372
10	5,60E-04	0,394	6,159E+00	2,464E+01	0,720	0,441
11	1,22E-05	0,100	5,591E-04	2,236E-03	0,070	0,043
12	1,56E-05	0,100	7,134E-04	2,853E-03	0,075	0,046
13	1,58E-05	0,100	7,234E-04	2,894E-03	0,075	0,046
14	2,43E-05	0,100	1,112E-03	4,449E-03	0,083	0,051
15	5,62E-05	0,100	2,573E-03	1,029E-02	0,103	0,063
16	1,49E-04	0,144	2,975E-02	1,190E-01	0,190	0,116
17	2,93E-04	0,226	3,511E-01	1,404E+00	0,352	0,216
18	4,51E-04	0,288	1,421E+00	5,685E+00	0,499	0,306
19	5,60E-04	0,322	2,770E+00	1,108E+01	0,590	0,362
20	1,36E-05	0,100	6,218E-04	2,487E-03	0,072	0,044
21	1,18E-05	0,100	5,403E-04	2,161E-03	0,070	0,043
22	1,40E-05	0,100	6,415E-04	2,566E-03	0,073	0,045
23	4,79E-05	0,100	2,191E-03	8,764E-03	0,099	0,061
24	1,35E-04	0,103	6,854E-03	2,742E-02	0,132	0,081
25	3,36E-04	0,169	1,262E-01	5,048E-01	0,272	0,167
26	4,56E-04	0,216	4,533E-01	1,813E+00	0,375	0,230
27	5,95E-04	0,247	1,012E+00	4,048E+00	0,459	0,281
28	2,68E-05	0,100	1,225E-03	4,899E-03	0,086	0,052
29	4,57E-05	0,100	2,092E-03	8,368E-03	0,098	0,060
30	4,77E-05	0,100	2,183E-03	8,733E-03	0,099	0,061
31	7,70E-05	0,100	3,527E-03	1,411E-02	0,111	0,068
32	2,33E-04	0,100	1,069E-02	4,275E-02	0,147	0,090
33	5,23E-04	0,130	6,881E-02	2,752E-01	0,234	0,144
34	7,06E-04	0,159	2,089E-01	8,356E-01	0,309	0,189
35	8,59E-05	0,100	3,931E-03	1,572E-02	0,114	0,070
36	1,29E-04	0,100	5,897E-03	2,359E-02	0,127	0,078
37	1,51E-04	0,100	6,928E-03	2,771E-02	0,132	0,081
38	1,57E-04	0,100	7,166E-03	2,866E-02	0,133	0,082
39	2,05E-04	0,100	9,386E-03	3,755E-02	0,142	0,087
40	3,05E-04	0,115	2,423E-02	9,691E-02	0,180	0,111

Çizelge F. 6 (devam) : Plak Sistem-3, 6.adıma ait enkesit yükseklikleri.

41	1,92E-04	0,126	2,221E-02	8,882E-02	0,176	0,108
42	2,75E-04	0,121	2,667E-02	1,067E-01	0,185	0,113
43	2,70E-04	0,137	4,339E-02	1,736E-01	0,209	0,128
44	3,39E-04	0,181	1,679E-01	6,716E-01	0,293	0,179
45	3,82E-04	0,198	2,674E-01	1,070E+00	0,329	0,202
46	2,11E-04	0,135	3,191E-02	1,276E-01	0,193	0,118
47	3,87E-04	0,235	5,404E-01	2,162E+00	0,392	0,240
48	1,76E-04	0,112	1,289E-02	5,155E-02	0,154	0,094
49	4,15E-04	0,290	1,341E+00	5,366E+00	0,492	0,302
50	2,27E-04	0,200	1,659E-01	6,636E-01	0,292	0,179
51	3,73E-04	0,287	1,159E+00	4,637E+00	0,474	0,291
52	3,88E-04	0,293	1,311E+00	5,246E+00	0,489	0,300
53	3,44E-04	0,298	1,243E+00	4,974E+00	0,483	0,296
54	3,80E-04	0,338	2,277E+00	9,106E+00	0,562	0,344
55	3,70E-04	0,399	4,289E+00	1,715E+01	0,658	0,403

Çizelge F. 7: Plak Sistem-3, 7.adıma ait enkesit yükseklikleri.

Kesit No	SAP 2000 değerleri (S)	Eski hv değerleri (m)	S*V*D	S*V*D/A	h değerleri (m)	hv değerleri (m)
1	7,01E-07	0,100	3,211E-05	1,284E-04	0,036	0,022
2	6,34E-06	0,100	2,903E-04	1,161E-03	0,062	0,038
3	2,22E-05	0,100	1,015E-03	4,059E-03	0,084	0,052
4	4,48E-05	0,100	2,051E-03	8,205E-03	0,100	0,062
5	5,85E-05	0,100	2,676E-03	1,071E-02	0,107	0,066
6	5,25E-05	0,100	2,405E-03	9,619E-03	0,105	0,064
7	6,70E-05	0,134	9,894E-03	3,958E-02	0,149	0,091
8	1,69E-04	0,253	3,151E-01	1,261E+00	0,354	0,217
9	3,60E-04	0,372	3,166E+00	1,266E+01	0,630	0,386
10	5,18E-04	0,441	9,014E+00	3,605E+01	0,818	0,501
11	1,16E-05	0,100	5,302E-04	2,121E-03	0,072	0,044
12	1,44E-05	0,100	6,603E-04	2,641E-03	0,076	0,046
13	1,33E-05	0,100	6,108E-04	2,443E-03	0,074	0,045
14	1,64E-05	0,100	7,495E-04	2,998E-03	0,078	0,048
15	3,89E-05	0,100	1,781E-03	7,123E-03	0,097	0,059
16	9,68E-05	0,116	8,136E-03	3,254E-02	0,142	0,087
17	2,20E-04	0,216	2,185E-01	8,740E-01	0,323	0,198
18	3,74E-04	0,306	1,499E+00	5,997E+00	0,522	0,320
19	5,06E-04	0,362	3,958E+00	1,583E+01	0,666	0,408
20	1,14E-05	0,100	5,201E-04	2,081E-03	0,071	0,044
21	6,88E-06	0,100	3,149E-04	1,260E-03	0,063	0,039
22	4,21E-06	0,100	1,927E-04	7,709E-04	0,056	0,034
23	1,93E-05	0,100	8,828E-04	3,531E-03	0,081	0,050
24	8,87E-05	0,100	4,062E-03	1,625E-02	0,119	0,073
25	2,52E-04	0,167	8,968E-02	3,587E-01	0,258	0,158
26	3,74E-04	0,230	4,789E-01	1,916E+00	0,393	0,241
27	5,31E-04	0,281	1,518E+00	6,072E+00	0,524	0,321
28	1,70E-05	0,100	7,779E-04	3,112E-03	0,079	0,048
29	3,06E-05	0,100	1,399E-03	5,595E-03	0,091	0,056
30	3,52E-05	0,100	1,612E-03	6,447E-03	0,095	0,058
31	5,99E-05	0,100	2,741E-03	1,097E-02	0,108	0,066
32	1,83E-04	0,100	8,356E-03	3,342E-02	0,143	0,087
33	4,35E-04	0,144	8,445E-02	3,378E-01	0,254	0,156
34	5,84E-04	0,189	3,445E-01	1,378E+00	0,362	0,222
35	7,51E-05	0,100	3,438E-03	1,375E-02	0,114	0,070
36	1,07E-04	0,100	4,886E-03	1,954E-02	0,125	0,076
37	9,69E-05	0,100	4,437E-03	1,775E-02	0,122	0,075
38	9,02E-05	0,100	4,128E-03	1,651E-02	0,120	0,073
39	1,57E-04	0,100	7,207E-03	2,883E-02	0,138	0,084
40	2,91E-04	0,111	1,988E-02	7,953E-02	0,177	0,109

Çizelge F.7 (devam) : Plak Sistem-3, 7.adıma ait enkesit yükseklikleri.

41	1,59E-04	0,108	9,971E-03	3,988E-02	0,149	0,091
42	2,29E-04	0,113	1,723E-02	6,892E-02	0,171	0,105
43	2,24E-04	0,128	2,750E-02	1,100E-01	0,192	0,118
44	2,89E-04	0,179	1,372E-01	5,489E-01	0,287	0,176
45	3,36E-04	0,202	2,535E-01	1,014E+00	0,335	0,205
46	1,53E-04	0,118	1,380E-02	5,522E-02	0,162	0,099
47	3,38E-04	0,240	5,154E-01	2,062E+00	0,400	0,245
48	1,08E-04	0,100	4,940E-03	1,976E-02	0,125	0,077
49	3,63E-04	0,302	1,374E+00	5,494E+00	0,511	0,313
50	1,83E-04	0,179	8,578E-02	3,431E-01	0,255	0,157
51	3,27E-04	0,291	1,071E+00	4,282E+00	0,480	0,294
52	3,47E-04	0,300	1,284E+00	5,138E+00	0,502	0,308
53	3,13E-04	0,296	1,098E+00	4,392E+00	0,483	0,296
54	3,40E-04	0,344	2,187E+00	8,749E+00	0,574	0,352
55	3,34E-04	0,403	4,040E+00	1,616E+01	0,669	0,410

Çizelge F. 8: Plak Sistem-3, 8.adıma ait enkesit yükseklikleri.

Kesit No	SAP 2000 değerleri (S)	Eski hv değerleri (m)	S*V*D	S*V*D/A	h değerleri (m)	hv değerleri (m)
1	6,56E-07	0,100	3,004E-05	1,201E-04	0,036	0,022
2	5,80E-06	0,100	2,653E-04	1,061E-03	0,062	0,038
3	2,02E-05	0,100	9,231E-04	3,692E-03	0,085	0,052
4	4,11E-05	0,100	1,883E-03	7,533E-03	0,102	0,063
5	5,40E-05	0,100	2,471E-03	9,883E-03	0,109	0,067
6	4,80E-05	0,100	2,196E-03	8,786E-03	0,106	0,065
7	3,53E-05	0,100	1,615E-03	6,460E-03	0,098	0,060
8	9,26E-05	0,217	9,362E-02	3,745E-01	0,271	0,167
9	2,58E-04	0,386	2,621E+00	1,048E+01	0,623	0,383
10	4,47E-04	0,501	1,292E+01	5,170E+01	0,928	0,571
11	1,04E-05	0,100	4,762E-04	1,905E-03	0,072	0,044
12	1,27E-05	0,100	5,815E-04	2,326E-03	0,076	0,047
13	1,08E-05	0,100	4,931E-04	1,973E-03	0,073	0,045
14	1,07E-05	0,100	4,899E-04	1,960E-03	0,073	0,045
15	2,38E-05	0,100	1,091E-03	4,364E-03	0,089	0,055
16	5,86E-05	0,100	2,681E-03	1,072E-02	0,111	0,069
17	1,47E-04	0,198	1,029E-01	4,115E-01	0,277	0,171
18	2,88E-04	0,320	1,384E+00	5,537E+00	0,531	0,327
19	4,42E-04	0,408	5,612E+00	2,245E+01	0,754	0,463
20	9,03E-06	0,100	4,135E-04	1,654E-03	0,070	0,043
21	3,08E-06	0,100	1,411E-04	5,645E-04	0,053	0,033
22	2,71E-06	0,100	1,242E-04	4,967E-04	0,052	0,032
23	4,07E-06	0,100	1,865E-04	7,462E-04	0,057	0,035
24	5,95E-05	0,100	2,726E-03	1,090E-02	0,112	0,069
25	1,90E-04	0,100	8,686E-03	3,474E-02	0,149	0,092
26	2,91E-04	0,241	4,466E-01	1,786E+00	0,400	0,246
27	4,46E-04	0,321	2,171E+00	8,685E+00	0,594	0,366
28	9,27E-06	0,100	4,243E-04	1,697E-03	0,070	0,043
29	1,87E-05	0,100	8,539E-04	3,416E-03	0,084	0,051
30	2,22E-05	0,100	1,014E-03	4,057E-03	0,087	0,054
31	3,76E-05	0,100	1,722E-03	6,886E-03	0,100	0,061
32	1,41E-04	0,100	6,433E-03	2,573E-02	0,139	0,085
33	3,50E-04	0,156	9,475E-02	3,790E-01	0,272	0,167
34	4,54E-04	0,222	5,022E-01	2,009E+00	0,412	0,253
35	6,17E-05	0,100	2,826E-03	1,131E-02	0,113	0,069
36	8,85E-05	0,100	4,051E-03	1,620E-02	0,124	0,076
37	6,68E-05	0,100	3,057E-03	1,223E-02	0,115	0,071
38	4,78E-05	0,100	2,188E-03	8,753E-03	0,106	0,065
39	1,56E-04	0,100	7,161E-03	2,864E-02	0,142	0,088
40	3,44E-04	0,109	2,194E-02	8,777E-02	0,188	0,116

Çizelge F.8 (devam) : Plak Sistem-3, 8.adıma ait enkesit yükseklikleri.

41	1,35E-04	0,100	6,195E-03	2,478E-02	0,137	0,084
42	1,84E-04	0,105	1,018E-02	4,072E-02	0,156	0,096
43	1,84E-04	0,118	1,625E-02	6,501E-02	0,175	0,108
44	2,56E-04	0,176	1,126E-01	4,502E-01	0,284	0,174
45	3,08E-04	0,205	2,505E-01	1,002E+00	0,346	0,213
46	1,05E-04	0,100	4,817E-03	1,927E-02	0,129	0,079
47	2,91E-04	0,245	4,813E-01	1,925E+00	0,408	0,251
48	7,76E-05	0,100	3,551E-03	1,420E-02	0,120	0,074
49	3,14E-04	0,313	1,386E+00	5,544E+00	0,531	0,327
50	1,44E-04	0,157	3,975E-02	1,590E-01	0,219	0,134
51	2,88E-04	0,294	9,898E-01	3,959E+00	0,488	0,300
52	3,10E-04	0,308	1,276E+00	5,103E+00	0,520	0,320
53	2,85E-04	0,296	1,005E+00	4,019E+00	0,490	0,301
54	3,03E-04	0,352	2,128E+00	8,513E+00	0,591	0,364
55	2,98E-04	0,410	3,863E+00	1,545E+01	0,686	0,422

Çizelge F. 9: Plak Sistem-3, 9.adıma ait enkesit yükseklikleri.

Kesit No	SAP 2000 değerleri (S)	Eski hv değerleri (m)	S*V*D	S*V*D/A	h değerleri (m)	hv değerleri (m)
1	7,00E-07	0,100	3,203E-05	1,281E-04	0,038	0,023
2	5,83E-06	0,100	2,668E-04	1,067E-03	0,065	0,040
3	2,00E-05	0,100	9,135E-04	3,654E-03	0,088	0,054
4	4,05E-05	0,100	1,852E-03	7,408E-03	0,105	0,064
5	5,31E-05	0,100	2,430E-03	9,722E-03	0,113	0,069
6	4,59E-05	0,100	2,102E-03	8,408E-03	0,109	0,066
7	3,06E-05	0,100	1,403E-03	5,612E-03	0,098	0,060
8	4,62E-05	0,167	1,627E-02	6,509E-02	0,181	0,111
9	1,57E-04	0,383	1,549E+00	6,197E+00	0,566	0,345
10	3,67E-04	0,571	1,785E+01	7,141E+01	1,043	0,636
11	1,02E-05	0,100	4,647E-04	1,859E-03	0,074	0,045
12	1,22E-05	0,100	5,595E-04	2,238E-03	0,078	0,048
13	1,01E-05	0,100	4,606E-04	1,842E-03	0,074	0,045
14	8,90E-06	0,100	4,075E-04	1,630E-03	0,072	0,044
15	2,17E-05	0,100	9,945E-04	3,978E-03	0,090	0,055
16	4,10E-05	0,100	1,878E-03	7,511E-03	0,106	0,064
17	7,99E-05	0,171	3,093E-02	1,237E-01	0,213	0,130
18	1,90E-04	0,327	9,911E-01	3,964E+00	0,506	0,309
19	3,73E-04	0,463	7,878E+00	3,151E+01	0,850	0,518
20	8,59E-06	0,100	3,931E-04	1,573E-03	0,071	0,044
21	2,53E-06	0,100	1,159E-04	4,636E-04	0,053	0,032
22	4,80E-06	0,100	2,198E-04	8,791E-04	0,062	0,038
23	3,76E-06	0,100	1,719E-04	6,877E-04	0,058	0,035
24	5,64E-05	0,100	2,584E-03	1,034E-02	0,114	0,070
25	1,44E-04	0,100	6,607E-03	2,643E-02	0,145	0,088
26	2,46E-04	0,246	4,143E-01	1,657E+00	0,407	0,248
27	3,71E-04	0,366	3,028E+00	1,211E+01	0,669	0,408
28	6,29E-06	0,100	2,882E-04	1,153E-03	0,066	0,040
29	1,23E-05	0,100	5,627E-04	2,251E-03	0,078	0,048
30	1,17E-05	0,100	5,357E-04	2,143E-03	0,077	0,047
31	1,82E-07	0,100	8,310E-06	3,324E-05	0,027	0,017
32	1,05E-04	0,100	4,799E-03	1,919E-02	0,133	0,081
33	2,95E-04	0,167	1,053E-01	4,210E-01	0,289	0,176
34	3,72E-04	0,253	7,032E-01	2,813E+00	0,464	0,283
35	4,73E-05	0,100	2,166E-03	8,663E-03	0,109	0,067
36	7,24E-05	0,100	3,316E-03	1,326E-02	0,122	0,074
37	5,65E-05	0,100	2,587E-03	1,035E-02	0,114	0,070
38	3,61E-05	0,100	1,651E-03	6,603E-03	0,102	0,062
39	1,52E-04	0,100	6,969E-03	2,788E-02	0,147	0,089
40	3,59E-04	0,116	2,963E-02	1,185E-01	0,210	0,128

Çizelge F.9 (devam) : Plak Sistem-3, 9.adıma ait enkesit yükseklikleri.

41	1,17E-04	0,100	5,343E-03	2,137E-02	0,137	0,084
42	1,42E-04	0,100	6,484E-03	2,593E-02	0,144	0,088
43	1,44E-04	0,108	8,835E-03	3,534E-02	0,156	0,095
44	2,22E-04	0,174	9,415E-02	3,766E-01	0,281	0,171
45	2,84E-04	0,213	2,675E-01	1,070E+00	0,365	0,223
46	7,71E-05	0,079	1,398E-03	5,594E-03	0,098	0,060
47	2,41E-04	0,251	4,361E-01	1,745E+00	0,412	0,251
48	5,39E-05	0,100	2,469E-03	9,877E-03	0,113	0,069
49	2,76E-04	0,327	1,442E+00	5,766E+00	0,556	0,339
50	9,74E-05	0,134	1,458E-02	5,832E-02	0,176	0,108
51	2,46E-04	0,300	9,174E-01	3,670E+00	0,496	0,303
52	2,73E-04	0,320	1,313E+00	5,250E+00	0,543	0,331
53	2,56E-04	0,301	9,694E-01	3,877E+00	0,503	0,307
54	2,64E-04	0,364	2,114E+00	8,457E+00	0,612	0,373
55	2,59E-04	0,422	3,769E+00	1,508E+01	0,707	0,431

Çizelge F. 10: Plak Sistem-3, 10.adıma ait enkesit yükseklikleri.

Kesit No	SAP 2000 değerleri (S)	Eski hv değerleri (m)	S*V*D	S*V*D/A	h değerleri (m)	hv değerleri (m)
1	5,91E-07	0,100	2,707E-05	1,083E-04	0,039	0,024
2	4,80E-06	0,100	2,198E-04	8,791E-04	0,066	0,041
3	1,64E-05	0,100	7,495E-04	2,998E-03	0,090	0,056
4	3,35E-05	0,100	1,536E-03	6,143E-03	0,108	0,067
5	4,55E-05	0,100	2,081E-03	8,324E-03	0,116	0,072
6	4,16E-05	0,100	1,903E-03	7,612E-03	0,114	0,070
7	2,54E-05	0,100	1,164E-03	4,658E-03	0,100	0,062
8	1,38E-05	0,111	9,394E-04	3,758E-03	0,095	0,059
9	4,41E-05	0,345	2,867E-01	1,147E+00	0,398	0,246
10	2,62E-04	0,636	1,964E+01	7,855E+01	1,144	0,708
11	8,20E-06	0,100	3,755E-04	1,502E-03	0,076	0,047
12	9,68E-06	0,100	4,433E-04	1,773E-03	0,079	0,049
13	7,49E-06	0,100	3,429E-04	1,372E-03	0,074	0,046
14	4,85E-06	0,100	2,221E-04	8,883E-04	0,066	0,041
15	8,15E-06	0,100	3,733E-04	1,493E-03	0,076	0,047
16	1,93E-05	0,100	8,814E-04	3,526E-03	0,094	0,058
17	4,09E-05	0,130	5,314E-03	2,125E-02	0,147	0,091
18	8,57E-05	0,309	3,564E-01	1,426E+00	0,420	0,260
19	2,71E-04	0,518	8,947E+00	3,579E+01	0,940	0,582
20	6,22E-06	0,100	2,846E-04	1,138E-03	0,071	0,044
21	1,80E-07	0,100	8,251E-06	3,300E-05	0,029	0,018
22	8,21E-06	0,100	3,757E-04	1,503E-03	0,076	0,047
23	1,15E-05	0,100	5,252E-04	2,101E-03	0,082	0,051
24	3,35E-06	0,100	1,535E-04	6,141E-04	0,061	0,037
25	8,30E-05	0,100	3,801E-03	1,520E-02	0,135	0,084
26	1,31E-04	0,248	2,268E-01	9,073E-01	0,375	0,232
27	2,65E-04	0,408	3,361E+00	1,344E+01	0,736	0,456
28	8,01E-07	0,100	3,669E-05	1,468E-04	0,042	0,026
29	1,96E-06	0,100	8,979E-05	3,592E-04	0,053	0,033
30	6,89E-08	0,100	3,154E-06	1,262E-05	0,023	0,014
31	3,84E-06	0,100	1,759E-04	7,037E-04	0,063	0,039
32	7,33E-05	0,100	3,357E-03	1,343E-02	0,131	0,081
33	1,91E-04	0,176	8,448E-02	3,379E-01	0,293	0,181
34	2,62E-04	0,283	7,728E-01	3,091E+00	0,510	0,316
35	2,71E-05	0,100	1,239E-03	4,956E-03	0,102	0,063
36	4,76E-05	0,100	2,181E-03	8,725E-03	0,117	0,073
37	3,91E-05	0,100	1,790E-03	7,159E-03	0,112	0,069
38	2,92E-05	0,100	1,338E-03	5,352E-03	0,104	0,064
39	1,18E-04	0,100	5,403E-03	2,161E-02	0,147	0,091
40	2,98E-04	0,128	3,708E-02	1,483E-01	0,239	0,148

Çizelge F.10 (devam) : Plak Sistem-3, 10.adıma ait enkesit yükseklikleri.

41	8,69E-05	0,100	3,981E-03	1,592E-02	0,137	0,085
42	9,05E-05	0,100	4,143E-03	1,657E-02	0,138	0,085
43	9,15E-05	0,100	4,189E-03	1,676E-02	0,138	0,086
44	1,39E-04	0,171	5,475E-02	2,190E-01	0,263	0,163
45	2,21E-04	0,223	2,475E-01	9,900E-01	0,383	0,237
46	5,35E-05	0,100	2,448E-03	9,791E-03	0,121	0,075
47	1,66E-04	0,251	3,032E-01	1,213E+00	0,403	0,250
48	2,88E-05	0,100	1,320E-03	5,280E-03	0,104	0,064
49	2,16E-04	0,339	1,306E+00	5,223E+00	0,581	0,360
50	4,36E-05	0,108	2,668E-03	1,067E-02	0,124	0,076
51	1,88E-04	0,303	7,217E-01	2,887E+00	0,501	0,310
52	2,20E-04	0,331	1,212E+00	4,848E+00	0,570	0,353
53	2,10E-04	0,307	8,521E-01	3,408E+00	0,522	0,323
54	2,11E-04	0,373	1,871E+00	7,484E+00	0,636	0,394
55	2,08E-04	0,431	3,292E+00	1,317E+01	0,732	0,453

Çizelge F. 11: Plak Sistem-3, 11.adıma ait enkesit yükseklikleri.

Kesit No	SAP 2000 değerleri (S)	Eski hv değerleri (m)	S*V*D	S*V*D/A	h değerleri (m)	hv değerleri (m)
1	5,93E-07	0,100	2,716E-05	1,086E-04	0,040	0,024
2	4,78E-06	0,100	2,188E-04	8,753E-04	0,067	0,040
3	1,63E-05	0,100	7,440E-04	2,976E-03	0,091	0,055
4	3,33E-05	0,100	1,525E-03	6,101E-03	0,109	0,066
5	4,53E-05	0,100	2,073E-03	8,293E-03	0,117	0,071
6	4,17E-05	0,100	1,911E-03	7,645E-03	0,115	0,069
7	2,57E-05	0,100	1,178E-03	4,711E-03	0,102	0,061
8	1,46E-05	0,100	6,667E-04	2,667E-03	0,088	0,053
9	3,73E-05	0,246	6,282E-02	2,513E-01	0,275	0,166
10	2,66E-04	0,708	3,072E+01	1,229E+02	1,293	0,781
11	8,11E-06	0,100	3,714E-04	1,486E-03	0,076	0,046
12	9,54E-06	0,100	4,368E-04	1,747E-03	0,079	0,048
13	7,34E-06	0,100	3,359E-04	1,343E-03	0,074	0,045
14	4,64E-06	0,100	2,126E-04	8,505E-04	0,066	0,040
15	7,56E-06	0,100	3,460E-04	1,384E-03	0,075	0,045
16	1,79E-05	0,100	8,196E-04	3,278E-03	0,093	0,056
17	3,84E-05	0,100	1,760E-03	7,040E-03	0,112	0,068
18	7,55E-05	0,260	1,579E-01	6,318E-01	0,346	0,209
19	2,69E-04	0,582	1,411E+01	5,645E+01	1,065	0,643
20	6,11E-06	0,100	2,797E-04	1,119E-03	0,071	0,043
21	1,84E-07	0,100	8,425E-06	3,370E-05	0,030	0,018
22	8,06E-06	0,100	3,690E-04	1,476E-03	0,076	0,046
23	1,16E-05	0,100	5,302E-04	2,121E-03	0,083	0,050
24	1,65E-06	0,100	7,546E-05	3,018E-04	0,051	0,031
25	7,44E-05	0,100	3,405E-03	1,362E-02	0,133	0,080
26	1,19E-04	0,232	1,584E-01	6,335E-01	0,346	0,209
27	2,53E-04	0,456	4,993E+00	1,997E+01	0,821	0,496
28	8,17E-07	0,100	3,739E-05	1,496E-04	0,043	0,026
29	1,87E-06	0,100	8,544E-05	3,418E-04	0,053	0,032
30	3,53E-07	0,100	1,616E-05	6,465E-05	0,035	0,021
31	4,74E-06	0,100	2,172E-04	8,687E-04	0,067	0,040
32	6,46E-05	0,100	2,956E-03	1,182E-02	0,128	0,077
33	1,75E-04	0,181	8,692E-02	3,477E-01	0,298	0,180
34	2,42E-04	0,316	1,100E+00	4,400E+00	0,562	0,340
35	2,59E-05	0,100	1,187E-03	4,747E-03	0,102	0,062
36	4,53E-05	0,100	2,076E-03	8,302E-03	0,117	0,071
37	3,68E-05	0,100	1,686E-03	6,744E-03	0,111	0,067
38	2,66E-05	0,100	1,219E-03	4,877E-03	0,103	0,062
39	1,08E-04	0,100	4,940E-03	1,976E-02	0,146	0,088
40	2,76E-04	0,148	6,004E-02	2,402E-01	0,272	0,164

Çizelge F.11 (devam) : Plak Sistem-3, 11.adıma ait enkesit yükseklikleri.

41	8,23E-05	0,100	3,769E-03	1,508E-02	0,136	0,082
42	8,31E-05	0,100	3,807E-03	1,523E-02	0,136	0,082
43	8,60E-05	0,100	3,936E-03	1,574E-02	0,138	0,083
44	1,29E-04	0,163	4,135E-02	1,654E-01	0,248	0,150
45	2,14E-04	0,237	3,113E-01	1,245E+00	0,410	0,248
46	4,66E-05	0,100	2,132E-03	8,529E-03	0,118	0,071
47	1,49E-04	0,250	2,659E-01	1,063E+00	0,394	0,238
48	2,49E-05	0,100	1,138E-03	4,553E-03	0,101	0,061
49	2,04E-04	0,360	1,565E+00	6,260E+00	0,614	0,371
50	3,80E-05	0,100	1,739E-03	6,958E-03	0,112	0,068
51	1,72E-04	0,310	7,277E-01	2,911E+00	0,507	0,306
52	2,07E-04	0,353	1,476E+00	5,902E+00	0,605	0,366
53	1,93E-04	0,323	9,662E-01	3,865E+00	0,545	0,329
54	1,95E-04	0,394	2,146E+00	8,583E+00	0,665	0,402
55	1,91E-04	0,453	3,689E+00	1,476E+01	0,761	0,460

Çizelge G. 1: Plak Sistem-4, 1.adıma ait enkesit yükseklikleri.

Kesit No	SAP 2000 değerleri (S)	Eski hv değerleri (m)	S*V*D	S*V*D/A	h değerleri (m)	hv değerleri (m)
1	5,54E-05	0,100	1,015E-02	1,015E-02	0,065	0,061
2	4,50E-04	0,100	8,236E-02	8,236E-02	0,109	0,102
3	1,55E-03	0,100	2,832E-01	2,832E-01	0,149	0,140
4	3,24E-03	0,100	5,927E-01	5,927E-01	0,179	0,168
5	4,58E-03	0,100	8,383E-01	8,383E-01	0,195	0,183
6	9,95E-04	0,100	1,823E-01	1,823E-01	0,133	0,125
7	1,45E-03	0,100	2,659E-01	2,659E-01	0,146	0,137
8	1,52E-03	0,100	2,782E-01	2,782E-01	0,148	0,139
9	1,35E-03	0,100	2,465E-01	2,465E-01	0,144	0,135
10	1,66E-03	0,100	3,035E-01	3,035E-01	0,151	0,142
11	1,73E-03	0,100	3,170E-01	3,170E-01	0,153	0,144
12	1,49E-03	0,100	2,731E-01	2,731E-01	0,147	0,138
13	3,72E-03	0,100	6,821E-01	6,821E-01	0,185	0,174
14	5,94E-03	0,100	1,088E+00	1,088E+00	0,208	0,195
15	2,67E-02	0,100	4,894E+00	4,894E+00	0,303	0,284

Çizelge G. 2: Plak Sistem-4, 2.adıma ait enkesit yükseklikleri.

Kesit No	SAP 2000 değerleri (S)	Eski hv değerleri (m)	S*V*D	S*V*D/A	h değerleri (m)	hv değerleri (m)
1	2,03E-06	0,061	5,057E-05	5,057E-05	0,028	0,019
2	2,47E-05	0,102	4,984E-03	4,984E-03	0,089	0,059
3	1,19E-04	0,140	8,226E-02	8,226E-02	0,179	0,119
4	2,97E-04	0,168	4,318E-01	4,318E-01	0,271	0,180
5	4,44E-04	0,183	9,119E-01	9,119E-01	0,326	0,217
6	5,50E-05	0,125	2,459E-02	2,459E-02	0,132	0,088
7	1,03E-04	0,137	6,709E-02	6,709E-02	0,170	0,113
8	1,50E-04	0,139	1,021E-01	1,021E-01	0,189	0,125
9	1,90E-04	0,135	1,145E-01	1,145E-01	0,194	0,129
10	1,27E-04	0,142	9,457E-02	9,457E-02	0,185	0,123
11	1,55E-04	0,144	1,203E-01	1,203E-01	0,197	0,131
12	2,08E-04	0,138	1,394E-01	1,394E-01	0,204	0,135
13	4,04E-04	0,174	6,757E-01	6,757E-01	0,303	0,201
14	6,56E-04	0,195	1,751E+00	1,751E+00	0,384	0,255
15	8,75E-04	0,284	1,050E+01	1,050E+01	0,601	0,399

Çizelge G. 3: Plak Sistem-4, 3.adıma ait enkesit yükseklikleri.

Kesit No	SAP 2000 değerleri (S)	Eski hv değerleri (m)	S*V*D	S*V*D/A	h değerleri (m)	hv değerleri (m)
1	1,46E-06	0,050	1,672E-05	1,672E-05	0,024	0,015
2	7,10E-06	0,059	1,563E-04	1,563E-04	0,041	0,027
3	5,60E-05	0,119	2,034E-02	2,034E-02	0,140	0,090
4	1,78E-04	0,180	3,398E-01	3,398E-01	0,283	0,182
5	2,80E-04	0,217	1,127E+00	1,127E+00	0,382	0,245
6	2,09E-05	0,088	2,274E-03	2,274E-03	0,081	0,052
7	5,90E-05	0,113	1,747E-02	1,747E-02	0,135	0,086
8	1,30E-04	0,125	5,864E-02	5,864E-02	0,182	0,117
9	2,17E-04	0,129	1,099E-01	1,099E-01	0,213	0,137
10	1,09E-04	0,123	4,533E-02	4,533E-02	0,171	0,110
11	1,79E-04	0,131	9,526E-02	9,526E-02	0,206	0,132
12	2,86E-04	0,135	1,761E-01	1,761E-01	0,240	0,154
13	2,51E-04	0,201	7,478E-01	7,478E-01	0,344	0,221
14	2,56E-04	0,255	1,982E+00	1,982E+00	0,439	0,282
15	2,71E-04	0,399	1,259E+01	1,259E+01	0,698	0,448

Çizelge G. 4: Plak Sistem-4, 4.adıma ait enkesit yükseklikleri.

Kesit No	SAP 2000 değerleri (S)	Eski hv değerleri (m)	S*V*D	S*V*D/A	h değerleri (m)	hv değerleri (m)
1	6,11E-07	0,050	6,992E-06	6,992E-06	0,020	0,012
2	3,60E-06	0,050	4,122E-05	4,122E-05	0,031	0,019
3	2,38E-05	0,090	2,839E-03	2,839E-03	0,090	0,056
4	1,17E-04	0,182	2,325E-01	2,325E-01	0,270	0,168
5	2,17E-04	0,245	1,432E+00	1,432E+00	0,425	0,264
6	7,86E-06	0,052	1,047E-04	1,047E-04	0,039	0,024
7	3,22E-05	0,086	3,298E-03	3,298E-03	0,093	0,058
8	1,04E-04	0,117	3,569E-02	3,569E-02	0,169	0,105
9	2,03E-04	0,137	1,304E-01	1,304E-01	0,233	0,145
10	9,91E-05	0,110	2,632E-02	2,632E-02	0,156	0,097
11	1,54E-04	0,132	8,577E-02	8,577E-02	0,210	0,131
12	7,51E-04	0,154	7,747E-01	7,747E-01	0,364	0,227
13	1,75E-04	0,221	7,657E-01	7,657E-01	0,363	0,226
14	1,84E-04	0,282	2,130E+00	2,130E+00	0,469	0,292
15	1,78E-04	0,448	1,312E+01	1,312E+01	0,739	0,460

Çizelge G. 5: Plak Sistem-4, 5.adıma ait enkesit yükseklikleri.

Kesit No	SAP 2000 değerleri (S)	Eski hv değerleri (m)	S*V*D	S*V*D/A	h değerleri (m)	hv değerleri (m)
1	7,57E-07	0,050	8,666E-06	8,666E-06	0,022	0,014
2	3,30E-06	0,050	3,777E-05	3,777E-05	0,032	0,020
3	7,44E-06	0,056	1,317E-04	1,317E-04	0,044	0,028
4	7,00E-05	0,168	1,015E-01	1,015E-01	0,232	0,147
5	1,76E-04	0,264	1,571E+00	1,571E+00	0,461	0,292
6	6,01E-06	0,050	6,878E-05	6,878E-05	0,037	0,024
7	1,20E-05	0,058	2,470E-04	2,470E-04	0,052	0,033
8	6,17E-05	0,105	1,373E-02	1,373E-02	0,141	0,089
9	1,41E-04	0,145	1,148E-01	1,148E-01	0,240	0,152
10	6,72E-05	0,097	1,104E-02	1,104E-02	0,133	0,085
11	8,09E-05	0,131	4,327E-02	4,327E-02	0,188	0,119
12	1,23E-04	0,227	5,947E-01	5,947E-01	0,362	0,229
13	1,62E-04	0,226	7,717E-01	7,717E-01	0,386	0,245
14	1,93E-04	0,292	2,567E+00	2,567E+00	0,521	0,330
15	1,68E-04	0,460	1,370E+01	1,370E+01	0,792	0,502

Çizelge G. 6: Plak Sistem-4, 6.adıma ait enkesit yükseklikleri.

Kesit No	SAP 2000 değerleri (S)	Eski hv değerleri (m)	S*V*D	S*V*D/A	h değerleri (m)	hv değerleri (m)
1	7,92E-07	0,050	9,065E-06	9,065E-06	0,024	0,015
2	3,15E-06	0,050	3,601E-05	3,601E-05	0,033	0,021
3	5,06E-06	0,050	5,792E-05	5,792E-05	0,037	0,023
4	4,10E-05	0,147	3,539E-02	3,539E-02	0,186	0,116
5	1,44E-04	0,292	1,927E+00	1,927E+00	0,506	0,315
6	5,56E-06	0,050	6,366E-05	6,366E-05	0,038	0,024
7	9,12E-06	0,050	1,044E-04	1,044E-04	0,043	0,027
8	4,67E-05	0,089	5,446E-03	5,446E-03	0,117	0,073
9	1,48E-04	0,152	1,442E-01	1,442E-01	0,265	0,165
10	5,63E-05	0,085	5,284E-03	5,284E-03	0,116	0,072
11	6,72E-05	0,119	2,474E-02	2,474E-02	0,170	0,106
12	1,39E-04	0,229	7,020E-01	7,020E-01	0,393	0,245
13	1,04E-04	0,245	6,851E-01	6,851E-01	0,391	0,244
14	1,31E-04	0,330	2,861E+00	2,861E+00	0,559	0,348
15	1,18E-04	0,502	1,375E+01	1,375E+01	0,828	0,516

Çizelge G. 7: Plak Sistem-4, 7.adıma ait enkesit yükseklikleri.

Kesit No	SAP 2000 değerleri (S)	Eski hv değerleri (m)	S*V*D	S*V*D/A	h değerleri (m)	hv değerleri (m)
1	6,92E-07	0,050	7,919E-06	7,919E-06	0,023	0,015
2	2,78E-06	0,050	3,185E-05	3,185E-05	0,033	0,021
3	4,36E-06	0,050	4,986E-05	4,986E-05	0,037	0,023
4	2,32E-05	0,116	7,727E-03	7,727E-03	0,130	0,082
5	1,27E-04	0,315	2,299E+00	2,299E+00	0,538	0,340
6	4,36E-06	0,050	4,987E-05	4,987E-05	0,037	0,023
7	7,35E-06	0,050	8,415E-05	8,415E-05	0,042	0,026
8	2,57E-05	0,073	1,316E-03	1,316E-03	0,083	0,053
9	1,36E-04	0,165	1,850E-01	1,850E-01	0,286	0,181
10	4,08E-05	0,072	2,030E-03	2,030E-03	0,093	0,059
11	4,59E-05	0,106	1,069E-02	1,069E-02	0,140	0,089
12	1,20E-04	0,245	7,911E-01	7,911E-01	0,412	0,260
13	8,67E-05	0,244	5,591E-01	5,591E-01	0,378	0,239
14	1,16E-04	0,348	3,120E+00	3,120E+00	0,581	0,367
15	1,05E-04	0,516	1,358E+01	1,358E+01	0,838	0,530

Çizelge G. 8: Plak Sistem-4, 8.adıma ait enkesit yükseklikleri.

Kesit No	SAP 2000 değerleri (S)	Eski hv değerleri (m)	S*V*D	S*V*D/A	h değerleri (m)	hv değerleri (m)
1	5,45E-07	0,050	6,240E-06	6,240E-06	0,023	0,014
2	2,28E-06	0,050	2,606E-05	2,606E-05	0,032	0,021
3	3,62E-06	0,050	4,148E-05	4,148E-05	0,036	0,023
4	1,04E-05	0,082	8,580E-04	8,580E-04	0,077	0,049
5	1,07E-04	0,340	2,609E+00	2,609E+00	0,575	0,365
6	3,13E-06	0,050	3,581E-05	3,581E-05	0,035	0,022
7	5,39E-06	0,050	6,172E-05	6,172E-05	0,040	0,025
8	9,95E-06	0,053	1,392E-04	1,392E-04	0,049	0,031
9	1,19E-04	0,181	2,336E-01	2,336E-01	0,315	0,200
10	2,60E-05	0,059	5,608E-04	5,608E-04	0,070	0,044
11	2,72E-05	0,089	3,090E-03	3,090E-03	0,107	0,068
12	9,94E-05	0,260	8,363E-01	8,363E-01	0,433	0,274
13	7,02E-05	0,239	4,171E-01	4,171E-01	0,364	0,231
14	1,01E-04	0,367	3,358E+00	3,358E+00	0,613	0,389
15	9,33E-05	0,530	1,348E+01	1,348E+01	0,867	0,550

Çizelge G. 9: Plak Sistem-4, 9.adıma ait enkesit yükseklikleri.

Kesit No	SAP 2000 değerleri (S)	Eski hv değerleri (m)	S*V*D	S*V*D/A	h değerleri (m)	hv değerleri (m)
1	3,70E-07	0,050	4,239E-06	4,239E-06	0,021	0,013
2	1,56E-06	0,050	1,788E-05	1,788E-05	0,031	0,019
3	3,03E-06	0,050	3,465E-05	3,465E-05	0,036	0,023
4	3,65E-06	0,050	4,178E-05	4,178E-05	0,038	0,024
5	8,83E-05	0,365	2,864E+00	2,864E+00	0,614	0,386
6	2,10E-06	0,050	2,406E-05	2,406E-05	0,033	0,021
7	2,65E-06	0,050	3,028E-05	3,028E-05	0,035	0,022
8	4,79E-06	0,050	5,480E-05	5,480E-05	0,041	0,026
9	9,51E-05	0,200	2,760E-01	2,760E-01	0,342	0,215
10	1,58E-05	0,050	1,804E-04	1,804E-04	0,055	0,034
11	1,36E-05	0,068	5,219E-04	5,219E-04	0,071	0,045
12	7,90E-05	0,274	8,208E-01	8,208E-01	0,449	0,283
13	5,31E-05	0,231	2,752E-01	2,752E-01	0,342	0,215
14	8,51E-05	0,389	3,550E+00	3,550E+00	0,648	0,408
15	7,99E-05	0,550	1,338E+01	1,338E+01	0,903	0,568

Çizelge G. 10: Plak Sistem-4, 10.adıma ait enkesit yükseklikleri.

Kesit No	SAP 2000 değerleri (S)	Eski hv değerleri (m)	S*V*D	S*V*D/A	h değerleri (m)	hv değerleri (m)
1	2,12E-07	0,050	2,429E-06	2,429E-06	0,019	0,012
2	9,46E-07	0,050	1,082E-05	1,082E-05	0,028	0,017
3	1,94E-06	0,050	2,222E-05	2,222E-05	0,033	0,021
4	2,43E-06	0,050	2,783E-05	2,783E-05	0,035	0,022
5	7,47E-05	0,386	3,043E+00	3,043E+00	0,638	0,398
6	1,43E-06	0,050	1,632E-05	1,632E-05	0,031	0,019
7	1,84E-06	0,050	2,102E-05	2,102E-05	0,033	0,020
8	3,80E-06	0,050	4,346E-05	4,346E-05	0,039	0,024
9	8,07E-05	0,215	3,169E-01	3,169E-01	0,363	0,226
10	1,27E-05	0,050	1,457E-04	1,457E-04	0,053	0,033
11	7,01E-06	0,050	8,022E-05	8,022E-05	0,046	0,029
12	6,56E-05	0,283	7,661E-01	7,661E-01	0,452	0,282
13	3,94E-05	0,215	1,543E-01	1,543E-01	0,303	0,189
14	7,39E-05	0,408	3,733E+00	3,733E+00	0,672	0,419
15	7,02E-05	0,568	1,337E+01	1,337E+01	0,924	0,577

Çizelge G. 11: Plak Sistem-4, 11.adıma ait enkesit yükseklikleri.

Kesit No	SAP 2000 değerleri (S)	Eski hv değerleri (m)	S*V*D	S*V*D/A	h değerleri (m)	hv değerleri (m)
1	1,83E-07	0,050	2,096E-06	2,096E-06	0,019	0,012
2	8,16E-07	0,050	9,342E-06	9,342E-06	0,027	0,017
3	1,67E-06	0,050	1,912E-05	1,912E-05	0,033	0,020
4	2,10E-06	0,050	2,406E-05	2,406E-05	0,035	0,021
5	6,97E-05	0,398	3,216E+00	3,216E+00	0,665	0,407
6	1,24E-06	0,050	1,424E-05	1,424E-05	0,030	0,019
7	1,62E-06	0,050	1,854E-05	1,854E-05	0,033	0,020
8	3,30E-06	0,050	3,781E-05	3,781E-05	0,039	0,024
9	7,50E-05	0,226	3,604E-01	3,604E-01	0,385	0,235
10	1,10E-05	0,050	1,263E-04	1,263E-04	0,053	0,032
11	6,17E-06	0,050	7,066E-05	7,066E-05	0,046	0,028
12	6,05E-05	0,282	7,022E-01	7,022E-01	0,454	0,278
13	2,92E-05	0,189	6,819E-02	6,819E-02	0,254	0,155
14	6,87E-05	0,419	3,888E+00	3,888E+00	0,697	0,426
15	6,59E-05	0,577	1,336E+01	1,336E+01	0,949	0,581

Çizelge G. 12: Plak Sistem-4, 12.adıma ait enkesit yükseklikleri.

Kesit No	SAP 2000 değerleri (S)	Eski hv değerleri (m)	S*V*D	S*V*D/A	h değerleri (m)	hv değerleri (m)
1	1,58E-07	0,050	1,812E-06	1,812E-06	0,018	0,011
2	7,14E-07	0,050	8,167E-06	8,167E-06	0,027	0,016
3	1,48E-06	0,050	1,690E-05	1,690E-05	0,032	0,020
4	1,88E-06	0,050	2,157E-05	2,157E-05	0,034	0,021
5	6,73E-05	0,407	3,371E+00	3,371E+00	0,672	0,415
6	1,10E-06	0,050	1,258E-05	1,258E-05	0,030	0,018
7	1,46E-06	0,050	1,672E-05	1,672E-05	0,032	0,020
8	2,97E-06	0,050	3,395E-05	3,395E-05	0,038	0,023
9	7,28E-05	0,235	4,089E-01	4,089E-01	0,397	0,245
10	9,12E-06	0,050	1,044E-04	1,044E-04	0,050	0,031
11	5,44E-06	0,050	6,225E-05	6,225E-05	0,044	0,027
12	5,78E-05	0,278	6,330E-01	6,330E-01	0,443	0,273
13	2,02E-05	0,155	2,144E-02	2,144E-02	0,190	0,117
14	6,59E-05	0,426	3,990E+00	3,990E+00	0,701	0,433
15	6,40E-05	0,581	1,333E+01	1,333E+01	0,948	0,585

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Merve KAYA

Doğum Yeri ve Tarihi: İZMİT-11.11.1987

Adres: İzmit/KOCAELİ

E-Posta: mmerve.kayaa@gmail.com

Lisans: Kocaeli Üniversitesi-2009