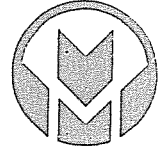


ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
MÜHENDİSLİK - MİMARLIK FAKÜLTESİ  
DERGİSİ



ÇUKUROVA UNIVERSITY  
JOURNAL OF THE FACULTY OF ENGINEERING AND ARCHITECTURE

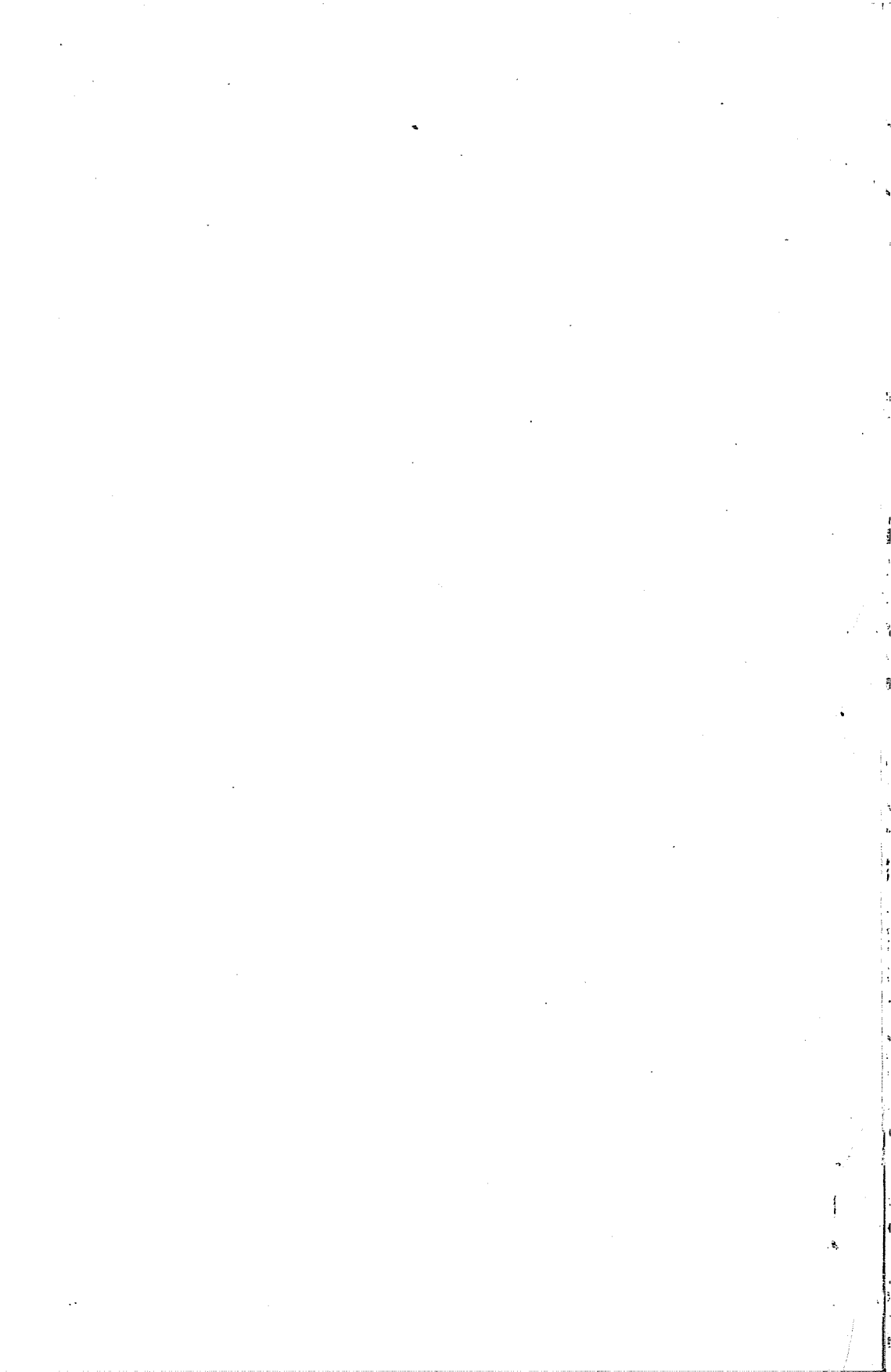
CİLT 2  
VOL

SAYI 1  
NO

ARALIK 1987  
DECEMBER

İÇİNDEKİLER  
(CONTENTS)

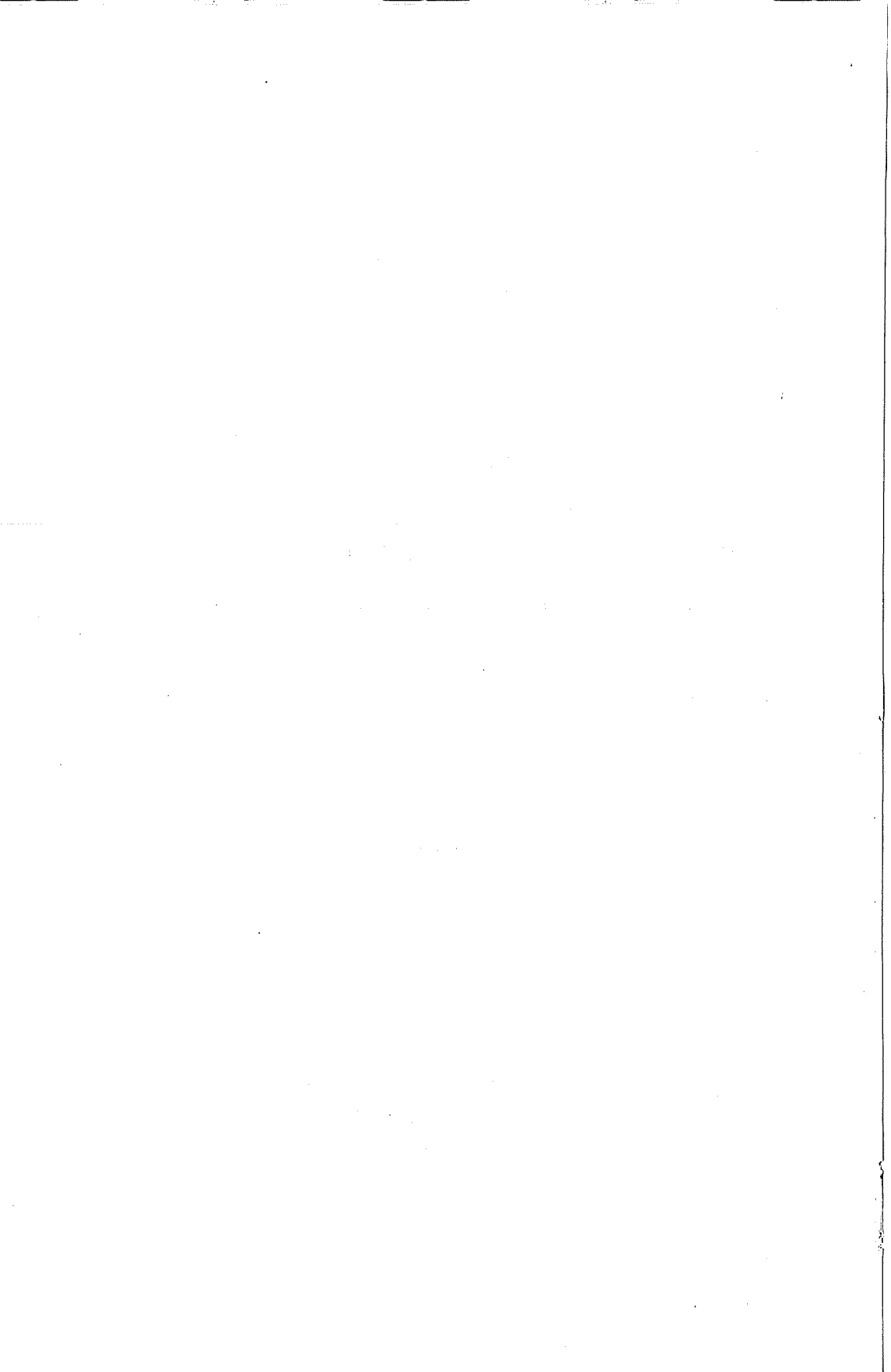
- Değişken kesitli elemanlardan oluşan düzlem çerçevelerin bilgisayar ile hesabı  
A computer program for the solution of frames with bar elements of variable cross sections.....Erhan KIRAL, İbrahim AKGÜNLER 7
- Düzlemsel yapı sistemlerinin stabilitesi ve nonlineer analizi  
Nonlinear analysis and stability of planar frames.....Orhan AKSOĞAN 19
- Bilgisayar ile boru ağı hesabı  
Pipe network analysis by computer..... M.Şalih KIRKGÖZ 29
- Eğik eğilmeye maruz kolonların bilgisayar ile tasarımı  
Computer aided ultimate strength design of columns subject to biaxial bending.....Cengiz DÜNDAR 39
- Adana baseninde kuaterner jeolojisinin ekonomik önemi  
Economical importance of the Quaternary geology in the Adana basin .....Ahmet ACAR 49
- Yeni maden yasası ve madencilerin yükümlülükleri  
The new mining law and responsibilites of miners.....Mesut ANIL 61
- Yüzme havuzu filtrasyon malzemesi seçimi ve bir örnek: Ç.Ü. Özdemir Sabancı Kapalı Yüzme Havuzu  
Selection of filtering material for swimming pool and an example Ç.Ü. Özdemir Sabancı natatorium .....Cengiz YETİŞ 75
- Zeolitlerin özellikleri ve endüstride kullanım alanları  
Properties of zeolites and their utilization in industry.....Fikret İŞLER 87
- Doğu Akdeniz krom madenciliği ve sorunları  
The chromium mining and its problems in the east mediterranean region.....Mesut ANIL 99
- Adana kuzeyinin jeolojisi ve şehir merkezinin bazı temel sorunlarına ilişik gözlemler  
The geology of northern part of the Adana and some observations on the major problems of the city center.....Cengiz YETİŞ 115
- Atık ısı ile soğutma yöntemleri  
Refrigeration methods with rejected head.....  
.....Tuncay YILMAZ, Kadir AYDIN 125
- Güneş kolektörlerinde yeni gelişmeler  
The new developments on solar collectors  
.....Tuncay YILMAZ, Kadir AYDIN 135
- Karşıt döner silindirik yarfıstığı temizleme ve sınıflandırma makinası tasarımı  
Design of an oppositely rotating cylindrical sieve for peanut cleaning and grading.....İ.Deniz AKÇALI, Necdet GEREN 145
- Yarfıstığı iç ayırma makinası  
A machine for separating peanut hulls and kernels  
.....İ.Deniz AKÇALI, Selçuk MISTIKOĞLU 155



Derginin bu sayısında yayınlanan makaleler, 22-26 Haziran 1987 tarihleri arasında düzenlenen, Fakültemiz Seminer Haftası içinde sunulan bildirilerden olmaktadır.

Derginin bu sayısında yayınlanan makaleler, 22-26 Haziran 1987 tarihleri arasında düzenlenen, Fakültemiz Seminer Haftası içinde sunulan bildirilerden oluşmaktadır.

1. The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions and activities. It emphasizes that this is essential for ensuring transparency and accountability in the organization's operations.





ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
MÜHENDİSLİK - MİMARLIK FAKÜLTESİ  
DERGİSİ



ÇUKUROVA UNIVERSITY  
JOURNAL OF THE FACULTY OF ENGINEERING AND ARCHITECTURE

CİLT 2  
VOL 2

SAYI 1  
NO 1

ARALIK 1987  
DECEMBER 1987

İÇİNDEKİLER  
(CONTENTS)

Değişken kesitli elemanlardan oluşan düzlem çerçevelerin bilgisayar ile hesabı A computer program for the solution of frames with bar elements of variable cross sections.....Erhan KIRAL, İbrahim AKGÜNLER	7
Düzlemsel yapı sistemlerinin stabilitesi ve nonlineer analizi Nonlinear analysis and stability of planar frames.....Orhan AKSOĞAN	19
Bilgisayar ile boru ağı hesabı Pipe network analysis by computer.....M.Salih KIRKÇÖZ	29
Eğik eğilmeye maruz kolonların bilgisayar ile tasarımı Computer aided ultimate strength design of columns subject to biaxial bending.....Cengiz DÜNDAR	39
Adana baseninde kuaterner jeolojisinin ekonomik önemi Economical importance of the Quaternary geology in the Adana basin .....Ahmet ACAR	49
Yeni maden yasası ve madencilerin yükümlülükleri The new mining law and responsibilities of miners.....Mesut ANIL	61
Yüzme havuzu filtrasyon malzemesi seçimi ve bir örnek: Ç.Ü. Özdemir Sabancı Kapalı Yüzme Havuzu Selection of filtering material for swimming pool and an example Ç.Ü. Özdemir Sabancı natatorium .....Cengiz YETİŞ	75
Zeolitlerin özellikleri ve endüstride kullanım alanları Properties of zeolites and their utilization in industry.....Fikret İŞLER	87
Doğu Akdeniz krom madenciliği ve sorunları The chromium mining and its problems in the east mediterranean region.....Mesut ANIL	99
Adana kuzeyinin jeolojisi ve şehir merkezinin bazı temel sorunlarına ilişik gözlemler The geology of northern part of the Adana and some observations on the major problems of the city center.....Cengiz YETİŞ	115
Atık ısı ile soğutma yöntemleri Refrigeration methods with rejected head..... .....Tuncay YILMAZ, Kadir AYDIN	125
Güneş kolektörlerinde yeni gelişmeler The new developments on solar collectors .....Tuncay YILMAZ, Kadir AYDIN	135
Karşıt döner silindrikl yerfıstığı temizleme ve sınıflandırma makinası tasarımı Design of an oppositely rotating cylindrical sieve for peanut cleaning and grading.....İ.Deniz AKÇALI, Necdet GEREN	145
Yerfıstığı iç ayırma makinası A machine for separating peanut hulls and kernels .....İ.Deniz AKÇALI, Selçuk MISTIKOĞLU	155



Faint header text, possibly a title or date.

First main paragraph of text, starting with a capital letter.

Second main paragraph of text, continuing the narrative.

Third main paragraph of text, possibly containing a list or specific details.

Fourth main paragraph of text, further development of the subject.

Fifth main paragraph of text, approaching the end of the section.

Sixth main paragraph of text, concluding the main body.

Final paragraph of text, possibly a summary or closing statement.

Page number and footer information at the bottom of the page.



DEĞİŞKEN KESİTLİ ELEMANLARDAN OLUŞAN  
DÜZLEM ÇERÇEVELERİN BİLGİSAYAR İLE HESABI

Erhan KIRAL (\*)

İbrahim AKGÜNLER (\*\*)

## ÖZET

Bu çalışmada, değişken kesitli çubuk elemanlarından oluşan düzlemsel çerçevelerin, düzlemi içinde statik yükler altında, kesit tesirlerini hesaplayan bir bilgisayar programı geliştirilmiştir. Araştırma daha önce üniform kesitler için hazırlanmış program üzerine dayandırılmaktadır. Değişken kesit olması halinde birim deplasman sabitleri ve ankastrelilik uç kuvvetlerinin hesabı özellik arz etmektedir. Sayısal integral alma işleminde Simpson yöntemi uygulanmaktadır. Ara yükler için sadece üniform ve tekil yükler göz önüne alınmıştır.

A COMPUTER PROGRAM FOR THE SOLUTION OF  
FRAMES WITH BAR ELEMENTS OF VARIABLE CROSS-SECTIONS

## ABSTRACT

In this study, planar frames having bar elements with variable cross-sections, under statical loading in its plane, have been considered and a computer program was developed. This study was heavily based on the program developed previously for bar elements with uniform cross-sections. As for the elements with variable cross-sections, calculation of the element stiffness matrices and fixed end moments presents

---

(\*) Ç.Ü.Müh.Mim.Fak.İnşaat Müh.Böl., Adana

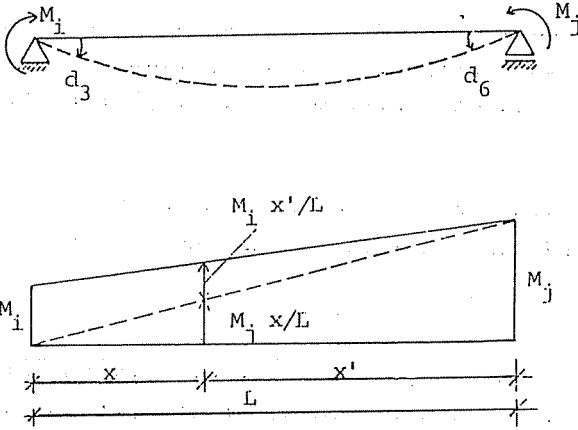
(\*\*) Ç.Ü.Osmaniye Meslek Yük.Okulu, Adana

certain difficulties. In the evaluation of numerical integrals Simpson's 1/3 method has been adopted. For intermediate loads only uniform and single point loading have been considered.

Uniform kesitli elemanlar için düzlemi içinde yüklenmiş halde eleman rijitlik matrisleri [1] de verilmektedir. Kesitin değişken olması halinde eleman rijitlik matrisleri ile ankastrelik uç kuvvetlerinin ayrıca hesaplanması ve çerçeve programının buna göre düzenlenmesi gerekmektedir.

### 1. ELEMAN RİJİTLİK MATRİSLERİNİN TAYİNİ

L boyunda i, j basit kirisini ele alalım. Bunun i ve j uçlarına  $M_i$  ve  $M_j$  momentlerini Şekil 1 deki gibi uygulayalım.



Şekil 1. Uçlarından moment uygulanan basit kiriş elemanı x kesitindeki eğilme moment.

$$M(x) = \frac{x'}{L} M_i + \frac{x}{L} M_j \quad (1)$$

olur.  $d_3$  ve  $d_6$  dönmelerini Mohr moment alanı yöntemini uygulayarak hesaplayalım. Fiktif kiriş yine basit kiriş

olup  $M/EI$  diyagramını fiktif yük olarak yukarıdan aşağıya uygulayacağız.  $i$  mesnetindeki tepki kuvveti  $-d_3$ 'ü ve  $j$  ucundaki tepkide  $d_6$  dönmesini verecektir. Buna göre

$$-d_3 = M_i \alpha_1 + M_j \alpha_3 \quad (2)$$

$$d_6 = M_i \alpha_3 + M_j \alpha_2$$

yazılabilir. Burağa

$$\alpha_1 = \frac{1}{L^2} \int_0^L \frac{x'^2 dx}{EI(x)} = \frac{L}{EI_0} c_1$$

$$\alpha_2 = \frac{1}{L^2} \int_0^L \frac{x^2 dx}{EI(x)} = \frac{L}{EI_0} c_2$$

$$\alpha_3 = \frac{1}{L^2} \int_0^L \frac{x x'}{EI(x)} = \frac{L}{EI_0} c_3$$
(3)

şeklinde tarif edilmektedir.  $I_0$ , kesitteki en küçük atalet momenti olarak seçilmektedir.  $d_3 = 1$  ;  $d_6 = 0$  seçilirse uç momentleri  $M_i = -k_{33}$  ve  $M_j = k_{63}$  olacağından (2) denklemi

$$-1 = -k_{33} c_1 + k_{63} c_3 \quad (4)$$

$$0 = -k_{33} c_3 + k_{63} c_2$$

şeklini alır. Buradan, eleman rijitlik matrisinin iki bileşeni

$$k_{33} = \alpha_2 / (\alpha_1 \alpha_2 - \alpha_3^2) = \frac{EI_0}{L} \text{ ml1} \quad (5)$$

$$k_{63} = \alpha_3 / (\alpha_1 \alpha_2 - \alpha_3^2) = \frac{EI_0}{L} \text{ ml2}$$

bulunur. Burada ml1, ml2 boyutsuz olarak

$$m_{11} = c_2 / (c_1 c_2 - c_3^2)$$

$$m_{12} = c_3 / (c_1 c_2 - c_3^2) \quad (6)$$

şeklinde tarif edilmektedir. Diğer taraftan;  $d_3 = 0$ ,  $d_6 = 1$  seçilirse uç momentleri  $M_1 = -k_{36}$  ve  $M_j = k_{66}$  olacaktır (2) denklemi

$$0 = -k_{36} c_2 + k_{66} c_3 \quad (7)$$

$$1 = -k_{36} c_3 + k_{66} c_1$$

şeklini alır. Buradan

$$k_{66} = \alpha_1 / (\alpha_1 \alpha_2 - \alpha_3^2) = \frac{EI_0}{L} m_{22} \quad (8)$$

$$k_{36} = \alpha_3 / (\alpha_1 \alpha_2 - \alpha_3^2) = k_{63}$$

bulunur. Burada

$$m_{22} = c_1 / (c_1 c_2 - c_3^2) \quad (9)$$

olarak tarif edilmektedir.

$k_{11}$  ve  $k_{44}$  bileşenlerini bulmak için aynı basit kirişe  $N_i = N_j$  aksenal kuvvetlerini uygulayalım. Eksen boyunca birim uzama  $d_1 = 1$  ve diğer deplasmanların sıfır olması halinde  $N = k_{11}$  olacaktır

$$1 = \int_0^L \frac{k_{11}}{EA} dx = k_{11} \int_0^L \frac{dx}{EA}$$

ve buradan

$$k_{11} = 1 / \int_0^L \frac{dx}{EA} = -k_{41} \quad (10)$$

bulunur.

(3) ifadesindeki integraller yardımı ile  $c_1, c_2, c_3$  ve buradan  $k_{33}, k_{66}, k_{63}, k_{36}$  hesaplanır. Eleman rijitlik matrisinin diğer bileşenleri denge denklemleri ve Betti karşılık teoremi ( $k_{ij} = k_{ji}$ ) yardımı ile bulunur.

Böylece eleman rijitlik matrisinin diğer tüm bileşenleri sadece  $k_{33}, k_{66}$  ve  $k_{36}$  cinsinden elde edilmektedir. Eleman rijitlik denklemi aşağıda gösterilmektedir.

$$\begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \\ P_3 \\ P_4 \\ P_5 \\ P_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} k_{11} & 0 & 0 & k_{14} & 0 & 0 \\ 0 & k_{22} & k_{23} & 0 & k_{25} & k_{26} \\ 0 & k_{32} & k_{33} & 0 & k_{35} & k_{36} \\ k_{41} & 0 & 0 & k_{44} & 0 & 0 \\ 0 & k_{52} & k_{53} & 0 & k_{55} & k_{56} \\ 0 & k_{62} & k_{63} & 0 & k_{65} & k_{66} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \\ d_4 \\ d_5 \\ d_6 \end{bmatrix}$$

Burada,

$$k_{33} = \frac{EI_0}{L} m_{11}, \quad k_{66} = \frac{EI_0}{L} m_{22}, \quad k_{36} = k_{63} = \frac{EI_0}{L} m_{12}$$

$$k_{23} = \frac{EI_0}{L^2} (m_{11} + m_{12}) = -k_{53} = -k_{35} = k_{32}$$

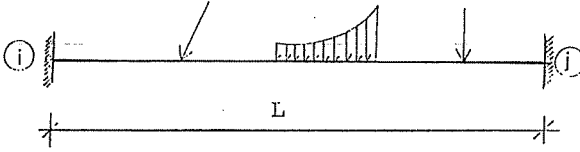
$$k_{22} = \frac{EI_0}{L^3} (m_{11} + 2m_{12} + m_{22}) = -k_{52} = -k_{25} = k_{55}$$

$$k_{26} = \frac{EI}{L^2} (m_{12} + m_{22}) = -k_{56} = -k_{65} = k_{62} \quad (11)$$

şeklinde tariflenmektedir.

## 2. ANKASTRELİK UÇ KUVVETLERİNİN TAYINI

Çubuk deformasyonları sıfır kabul edildiğinden bu durum iki ucu ankastre kirişe karşılık gelmektedir (Şekil 6).



Şekil 6

Bu halde ankastrelik uç kuvvetleri üç ayrı basit kiriş yüklenmesinin süperpozisyonu ile elde edilecektir.



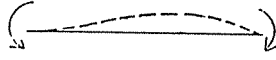
Durum 1 :

Açılar	:	$\theta_i^0$	$\theta_j^0$	(a)
uç momentleri	:	0	0	

Durum 2 :

Açılar	:	$-\theta_i^0$	0	(b)
uç momentleri	:	$-k_{33} \theta_i^0$	$-k_{63} \theta_i^0$	

Durum 3 :



(c)

$$\begin{array}{lcl} \text{Açılar} & : & 0 \quad - \theta_j^0 \\ \text{uç momentleri} & : & - k_{63} \theta_j^0 \quad - k_{66} \theta_j^0 \end{array}$$

Şekil 7 Anksatrelik uç kuvvetleri için  
süperpozisyon durumu

sonuçta  $\theta_i = 0$ ,  $\theta_j = 0$  olduğundan süperpozisyon ile elde edilen uç momentleri ankastre kirişe ait olur. Böylece

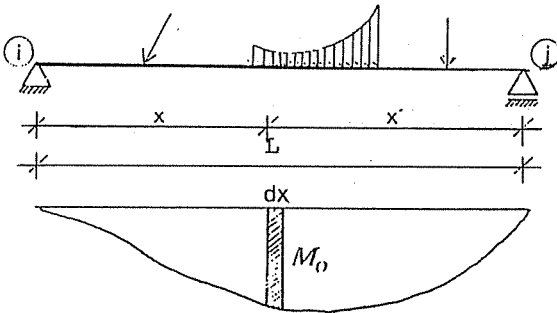
$$M_i = - k_{33} \theta_i^0 - k_{63} \theta_j^0 \quad (12)$$

$$M_j = - k_{63} \theta_i^0 - k_{66} \theta_j^0$$

bulunur. Burada  $\theta_i^0$  ve  $\theta_j^0$  basit kirişin i ve j uçlarında dış kuvvetlerden meydana gelen dönmeleri göstermektedir. Uç kesme kuvvetleri  $\tau_i$  ve  $\tau_j$ , uç momentlerine bağlı olarak denge denklemlerinden bulunur.

Basit Kirişte  $\theta_i^0$  ve  $\theta_j^0$  nin Hesabı

$M_0(x)$ , basit kirişte x noktasındaki eğilme momentini gösterdiğine göre, Mohr moment alan yöntemi uygulanırsa (bak.Şekil 8)



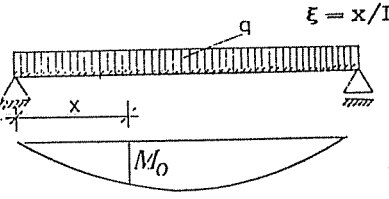
Şekil 8

$$\theta_i^0 = -\frac{1}{L} \int_{x=0}^L \frac{M_0 x'}{EI(x)} dx \quad (13)$$

$$\theta_j^0 = \frac{1}{L} \int_{x=0}^L \frac{M_0 x}{EI(x)} dx$$

elde edilir.  $M_0(x)$  moment dağılımı, üniform ve tekil yük hali için aşağıda ayrı ayrı verilmektedir.

### Üniform Yük Hali



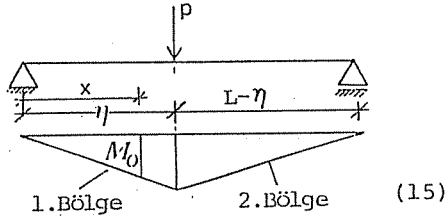
$$M_0(x) = \frac{qL^2}{2} \left[ \frac{x}{L} - \left(\frac{x}{L}\right)^2 \right] \quad (14)$$

$$= \frac{qL^2}{2} (\xi - \xi^2)$$

### Tekil Yük Hali

1. Bölgede

$$M_0(x) = PL(1-\eta)\xi$$



2. Bölgede

$$M_0(x) = PL\eta(1-\xi) \quad (16)$$

(3) ve (13) integralleri hesaplanırken atalet momentinin değişimi göz önüne alınacaktır.

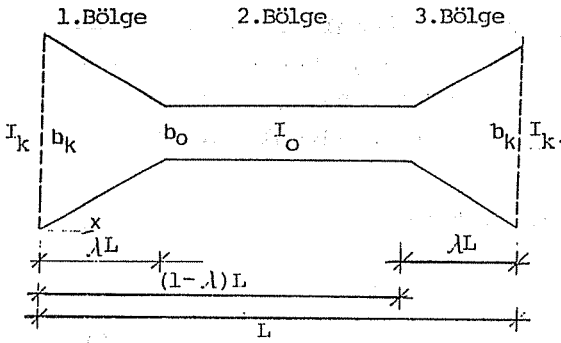
### Yükseklik Sabit Genişlik Doğrusal Değişiyor

$$1. \text{ Bölgede} \quad I = I_k \left[ \frac{(n-1)}{\lambda} \xi + 1 \right] \quad (17)$$

$$2. \text{ Bölgede} \quad I = I_0$$

$$3. \text{ Bölgede} \quad I = I_k \left[ \frac{(n-1)}{\lambda} (1-\xi) + 1 \right]$$

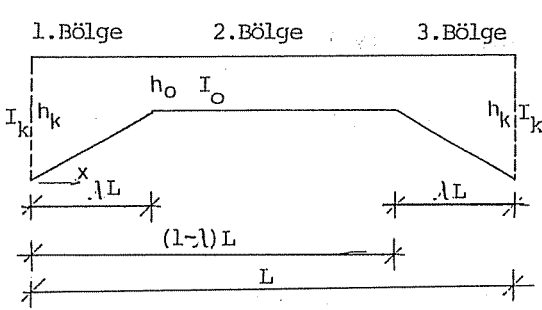




$$\xi = \frac{x}{L}$$

$$n = I_O / I_k$$

### Genişlik Sabit Yükseklik Doğrusal Değişiyor



$$\xi = \frac{x}{L}$$

$$n = I_O / I_k$$

(18)

$$1. \text{ Bölgede} : I = I_k \left[ \frac{\sqrt[3]{n} - 1}{\lambda} \xi + 1 \right]^3$$

$$2. \text{ Bölgede} : I = I_O$$

$$3. \text{ Bölgede} : I = I_k \left[ \frac{\sqrt[3]{n} - 1}{\lambda} (1 - \xi) + 1 \right]^3$$

Sağ tek basamak, genişlik ve yüksekliğin doğrusal değişimi ile simetrik basamak ve yine genişlik ve yüksekliğin doğrusal değişimi halleri için bilgisayar programları hazırlanmıştır. Uniform yayılı veya tekil kuvvet yük durumlarına göre guse mesafesi, yükün yeri ve  $I_O / I_k$  oranı için  $c_1, c_2, c_3, k_{33}, k_{66}, k_{36}, a_1 = \theta_i^0, a_2 = \theta_j^0, M_i, M_j$  değerleri elde edilmektedir. İntegrasyon için simson yöntemi uygulanmıştır.

Düzlem çerçeve programı içinde değişken kesitli

elamanın rijitlik matrisinden, sistem rijitlik matrisine geçilecektir. Ayrıca düğüm deplasmanları hesaplandıktan sonra çubuk uç kuvvetleri değişken kesitli çubuklar için değişiklik arz etmektedir. Bu işlemler için programın ilgili satırları yeniden düzenlenmiştir.

Özel Hal : Uniform kesitli kirişi

$$c_1 = c_2 = \frac{1}{3} L / EI_0 \quad , \quad c_3 = \frac{1}{6} L / EI_0 \quad (19)$$

$$m_{11} = m_{22} = 4 \quad ; \quad m_{12} = 2$$

$$k_{33} = k_{66} = 4 EI_0 / L \quad ; \quad k_{36} = 2 EI_0 / L$$

Uniform yük için (yukarıdan aşağıya)

$$\theta_i^0 = -\frac{1}{24} q L^3 / EI_0 = -\theta_j^0 \quad ; \quad a_1 = 1/24 \quad (20)$$

$$M_i^1 = \frac{1}{12} q L^2 = -M_j$$

Ortadan tekil yük için (yukarıdan aşağıya)

$$\theta_i^0 = -\frac{1}{16} p L^2 / EI_0 = -\theta_j^0 \quad ; \quad a_1 = 1/16$$

$$M_i^1 = \frac{1}{8} p L = -M_j \quad (21)$$

bulunur.

#### ÖRNEK PROBLEMLER

Bu kısımda referans kolaylığı bakımından literatürde mevcut bazı örnekler ele alınarak verilen bilgisayar programının kullanılışı açıklanmıştır.

ÖRNEK 1 (CAKIROBLU-DETMELI,CILT II,SAYFA 26)  
DUZLEMI ICINDE YUKLU CERÇEVE

ELEMAN SAYISI= 4  
DEPLASMAN SAYISI= 5  
ELASTISITE SABITI E= 1

ELEMAN NOSU	ELEMAN BOYU
1	10
2	15
3	6
4	6

ELEMANIN ATALET MOMENTLERI

I( 1 )= 2  
I( 2 )= 4  
I( 3 )= 1  
I( 4 )= 2

ELEMANIN KESIT ALANLARI

A( 1 )= 1  
A( 2 )= 1  
A( 3 )= 1  
A( 4 )= 1

ELEMAN KOD NO'LARI

1 INCI ELEMAN

KOD( 1 1 )= 1  
KOD( 1 2 )= 0  
KOD( 1 3 )= 2  
KOD( 1 4 )= 1  
KOD( 1 5 )= 0  
KOD( 1 6 )= 3

2 INCI ELEMAN

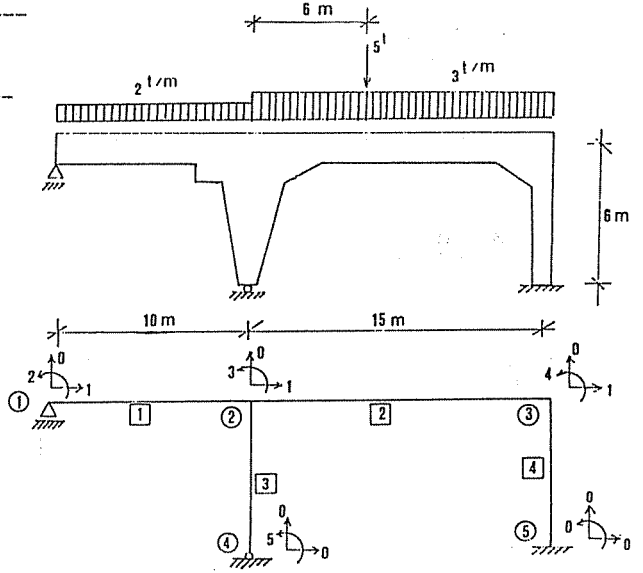
KOD( 2 1 )= 1  
KOD( 2 2 )= 0  
KOD( 2 3 )= 3  
KOD( 2 4 )= 1  
KOD( 2 5 )= 0  
KOD( 2 6 )= 4

3 INCI ELEMAN

KOD( 3 1 )= 0  
KOD( 3 2 )= 0  
KOD( 3 3 )= 5  
KOD( 3 4 )= 1  
KOD( 3 5 )= 0  
KOD( 3 6 )= 3

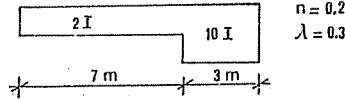
4 INCI ELEMAN

KOD( 4 1 )= 0  
KOD( 4 2 )= 0  
KOD( 4 3 )= 0  
KOD( 4 4 )= 1  
KOD( 4 5 )= 0  
KOD( 4 6 )= 4

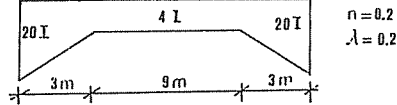


# 1 INCI YUKLEME ICIN ANKASTRELİK UC KUVVETLERİNİN HESABI

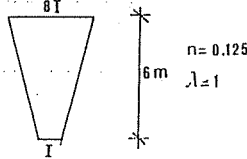
1 inci eleman  
f1= 0  
f2=-8.50221094  
f3=-12.3068566  
f4= 0  
f5=-11.4977891  
f6= 27.2847473  
2 inci eleman



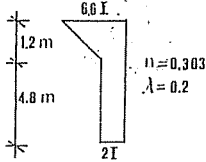
f1= 0  
f2=-25.8718728  
f3=-78.7163376  
f4= 0  
f5=-24.1281271  
f6= 73.1382449  
3 inci eleman



f1= 0  
f2= 0  
f3= 0  
f4= 0  
f5= 0  
f6= 0  
4 inci eleman



f1= 0  
f2= 0  
f3= 0  
f4= 0  
f5= 0  
f6= 0



## TOPLAM UC KUVVETLERİ

YUKLEME NO'SU 1

1 INCI ELEMEN

MIJ= 0 MJI=-50.843  
TIJ= 4.915 TJI= 15.084 NJ= 0  
2 INCI ELEMEN

MIJ= 92.79 MJI=-33.016  
TIJ= 29.485 TJI= 20.514 NJ= 0  
3 INCI ELEMEN

MIJ= 0 MJI=-41.949  
TIJ=-6.992 TJI= 6.991 NJ= 0  
4 INCI ELEMEN

MIJ= 8.933 MJI= 33.015  
TIJ= 6.991 TJI=-6.992 NJ= 0

Xmax (i ucundan)= 2.45786056  
1 INCI ELEMENİN MAX ACIKLIK MOMENTİ= 6.04107854

Xmax (j ucundan)= 6.83831358  
2 INCI ELEMENİN MAX ACIKLIK MOMENTİ= 37.1287711

## KAYNAKLAR

- [1] C.Dündar, E.Kıral, Y.Mengi, Yapı Mekaniğinde Bilgisayar Programları, 3.Baskı, Teknik Yayınevi, Ankara,1987.
- [2] A.Çakıroğlu, E.Çetmeli, Yapı Statiği, Cilt I, II, TKY, İstanbul, 1983.

DÜZLEMSEL YAPI SİSTEMLERİNİN  
STABİLİTESİ VE NONLINEER ANALİZİ

Orhan AKSOĞAN<sup>(\*)</sup>

ÖZET

Tüm bilim ve mühendislik alanlarında olduğu gibi yapı analizinde de analizi yapan kişinin en etkin aracı lineerleştirmedir. Lineerleştirme uzun zamandan beri yapı analizi problemlerini çözmede yeterince doğru sonuçlar vermiştir. Ancak şu anda erişilmiş olan teknoloji düzeyi ile mühendislik malzemelerinde öyle yüksek mukavemetlere ulaşılmıştır ki mühendislik yapıları çok narinleşmiştir. Bu durum, doğal olarak, nonlinear analizi ve stabilite kaybı ile yıkılmalara karşı önlemleri gerekli kılmıştır. Diğer taraftan sayısal analiz ve bilgisayar teknolojisinin gelişmeleriyle mühendislik hesaplarının büyük bir kısmı bu yöntemlerle yapılmaya başlanmıştır. Bilgisayar ve sayısal analiz yöntemleri kullanılarak bu çalışmada ele alınan nonlinearite narin elemanlarda yanıl yerdeğiştirmeler ve eksenel kuvvetlerden doğan geometrik nonlinearitedir. Bu nonlinear etkilerin çok büyümesiyle stabilitenin yokolması durumu da ayrıca ele alınacaktır.

NONLINEAR ANALYSIS AND STABILITY  
OF PLANAR FRAMES

ABSTRACT

Like in many other science and engineering fields the most powerful tool of the analyst in structural analysis is linearization. Linearization has been used for a very long time to solve structural analysis problems with enough accuracy. However, with the present state of engineering technology, so high strengths have been reached in engineering

(\*) Ç.Ü.Müh-Mim.Fak., İnşaat Mühendisliği Bölümü, Adana.

materials that engineering structures have become very slender. This situation, has, consequently, necessitated nonlinear analysis and the precautions against collapse of structures due to loss of stability. In the meantime, the methods of numerical analysis and the computer technology have improved so much that most of the engineering computations are, presently, being accomplished by these methods. The nonlinearity handled in this study by using computers and the methods of numerical analysis is the Geometric nonlinearity which is caused by axial forces in slender members due to lateral deflections. The consequent loss of stability upon excessive amounts of this nonlinear effect will also be handled separately.

## 1. GİRİŞ

Bilimsel ve teknolojik bulgular doğrulukları oranında uygulanacakları alanda değer taşırlar. Doğruluk ise karşılığında zorluklar getiren bir özelliktir. Doğruluktan özveri ile hesaplarda ve uygulamalarda büyük kolaylıklar sağlanabilir. Bilim ve teknoloji tarihinde çoğunlukla büyük yararları olan lineerleştirme yapı mekaniğinde de bilim adamı ve mühendisin en etkin araçlarından biri olagelmıştır. Kolay anlaşılması ve kolay hesap yöntemlerine olanak sağlanmasına karşılık lineerleştirme de başka basitleştirmeler gibi doğurduğu hata oranı iyi bilinmeden uygulanırsa sorunlar çıkabilir. Nitekim geçmişte zaman zaman bu tür can, mal ve zaman kaybına yolaçan bilinçsiz uygulamalar yapılmıştır.

Sözü edilen bu tür sakıncaların ortaya çıkmaması için lineerlik varsayımının uygun sonuçlar vermiyeceği anlaşılan, nonlineerliği artırıcı etkenlerin hakim olduğu durumlarda nonlineer analiz yapmak gerekir. Yapıların analizinde nonlineerliği doğuran narinlik aynı zamanda stabilitenin kaybolması sonucuna kadar varan düzeyde etkiler yaratabilir. Bu nedenle de nonlineerlik önemle üzerinde durulması gereken bir konudur.

Uzun yıllar yalnızca kalem, kağıt ve beyni ile hesap

yapma olanağına sahip olan bilim adamı ve mühendis hesaplarının olabildiğince büyük kısmını matematiksel analizle gerçekleştirme yolunu seçmiştir. Bu arada nonlinear yaklaşımla çözülemeyen problemler, yine matematiksel olarak, bu kez nonlinearliği doğuran katkıları gözardı ederek çözülmüştür. Daha yakın zamanlarda özellikle elektrikli hesap makinalarının ve bilgisayarların geliştirilmesi ile sayısal yöntemler büyük önem kazanmış ve bilim adamları bu konudaki çalışmalarına daha çok ağırlık vermeye başlamışlardır. O devirde büyük gelişme gösteren matris analizi yöntemleri bugünkü modern hesap yöntemlerinin temellerini oluşturmuştur. Daha sonra elektromanyetik ve elektronik bilimlerinin de katkılarıyla hesap makinalarıyla hesap yapma etkinleşme ve yaygınlaşma doğrultusunda en büyük adımı atmıştır.

Sayısal analiz yöntemleri yaygınlaşırken lineerlik varsayımı yapmanın yanısıra parça parça lineerleştirerek adım adım hesaplama ve ardışık yaklaşım gibi nonlinear sayısal analiz yöntemleri çok yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Sonlu farklar ve daha sonra sonlu elemanlar yöntemlerinde matris analiz tekniğinin kullanılmasıyla hesapların bilgisayara yaptırılmaya uygunluğundan yararlanılmasından sonra nonlinear davranış gösteren sistemlerle ilgili problemleri çözmek için yukarıda adı geçen iki teknik çok yaygın bir kullanım alanı bulmaya başlamıştır.

Malzeme davranışının nonlinearliği, yapı elemanları arasında dokunma yüzeylerinin büyüklüğünün yük düzeyi ile değişmesinin nonlinear etkisi ve sonlu yerdeştirmelerin varlığı gibi nedenlerle ortaya çıkan nonlinear sonuçlar bu çalışmanın kapsamı dışında bırakılmıştır. Burada yalnızca yapı elemanlarında aksenal ve düzlem içi kuvvetlerin elemanın ve sonuç olarak sistemin rijitliğine etki edecek düzeye çıkmasından doğan nonlinearlik ve stabilite sorunu ele alınacaktır.

Geçmişte daha çok stabilite analizinde kullanılmış olan bazı özel fonksiyonlar yakın zamanlarda matris analizde rijitlik matrisine nonlinear katkıları hesaplamada kullanılmaya başlanmıştır. Önceleri stabilite fonksiyonları denen







### 3. PROGRAMLAMA

Bu çalışmada kullanılan yöntem temelde bir ardışık yaklaşım yöntemidir. Bu ardışık yaklaşımın her adımında ek-ksenel kuvvetler yeniden bulunmakta ve ardışık iki adımdaki eksenel kuvvetler birbirlerine yeterince yakın olana kadar devam edilmektedir. Tüm bu hesaplarda elastik rijitlik mat-risi yerine bileşik rijitlik matrisi kullanılmaktadır. Bil-gisayar programında kullanılan s ve c stabilite katsayıları literatürden tablolardan değil kapalı ifadeleriyle alınarak kullanılmıştır [1].

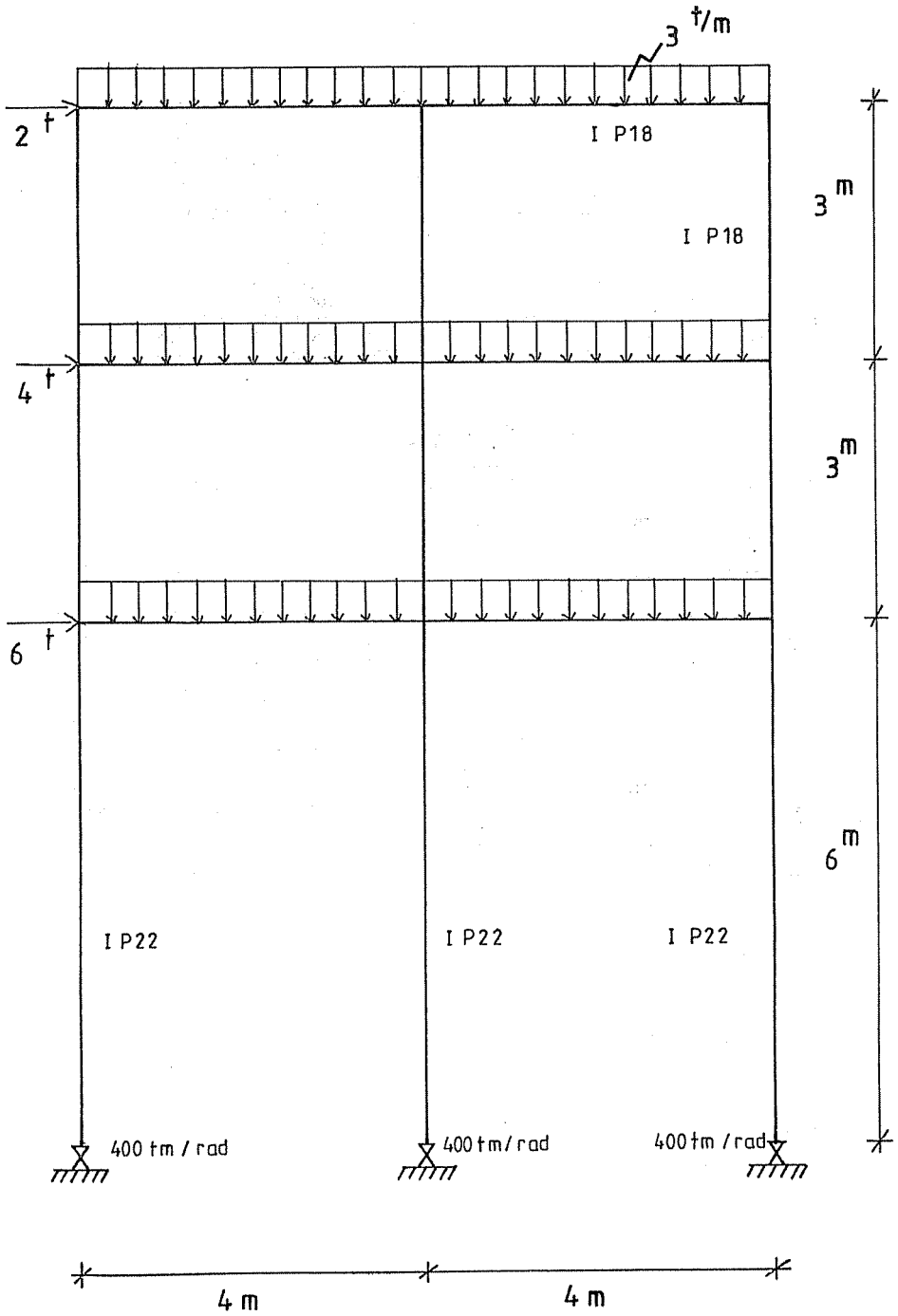
Stabilite analizi yapan bilgisayar programında nonli-near analiz her yük adımında yeniden yapılmakta ve rijitlik matrisinin determinatını sıfır yapan yük interpolasyonla bu-lunmaktadır. Bu şekilde yapılan hesaplamalar çok uzun sür-mektedir. Ancak eğer yapı sistemi yüklere göre eksenel kuvvetlerin yaklaşık olarak tahmin edilebileceği tipten ise bundan yararlanılarak eksenel kuvvetlerin bulunmasındaki ardışık yaklaşımdan kurtulmak mümkündür. Bu amaçla program içerisinde hangi tür analiz yapılacağını belirleyen bir kontrol değişkeni kullanılmıştır.

#### KAYNAKLAR

- [1] A.Ghali ve A.M. Neville, *Strukturöl Analysis*, Chapman and Hall, (1978) 364-388.

EK

Nonlinear analiz ve stabilite analizi için hazırlanan bilgisayar programları yer kısıtlılığını nedeniyle burada su-nulamamaktadır. Programlar yazardan temin edilebilir. Ancak, şekil 1'deki sistem ve yük için nonlinear analiz programının ve aynı sistemin tüm girişlerine etki eden eşit üniform yü-kün kritik değerinin bulunması için stabilite programının veri ve çıktı bilgileri aşağıda sunulmaktadır.



Şekil 1 – Nonlineer Analiz Örneği

-----  
**SAMPLE PROBLEM 1**  
**DATA**  
 -----

THE NONLINEAR ANALYSIS OF A FRAME WITH 3 STORIES AND 2 BAYS  
 15 30 12 3 3 6 5 2100000. .01

1	1	4	0	0	1	4	5	6	0.0000805	0.00711	18.
2	2	5	0	0	2	7	8	9	0.0000805	0.00711	36.
3	3	6	0	0	3	10	11	12	0.0000805	0.00711	18.
4	4	7	4	5	6	13	14	15	0.0000383	0.00658	12.
5	5	8	7	8	9	16	17	18	0.0000383	0.00658	24.
6	6	9	10	11	12	19	20	21	0.0000383	0.00658	12.
7	7	10	13	14	15	22	23	24	0.0000383	0.00658	6.
8	8	11	16	17	18	25	26	27	0.0000383	0.00658	12.
9	9	12	19	20	21	28	29	30	0.0000383	0.00658	6.
10	4	5	4	5	6	7	8	9	0.0000383	0.00658	
11	5	6	7	8	9	10	11	12	0.0000383	0.00658	
12	7	8	13	14	15	16	17	18	0.0000383	0.00658	
13	8	9	16	17	18	19	20	21	0.0000383	0.00658	
14	10	11	22	23	24	25	26	27	0.0000383	0.00658	
15	11	12	25	26	27	28	29	30	0.0000383	0.00658	
	1	0.		0.							
	2	4.		0.							

-----  
**SAMPLE PROBLEM 1**  
**OUTPUT**  
 -----

THE NONLINEAR ANALYSIS OF A FRAME WITH 3 STORIES AND 2 BAYS

NM	ND	NJ	NS	NDL	NSL	ITMAX	E	MAX-ER			
15	30	12	3	3	6	5	.210E+08	.100E-01			
DATA CONCERNING MEMBERS											
1	1	4	0	0	1	4	5	6	.805E-04	.911E-02	.18E+02
2	2	5	0	0	2	7	8	9	.805E-04	.911E-02	.36E+02
3	3	6	0	0	3	10	11	12	.805E-04	.911E-02	.18E+02
4	4	7	4	5	6	13	14	15	.383E-04	.658E-02	.12E+02
5	5	8	7	8	9	16	17	18	.383E-04	.658E-02	.24E+02
6	6	9	10	11	12	19	20	21	.383E-04	.658E-02	.12E+02
7	7	10	13	14	15	22	23	24	.383E-04	.658E-02	.60E+01
8	8	11	16	17	18	25	26	27	.383E-04	.658E-02	.12E+02
9	9	12	19	20	21	28	29	30	.383E-04	.658E-02	.60E+01
10	4	5	4	5	6	7	8	9	.383E-04	.658E-02	.00E+00
11	5	6	7	8	9	10	11	12	.383E-04	.658E-02	.00E+00
12	7	8	13	14	15	16	17	18	.383E-04	.658E-02	.00E+00
13	8	9	16	17	18	19	20	21	.383E-04	.658E-02	.00E+00
14	10	11	22	23	24	25	26	27	.383E-04	.658E-02	.00E+00
15	11	12	25	26	27	28	29	30	.383E-04	.658E-02	.00E+00

COORDINATES OF THE JOINTS

1	.000E+00	.000E+00
2	.400E+01	.000E+00
3	.800E+01	.000E+00
4	.000E+00	.600E+01
5	.400E+01	.600E+01
6	.800E+01	.600E+01
7	.000E+00	.900E+01
8	.400E+01	.900E+01
9	.800E+01	.900E+01
10	.000E+00	.120E+02
11	.400E+01	.120E+02
12	.800E+01	.120E+02

SPRINGS

1	.400E+03
2	.400E+03
3	.400E+03

LOADS ACTING AT THE JOINTS

4	.600E+01
13	.400E+01
22	.200E+01

LOADS ACTING ON THE MEMBERS

10	1	-.300E+01	.000E+00
11	1	-.300E+01	.000E+00
12	1	-.300E+01	.000E+00
13	1	-.300E+01	.000E+00
14	1	-.300E+01	.000E+00

REQUIRED ACCURACY ATTAINED.

4 TH ITERATION YIELDS

TOTAL END FORCES

1	MIJ=	.790E+01	MJI=	.149E+02	TIJ=	.393E+01	TJI=	-.393E+01	NJI=	-.733E+01
2	MIJ=	.109E+02	MJI=	.206E+02	TIJ=	.422E+01	TJI=	-.422E+01	NJI=	-.377E+02
3	MIJ=	.103E+02	MJI=	.172E+02	TIJ=	.384E+01	TJI=	-.384E+01	NJI=	-.269E+02
4	MIJ=	-.302E+01	MJI=	.278E+01	TIJ=	-.167E+00	TJI=	.167E+00	NJI=	-.859E+01
5	MIJ=	.476E+01	MJI=	.778E+01	TIJ=	.399E+01	TJI=	-.399E+01	NJI=	-.251E+02
6	MIJ=	.875E+00	MJI=	.608E+01	TIJ=	.217E+01	TJI=	-.217E+01	NJI=	.143E+02
7	MIJ=	-.192E+01	MJI=	-.126E+01	TIJ=	-.108E+01	TJI=	.108E+01	NJI=	-.490E+01
8	MIJ=	.915E+00	MJI=	.232E+01	TIJ=	.104E+01	TJI=	-.104E+01	NJI=	-.129E+02
9	MIJ=	.210E+01	MJI=	.407E+01	TIJ=	.204E+01	TJI=	-.204E+01	NJI=	-.618E+01
10	MIJ=	-.119E+02	MJI=	-.172E+02	TIJ=	-.127E+01	TJI=	.133E+02	NJI=	-.170E+01
11	MIJ=	-.844E+01	MJI=	-.181E+02	TIJ=	-.626E+00	TJI=	.126E+02	NJI=	-.167E+01
12	MIJ=	-.858E+00	MJI=	-.835E+01	TIJ=	.370E+01	TJI=	.830E+01	NJI=	-.309E+01
13	MIJ=	-.345E+00	MJI=	-.818E+01	TIJ=	.387E+01	TJI=	.813E+01	NJI=	-.135E+00
14	MIJ=	.126E+01	MJI=	-.567E+01	TIJ=	.490E+01	TJI=	.710E+01	NJI=	-.308E+01
15	MIJ=	.335E+01	MJI=	-.407E+01	TIJ=	.582E+01	TJI=	.618E+01	NJI=	-.204E+01

SAMPLE PROBLEM 2  
DATA

THE STABILITY ANALYSIS OF A FRAME WITH 3 STORIES AND 2 BAYS

15	30	12	3	0	4	5	21000000.	5.	2.0	.01	2
1	1	4	0	0	1	4	5	6	0.0000805	0.00911	18.
2	2	5	0	0	2	7	8	9	0.0000805	0.00911	36.
3	3	6	0	0	3	10	11	12	0.0000805	0.00911	18.
4	4	7	4	5	6	13	14	15	0.0000383	0.00658	12.
5	5	8	7	8	9	16	17	18	0.0000383	0.00658	24.
6	6	9	10	11	12	19	20	21	0.0000383	0.00658	12.
7	7	10	13	14	15	22	23	24	0.0000383	0.00658	6.
8	8	11	16	17	18	25	26	27	0.0000383	0.00658	12.
9	9	12	19	20	21	28	29	30	0.0000383	0.00658	6.
10	4	5	4	5	6	7	8	9	0.0000383	0.00658	
11	5	6	7	8	9	10	11	12	0.0000383	0.00658	
12	7	8	13	14	15	16	17	18	0.0000383	0.00658	
13	8	9	16	17	18	19	20	21	0.0000383	0.00658	
14	10	11	22	23	24	25	26	27	0.0000383	0.00658	
15	11	12	25	26	27	28	29	30	0.0000383	0.00658	
1	0.		0.								
2	4.		0.								
3	8.		0.								
4	0.		6.								
5	4.		6.								
6	8.		6.								
7	0.		9.								
8	4.		9.								
9	8.		9.								
10	0.		12.								
11	4.		12.								
12	8.		12.								
1	400.										
2	400.										
3	400.										
10	1		-3.								
11	1		-3.								
12	1		-3.								
13	1		-3.								
14	1		-3.								
15	1		-3.								

S A M P L E   P R O B L E M   2  
O U T P U T

---

THE STABILITY ANALYSIS OF A FRAME WITH 3 STORIES AND 2 BAYS

NM	ND	NJ	NS	NDL	NSL	ITMAX	E	ER	NEKS
15	30	12	3	0	6	5	.210E+08	.10E-01	2

DATA CONCERNING MEMBERS

1	1	4	0	0	1	4	5	6	.805E-04	.911E-02
2	2	5	0	0	2	7	8	9	.805E-04	.911E-02
3	3	6	0	0	3	10	11	12	.805E-04	.911E-02
4	4	7	4	5	6	13	14	15	.383E-04	.658E-02
5	5	8	7	8	9	16	17	18	.383E-04	.658E-02
6	6	9	10	11	12	19	20	21	.383E-04	.658E-02
7	7	10	13	14	15	22	23	24	.383E-04	.658E-02
8	8	11	16	17	18	25	26	27	.383E-04	.658E-02
9	9	12	19	20	21	28	29	30	.383E-04	.658E-02
10	4	5	4	5	6	7	8	9	.383E-04	.658E-02
11	5	6	7	8	9	10	11	12	.383E-04	.658E-02
12	7	8	13	14	15	16	17	18	.383E-04	.658E-02
13	8	9	16	17	18	19	20	21	.383E-04	.658E-02
14	10	11	22	23	24	25	26	27	.383E-04	.658E-02
15	11	12	25	26	27	28	29	30	.383E-04	.658E-02

COORDINATES OF THE JOINTS

1	.000E+00	.000E+00
2	.400E+01	.000E+00
3	.800E+01	.000E+00
4	.000E+00	.600E+01
5	.400E+01	.600E+01
6	.800E+01	.600E+01
7	.000E+00	.900E+01
8	.400E+01	.900E+01
9	.800E+01	.900E+01
10	.000E+00	.120E+02
11	.400E+01	.120E+02
12	.800E+01	.120E+02

SPRINGS

1	.400E+03
2	.400E+03
3	.400E+03

LOADS ACTING AT THE JOINTS

LOADS ACTING ON THE MEMBERS

10	1	-.300E+01	.000E+00
11	1	-.300E+01	.000E+00
12	1	-.300E+01	.000E+00
13	1	-.300E+01	.000E+00
14	1	-.300E+01	.000E+00
15	1	-.300E+01	.000E+00

CRITICAL LOAD= 6.88935500

PERCENTAGE OF ERROR= .01000000

BİLGİSAYAR İLE BORU AĞI HESABI

M. Salih KIRKGÖZ (\*)

ÖZET

Su dağıtma sistemleri suyu istenen miktar ve basınç altında kullanıcılara iletirler. İki tür su dağıtma sistemi vardır: dal sistemi, ağ sistemi. Verilen bir boru ağında, boru ağının çözümü veya tasarımı şeklinde iki çeşit hesap sözkonusu olabilir. Boru ağlarının hesabı genelde ardışık yaklaşımlara dayanan yöntemler ile yapılır. Bu yüzden boru ağlarının çözüm ve tasarımı ideal olarak bilgisayar kullanımı ile yapılması uygundur. Bu yazıda, boru ağlarının çözümü ve tasarımı için ülkemizde de yaygın olarak kullanılan iki yöntem, göz dengeleme ve ölü nokta yöntemleri sunulmaktadır.

PIPE NETWORK ANALYSIS BY COMPUTER

ABSTRACT

The water distribution systems deliver the water to individual consumers in the required quantity and under a satisfactory pressure. The distribution system may be of two types: treelike system and network system. In solving a given water supply pipe network either the analysis of the system or the design of it may be in question. The solution of a pipe network is commonly obtained using iterative methods. Therefore both the analysis and design of pipe networks are ideally suited to digital computer application. In this study two methods of pipe network analysis and design are presented, namely, loop balance method and dead-point method which are most widely used in this country.

---

(\*) Ç.Ü. Müh-Mim. Fak., İnşaat Mühendisliği Bölümü, Adana

## 1. GİRİŞ

Bir su getirme sistemi genel halde şu fonksiyonları içeren kısımlardan oluşur: Su alma, Arıtma, İletim, Depolama ve Dağıtma (Şekil 1). Suyu kullanım noktalarına ulaştıran borular su dağıtma sistemini oluştururlar. Su dağıtma haznesinin yeri, bölgenin sokak durumu ve arazinin topoğrafyası su dağıtma sistemini etkileyen önemli faktörlerdir.

Sokak durumundan kaynaklanan iki tür su dağıtma sistemi sözkonusudur (Şekil 2): (a) Dal sistemi, (b) Ağ sistemi. Bir su dağıtma sisteminde su iletimdeki görevleri bakımından üç çeşit boru vardır: Ana boru, Esas boru ve Tali boru. Hazneyi sisteme bağlayan boru ana boruyu, suyu ana borudan alıp dağıtma bölgesine yayan borular esas boruları ve suyu esas borulardan alarak tüketiciye ileten borular ise tali boruları oluştururlar.

Su dağıtımında ağ sisteminin hesabı dal sistemine göre daha karmaşık özellikler gösterir. Bu çalışmada boru ağlarının bilgisayar yardımıyla hesabına yönelik bazı esaslar ve yöntemler verilmiştir.

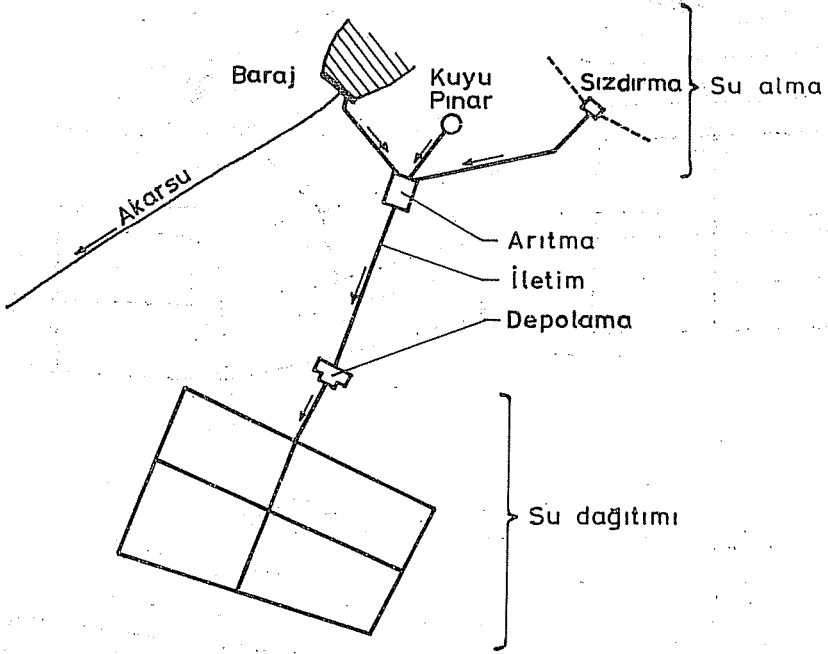
## 2. BORU AĞININ SEÇİMİ VE TEMEL DENKLEMLER

Esas borulardan oluşan boru ağının ve borulardaki akım yönlerinin doğru olarak seçilmesi işletme sırasında arzulanan şartların oluşumunda büyük ölçüde etkili olmaktadır. Dolayısıyla bir su dağıtma bölgesinde amaca uygun hidrolik şartları sağlayabilecek boru ağı sisteminin seçilmesi su mühendisliği için bilgi ve tecrübeye dayanan bir problemdir. Şekil 3 de arazi topoğrafyasına ve ihtiyaç bölgesinin yerleşme biçimine bağlı olarak düzenlenmiş bazı tipik boru ağı sistemleri ve cazibeli ana boru ile besleme şekilleri görülmektedir. Bu arada, her uygulamanın, boru ağı sisteminin yerleştirilmesi bakımından kendine özgü çözüm alternatiflerinin bulunabileceğini unutmamak gerekir.

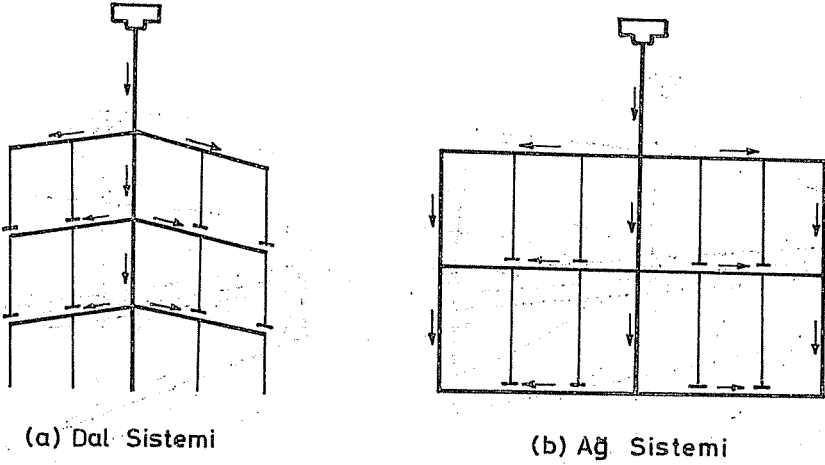
Bir boru ağında Akışkanlar Mekaniğinin aşağıda belirtilen temel kanunları gerçekleştirilmek zorundadır.

(a) Debinin Sürekliliği: Boru birleşme noktalarında gelen ve giden debiler birbirine eşittir. Gelen ve giden debilerin farklı işaretler ile gösterilmesiyle:

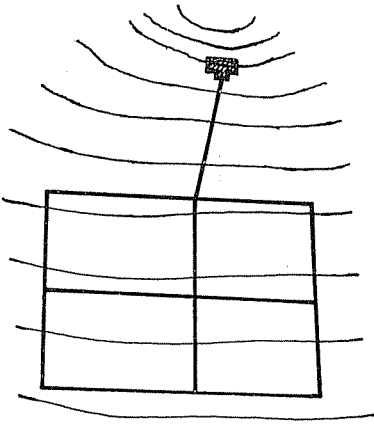




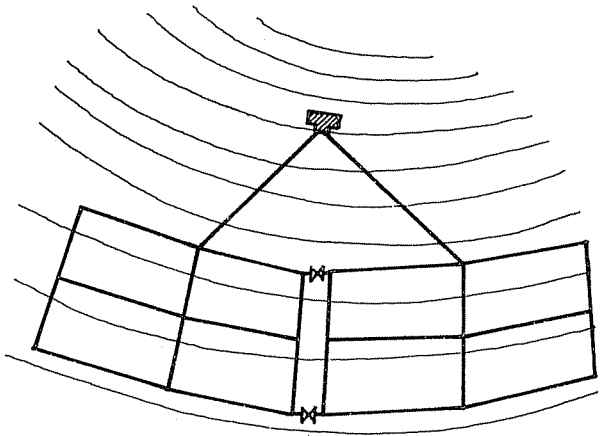
Şekil 1 Su Getirme Sistemi



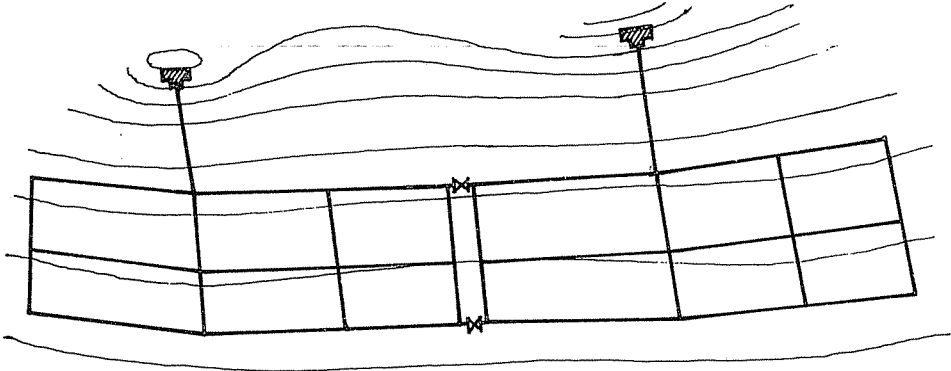
Şekil 2 Su Dağıtım Sistemleri



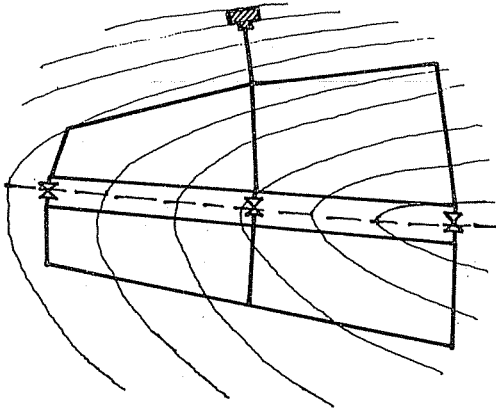
(a)



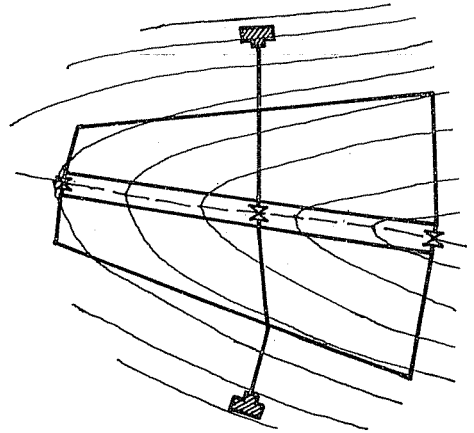
(b)



(c)



(d)



(e)

Şekil 3 Arazi Topoğrafyasına Göre Çeşitli Boru Ağı Düzenlemeleri

$$\sum Q_{gelen} + \sum Q_{giden} = 0 \quad (1)$$

(b) Basıncın Sürekliliği: Akım ağının herbir kapalı gözü üzerinde (akımın düzenli-üniform kabul edilmesiyle) enerji kayıplarından doğan basınç değişmelerinin cebirsel toplamı sıfırdır:

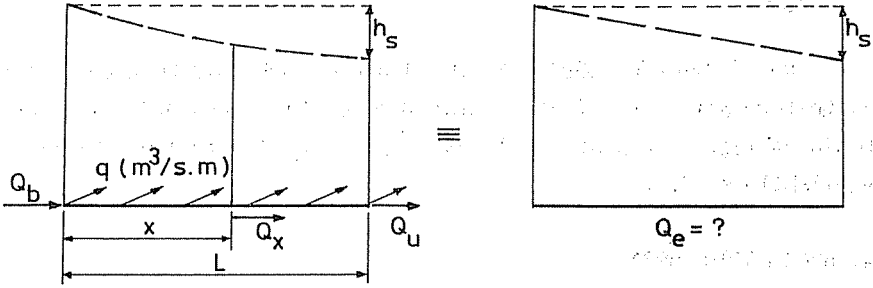
$$\sum h_i = 0 \quad (2)$$

Burada  $h_i$  borulardaki sürtünme kayıplarını ve yerel kayıpları temsil etmektedir.

### 3. BORU AĞINDA EŞDEĞER DEBİ KAVRAMI

Bir boru ağında esas borular tali borularla, tali borular da abone bağlantıları ile sık sık kesilebileceğinden bu borulardaki akım değişken debilidir. Dolayısıyla (2) ifadesindeki enerji kaybının hesabında üniform akım için verilmiş formüllerde aynı enerji kaybını vermek üzere bir eşdeğer debinin kullanılması gerekmektedir.

Şekil 4 de görüldüğü gibi çeşitli aralıklarla su dağıtımı yapan L uzunluklu bir boruyu birim boyda  $q$  ( $m^3/s.m$ ) debisini dağıtacak şekilde idealize edelim.



Şekil 4

Boruda  $Q_b$  giren,  $Q_u$  çıkan debiler olsun. Buna göre değişken debili borunun bir  $x$  mesafesindeki debisi ve bu noktadaki enerji çizgisi eğimi aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$Q_x = Q_b - qx$$

$$S_x = dh_s/dx = mQ_x^2 \quad (3)$$

(3) denklemini boru boyunca  $m = \text{sabit varsayımıyla}$  integre edilirse

$$h_s = \int_0^L m(Q_b - qx)^2 dx$$

$$h_s = m(Q_b^2 L - Q_b qL^2 + q^2 L^3/3) \quad (4)$$

elde edilir. (4) ifadesindeki değere eşit bir enerji kaybını vermek üzere aynı boru için sabit bir  $Q_e$  eşdeğer debisine göre enerji kaybı:

$$h_s = mLQ_e^2 \quad (5)$$

şeklinde dir.  $qL = Q$  (boruda dağıtılan debi) ve  $Q_b = Q_u + Q$  yazıldığında (4) ve (5) ifadelerinde  $Q_e$  nin çözümü için aşağıdaki eşitlik elde edilir.

$$Q_e^2 = Q_u^2 + Q_u Q + Q^2/3 \quad (6)$$

(6) denkleminin çözümünde iki durum söz konusudur.

(a)  $Q_u = 0$  için  $Q_e = 0,577 Q$

(b)  $Q_u \neq 0$  için  $Q_e \approx Q_u + 0,53 Q$

Bu çözümlerden görüldüğü gibi boru ağındaki bir borunun düzenli üniform akım formülleri ile hidrolik hesabı boruda dağıtılan debinin yaklaşık yarısının uç debiye ilavesiyle elde edilen debi ile yapılabilmektedir.

#### 4. BORU AĞININ HESABI

Bir su borusu ağı depo, boru, pompa ve vana gibi elemanların düğüm noktalarında birleşmesinden oluşan sistemdir. Bir boru ağında iki tür hesap sözkonusu olabilir. (a) Boru ağının çözümü: Burada fiziksel özellikleri belirli bir boru ağında suyun elemanlara hangi miktarlarda dağıldığının bulunmasını öngörür. (b) Boru ağının tasarımı: Verilen hidrolik şartları sağlamak üzere eleman özelliklerinin (çap, cins v.s.) bulunmasıdır. Aşağıda bu amaçlar için ülkemizde en çok kullanılan iki yöntemin bilgisayar algoritması tanıtılmaktadır. Konu ile ilgili daha geniş bilgi ilgili literatürden temin edilebilir [1,2] .

#### 4.1. Boru Ağı Çözümü-GÖZ DENGELEME YÖNTEMİ

Hardy-Cross [3] yöntemi olarak bilinen Göz Dengeleme Yöntemi akım ağına giren ve çıkan ihtiyaç debisinin (1) ve (2) ifadeleri sağlanacak şekilde borulara dağıtılmasını sağlar.

Bir boru ağında göz sayısı K ve toplam eleman sayısı (boru, pompa, vana) P olsun. Herbir elemandaki enerji kaybı eleman debisinin fonksiyonu olarak

$$h_i = f(Q_i)$$

şeklinde dir. Herbir kapalı göz için (2) ifadesi yani basıncın sürekliliği şartının sağlanması gerekir:

$$F_k = \sum_{i \in k} h_i = \sum_{i \in k} f(Q_i) = 0 \quad (k=1, \dots, K) \quad (7)$$

Burada  $h_i$  lerin cebirsel değerlerini bulmak için  $Q_i$  ler bir yönde (örneğin saat yönünde) pozitif alınır.

Boru ağındaki P adet eleman için düğüm noktalarında debi sürekliliğini sağlayacak şekilde  $Q'_i$  ( $i=1, \dots, P$ ) başlangıç debilerinin seçildiğini düşünelim. Seçilen eleman debileri ile basıncın sürekliliği şartı sağlanmadığı varsayımıyla eleman debilerinin herbir göz için öngörülen  $Q_j$  göz düzeltme debileri ile düzeltilmesi gerekecektir. Yani:

$$Q_i = Q'_i + \sum_{j \in i} Q_j \quad (j=1, \dots, K ; i=1, \dots, P) \quad (8)$$

(8) ifadesine göre bir eleman iki gözün ortak elemanı olması halinde iki gözün göz düzeltme debileri ile düzeltilcektir. Düzeltilmiş eleman debileri ile basıncın sürekliliğini yeniden yazalım.

$$F_k = \sum_{i \in k} f(Q'_i + \sum_{j \in i} Q_j) = 0 \quad (k=1, \dots, K) \quad (9)$$

(9) ifadesi K adet K bilinmeyenli ( $Q_j, j=1, \dots, K$ ) lineer olmayan denklem takımını temsil etmektedir. (9) denklemini  $Q_j = Q'_j$  ( $j=1, \dots, K$ ) tahmini başlangıç göz düzeltme debileri civarında Taylor serisine açılarak doğrusallaştırılabilir:

$$F_k(Q'_j) + \sum_{j=1}^K \frac{\partial F_k(Q'_j)}{\partial Q_j} \Delta Q_j = 0 \quad (k=1, \dots, K) \quad (10)$$

(10) denklemi K adet K bilinmeyenli ( $\Delta Q_j, j=1, \dots, K$ ) lineer denklem takımını oluşturmaktadır. Bu denklem yardımıyla eleman debileri aşağıda belirtilen ardışık yaklaşımlarla hesaplanır:

- (a) Lineer denklem takımından K adet  $\Delta Q_j$  bilinmeyeni hesaplanır.  
 (b)  $\Delta Q_j$  değerleri ile başlangıç göz düzeltme debileri tashih edilir.

$$Q_j = Q'_j + \Delta Q_j \quad (j=1, \dots, K)$$

- (c) Bulunan yeni  $Q_j$  göz düzeltme debileri ile (10) denklemi yeniden çözülür. Bu işlem  $\Delta Q_j < \epsilon$  şeklinde öngörülen bir hassasiyete kadar tekrarlanır.  
 (d) Elde edilen göz düzeltme debileri yardımıyla eleman debileri bulunur.

$$Q_i = Q'_i + \sum_{j=1}^K \alpha_{ij} Q_j \quad (j=1, \dots, K ; i=1, \dots, P)$$

Eleman debileri bulunduktan sonra basıncı bilinen noktalardan hareketle diğer düğüm noktalarına ait piezometre kotları hesaplanır.

#### 4.2. Boru Ağı Tasarımı-ÖLÜ NOKTA YÖNTEMİ

Bu yöntem esas borulardan oluşan boru ağını seçilen ölü noktalar yardımıyla bağımsız dal sistemlerine dönüştürmeyi öngörür. Bu durum seçilen ölü noktalara su getiren esas borularda bu noktalardaki basınçların ideal olarak eşit (veya basınç farkının sıfır) olması ile gerçekleştirilir. Boru ağı seçilen ölü noktalar ile dallara ayrıldıktan sonra bu yöntemde yapılacak işlemler:

- (a) Bölgenin ihtiyaç debisi,  $Q$ , belirlenir.  
 (b) Birim boy boru debisi ve herboru için çekilen debiler hesaplanır.

$$q = Q / \sum_{i=1}^P L'_i$$

$$Q_i = qL'_i \quad (i=1, \dots, P)$$

Burada  $L'_i$  boru izafi boylarını göstermekte olup gerçek boru boylarının su ihtiyacı oranında bir k katsayısıyla çarpılmasından elde edilmektedir.

- (c) Herboru için uç debi,  $Q_u$ , baş debi,  $Q_b$ , ve hesap debileri,  $Q_h$ , elde edilir.

$$Q_b = Q_u + Q_i$$

$$Q_h = Q_u + 0,55 Q_i + Q_y$$

Hesap debisinde ilk iki terim eşdeğer boru debisini son terim ise yangın debisini göstermektedir.

- (d) Hesap debileri yardımıyla borulardaki akım hızları  $V = 1-2$  m/s arasında olacak şekilde boru çapları tayin edilir.
- (e) Borularda yük kayıpları hesaplanarak ölü noktalarda basınç farkının belirli bir değer altında kalıp kalmadığı kontrol edilir. Basınç farkı istenilen değerden büyük çıkarsa ölü noktaların yerleri değiştirilerek hesap tekrarlanır.
- (f) Son olarak piezometre kotu bilinen noktalardan hareketle düğüm noktalarındaki basınçlar elde edilir.

## 5. SONUÇ

Boru ağlarının hidrolik hesabında bu yazıda açıklanan iki yöntem ülkemizde de yaygın olarak kullanılmaktadır. Göz dengeleme yöntemi aslında verilen bir boru ağının hidrolik çözümünü yaptığından bulunan ilk sonuçlar ideal bir tasarım için geçerli olmayabilir. Ancak müteakip çözümler için verilerde yapılması gerekli görülen değişikliklerle arzulan şartları sağlayan çözüme yaklaşılabılır. Benzer durum ölü nokta yöntemi için de sözkonusudur, yani, ilk hesapların sonunda ölü noktalardaki basınç farkı istenen değerde olmayabilir. Görüldüğü gibi her iki yöntemle de doğru sonuçlara ancak deneme-yanılma yolu ile ulaşılabildiğinden hesapların bilgisayarla yapılması çok daha hızlı ve doğru sonuçlar verecektir (Burada yer darlığı nedeni ile bilgisayar programları verilememiştir). Borular için seçilecek yangın debisi miktarlarının yöntemlerin vereceği sonuçlar üzerinde pratik anlamda büyük oranda etkili olacağı gözden uzak tutulmamalıdır.

## KAYNAKLAR

- [1] G.M. Fair and J.C. Geyer, Elements of Water Supply and Waste-Water Disposal, John Wiley and Sons Inc., New York, 1971.
- [2] S. Sevik ve D. Altınbilek, Su Dağıtım Şebekeleri Projelendirme ve Bilgisayarla Çözüm Esasları, O.D.T.Ü. Müh.Fak.Yayın No: 56, 1977.
- [3] H. Cross, Analysis of Flow in Networks of Conduits or Conductors, Bull. 286, University of Illinois, Urbana, 1936.





## EĞİK EĞİLMEYE MARUZ KOLONLARIN BİLGİSAYAR İLE TASARIMI

Cengiz DÜNDAR<sup>(\*)</sup>

## ÖZET

Çift yönlü eğilme ve aksel basınç altındaki dik-dörtgen kesitli kolonların taşıma gücü teorisine göre donatı hesabını yapan bir bilgisayar programı geliştirilmiştir. Programda lineer olmayan denklem takımının çözümünde Newton-Raphson yöntemi kullanılmış olup, bu iteratif yöntemin ele alınan problemlerin hepsinde hızlı olarak yakınsak olduğu gözlenmiştir. Programın çalışma zamanının çok kısa olması nedeni ile ele alınan problem değişik donatı yayılışları ile tekrar tekrar çözülebilir ve çözümler içinde en uygun olanı seçilebilir. Bu açıdan geliştirilen programın oldukça faydalı ve pratik olduğu söylenebilir. Literatürde aynı problemin çözümü için yaklaşık yöntemler önerilmişse de burada sunulan program kesin yöntemi kullanarak minimum kullanıcı çabası ile sonuca ulaşmaktadır.

COMPUTER AIDED ULTIMATE STRENGTH DESIGN OF COLUMNS  
SUBJECT TO BIAXIAL BENDING

## ABSTRACT

In this paper a computer program has been developed for ultimate strength design of columns which are subject to axial load and biaxial bending moments. In the program, set of nonlinear equations are solved by the Newton-Raphson algorithm. This iterative algorithm has converged rapidly with many problems tested. Because the execution time of the program developed is just about a few seconds, the program can be run with many different reinforcement configurations, and as a result the most suitable reinforcement distribution can be chosen among the solutions tested. That is why this program is believed to be beneficial in that respect. Although methods available in the literature for the same problem employ approximate formulas, the program presented here achieves the results by an exact method with minimal user effort.

(\*) Ç.Ü.Müh-Mim.Fak., İnşaat Müh.Böl., ADANA

## 1. GİRİŞ

Bu makalede çift yönlü eğilme ve aksenal basınç altındaki dikdörtgen kesitli kolonların taşıma gücü teorisine göre donatı hesabını yapan bir bilgisayar programı geliştirilmiştir. Ayrıca, programın anlaşılabilir olması için programın dayandığı teori ve formüller özetlenmiştir.

Bu konu ile ilgili literatürde çeşitli yöntemler mevcuttur. Bu yöntemler arasında Bresler, CP110 yöntemi sayılabilir [1,2]. Bu yöntemler donatı hesabında çok verilen bir kesitin taşıma gücünün tayininde kullanılır. Dolayısı ile sözü edilen yöntemler boyutlandırma probleminin çözümü için deneme yanılma işlemleri gerektirdiğinden programlamaya elverişli olmamaktadır. Ayrıca bu yöntemler tek aksenli eğilme hesabına dayandığından yaklaşıktırlar.

Olayın tabiatı gereği kesin çözüme ulaşmak zahmetli ve uzun olduğundan literatürde tablo ve abaklar [3,4] verilmiştir. Bu tablo ve abaklar belirli donatı yerleşim durumları ve paspayı oranları ile belirli malzeme dayanımları için hazırlanmış olup sınırlıdırlar. Tablo ve abaklar kullanılırken enterpolasyon işlemleri gerekmekte olup işlem zamanı artmakta ve hassasiyet azalmaktadır.

Bu çalışmada hazırlanan programın çalışma zamanının çok kısa olması nedeni ile ele alınan kesit, değişik donatı yayılışları için tekrar tekrar çözülebilir ve çözümler için en uygun olanı seçilebilir. Böylece kesin yöntem kullanılarak optimum çözüme ulaşılabilir.

## 2. TEMEL İLKELER VE VARSAYIMLAR

İki yönde eğilme momenti ve aksenal kuvvet etkisi altındaki bir dikdörtgen kesitin taşıma gücü hesabı bazı varsayımlar yardımı ile gerçekleştirilebilir. Bu çalışmada kullanılan varsayımlar şunlardır.

1. Şekil değiştirmeler için Bernouilli-Navier hipotezi geçerlidir. Yani şekil değiştirmeden önce düzlem olan kesitler şekil değiştirmeden sonra da düzlem kalırlar.
2. Çekme bölgesindeki betonun kesit dayanımına etkisi yoktur. Yani kesit tarafsız eksen düzeyine kadar çatlamış kabul edilir.
3. Taşıma gücüne erişildiğinde tarafsız eksene en uzak beton

basınç lifindeki birim kısalma değerinin  $0.003 (= \epsilon_{cu})$  olduğu kabul edilmektedir. (bak.Şekil 1)

4. Taşıma gücüne erişildiğinde beton basınç bölgesindeki gerilme dağılımının, özellikleri TS-500 de belirtilen bir dikdörtgen şeklinde olduğu varsayılmıştır. Bu dikdörtgenin derinliğini belirleyen  $k_1$  katsayısı betonun karakteristik silindirik basınç dayanımına göre

$$f_{ck} \leq 25 \text{N/mm}^2 \quad \text{ise} \quad k_1 = 0.85 \quad (1)$$

$$f_{ck} > 25 \text{N/mm}^2 \quad \text{ise} \quad k_1 = 0.85 - 0.006 (f_{ck} - 25)$$

olarak alınmıştır.

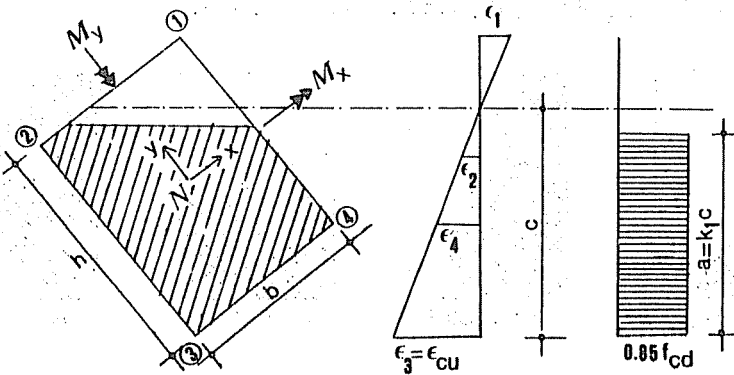
5. Beton ile çelik arasındaki kenetlenme tamdır. Dolayısı ile donatıdaki birim boy değişimi kendisini saran betonunki ile aynıdır.

6. Donatı çeliğinin gerilme şekil değiştirme ilişkisi ideal elasto-plastiktir (bak.Şekil 2) Bu durumda herhangi bir noktadaki çelik gerilmesi

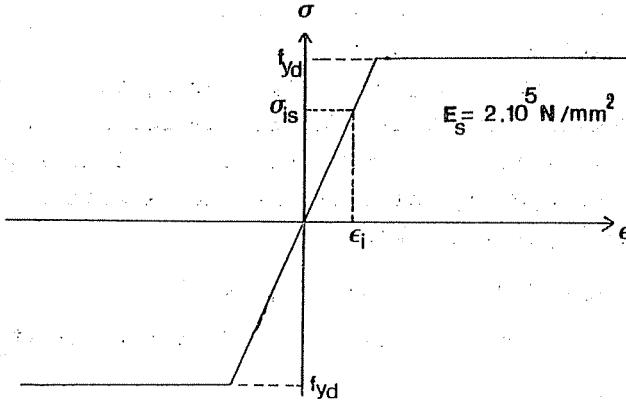
$$\sigma_{is} = \epsilon_i E_s, \quad |\sigma_{is}| \leq f_{yd} \quad (2)$$

ifadesi ile hesaplanır. (2) de  $E_s$  çeliğin elastisite modülünü göstermektedir. (2) ile hesaplanan çelik gerilmesinin mutlak değeri  $f_{yd}$  ile gösterilen çelik akma hesap dayanımından büyük olamaz.

Bu varsayımlar, bir çok yönetmeliklerin kabulleri ve deneysel sonuçlar ile uyum içindedir.



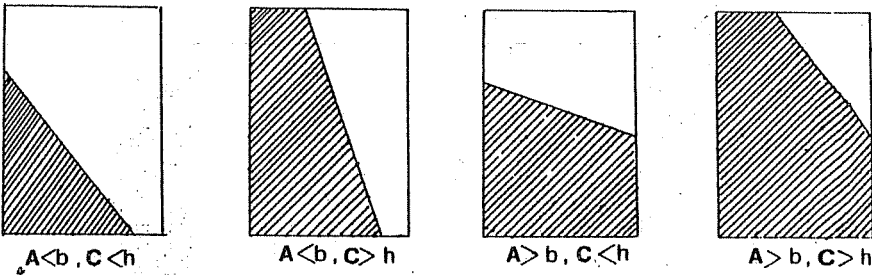
Şekil 1 Eksenel kuvvet ve eğik eğilmeye maruz dikdörtgen kesitte şekil değiştirme ve gerilme diyagramları



Şekil 2 Donatının gerilme şekil değiştirme diyagramı.

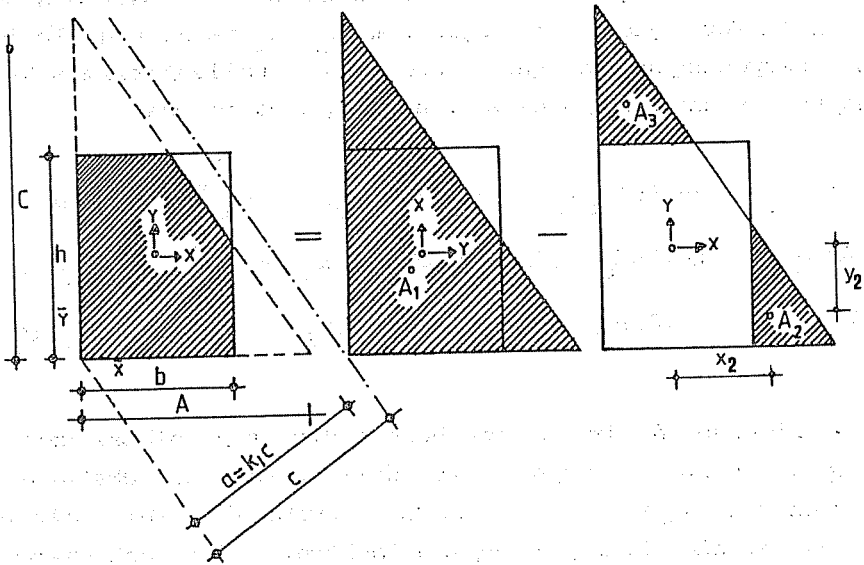
### 3. BETON BASINÇ BÖLGESİ ALANI VE AĞIRLIK MERKEZİ KOORDİNATLARININ BELİRLENMESİ

Şekil 1 de N aksenal kuvveti basınç olduğu zaman pozitif olduğu kabul edilmektedir.  $M_x$ ,  $M_y$  momentlerinin işaretleri şekildeki gibi seçilirse maksimum beton birim kısalması 3 nolu köşede oluşur. Denge denklemlerinin yazılışında en güç olan husus, beton tarafından alınan basınç kuvveti bileşkesi ve bu bileşkenin kesit ağırlık merkezinden uzaklığının hesabıdır. Beton basınç bileşkesinin değeri indirgenmiş tarafsız eksenin konumuna göre (bak.Şekil 3) üçgen, trapez veya beşgen biçiminde olan beton basınç bölgesi alanının  $0.85 f_{cd}$  ile çarpılması ile bulunur.



Şekil 3 İndirgenmiş tarafsız eksenin değişik konumları na göre meydana gelen idealleştirilmiş beton basınç bölgeleri

Şekil 3'ün incelenmesinde beton basınç bölgesinin üçgen veya trapez olması durumlarının, beşgen biçiminde olması durumunun özel halleri olduğu görülebilir. Böylece indirgenmiş tarafsız eksenin 3 nolu köşeden geçen eksen takımına göre konumunu belirlemek için A ve C olmak üzere iki değişken seçilir (bak.Şekil 4). Beşgen basınç bölgesine ait değerler, alanları ve ağırlık merkezleri koordinatları A ve C değişkenlerine bağlı olarak kolayca hesaplanan  $A_1, A_2$  ve  $A_3$  gibi üç üçgenin süperpozisyonundan kolayca bulunabilir.



Şekil 4 Değişik beton basınç bölgelerinin  $A_1, A_2$  ve  $A_3$  üçgenlerinin süperpozisyonu ile belirlenmesi

Beton basınç bölgesinin üçgen olması durumunda hem  $A < b$  hemde  $C < h$  olacağından  $A_2$  ve  $A_3$  üçgenlerinin ikisinde göz önüne alınmayacaktır. Basınç bölgesinin trapez olması durumunda ise eğer  $A > b$ ,  $C < h$  ise  $A_2$  üçgeni,  $A < b$ ,  $C > h$  ise  $A_3$  üçgeni göz önüne alınmalıdır.

Şekil 4 de görülen  $A_1, A_2$  ve  $A_3$  üçgenlerinin alanları ve merkezleri koordinatları

$$\begin{aligned}
A_1 &= \frac{AC}{2}, & x_1 &= \frac{A}{3} - \frac{b}{2}, & y_1 &= \frac{C}{3} - \frac{h}{2} \\
A_2 &= \frac{C}{2A} (A-b)^2, & x_2 &= \frac{A}{3} + \frac{b}{6}, & y_2 &= \frac{C}{3A} (A-b) - \frac{b}{2} \\
A_3 &= \frac{A}{2C} (C-h)^2, & x_3 &= \frac{A}{3C} (C-h) - \frac{b}{2}, & y_3 &= \frac{C}{3} + \frac{h}{6}
\end{aligned} \quad (3)$$

ifadeleri ile hesaplanabilir [5].

#### 4. İZDÜŞÜM VE MOMENT DENGE DENKLEMLERİ

N aksenal kuvvet ile iki yönde  $M_x$  ve  $M_y$  eğilme momentlerine maruz Şekil 1 de görülen dikdörtgen kesitte denge denklemleri Şekil 4 de açıklanan  $A_1$ ,  $A_2$  ve  $A_3$  üçgenlerinin süperpozisyonundan yararlanılarak, idealleştirilmiş basınç bölgesinin beşgen olması hali için yazılırsa

$$\begin{aligned}
0.85f_{cd}A_1 & - 0.85f_{cd}A_2 & - 0.85f_{cd}A_3 & + A_{st} \sum \alpha_i \sigma_{si} & = N \\
-0.85f_{cd}A_1x_1 & + 0.85f_{cd}A_2x_2 & + 0.85f_{cd}A_3x_3 & - A_{st} \sum \alpha_i \sigma_{si}x_i & = M_y \\
-0.85f_{cd}A_1y_1 & + 0.85f_{cd}A_2y_2 & + 0.85f_{cd}A_3y_3 & - A_{st} \sum \alpha_i \sigma_{si}y_i & = M_x
\end{aligned} \quad (4)$$

ifadeleri elde edilir. Basınç bölgesinin üçgen olması halinde  $A_2 = 0$  ve  $A_3 = 0$ , trapez olması halinde tarafsız eksenin konumuna göre  $A_2$  veya  $A_3$  ün sıfır alınması ile özel hallerde (4) denkleminde kolayca geçilebilmektedir. (4) denkleminde  $A_{st}$  toplam donatı alanı göstermektedir.  $\alpha_i$  ise i inci donatı çubuğu kesit alanının toplam donatı alanına oranını göstermektedir. Tüm donatı çubuklarının aynı çapta olması halinde

$$\alpha_i = \frac{1}{n} \quad n; \text{ kesitteki donatı sayısı} \quad (5)$$

olur.  $x_1$ ,  $y_1$  i inci donatı çubuğunun kesit ağırlık merkezinden geçen eksen takımına göre koordinatlarını göstermektedir. Kısım 2 de belirtilen kabüller ve birim uzamaların tarafsız eksen den uzaklıkları ile orantılı oldukları varsayımı göz önünde tutulursa (4) denkleminde görünen, i inci donatı çubuğuna ait gerilme

$$\sigma_{si} = E_s \epsilon_{cu} \left[ 1 - k_1 \left( \frac{\bar{x}_i}{A} - \frac{\bar{y}_i}{C} \right) \right] \quad (6)$$

olarak elde edilir. Burada,  $\bar{x}_i, \bar{y}_i, i$  donatı çubuğunun en dış beton basınç lifinin bulunduğu 3 nolu köşeden geçen ek- sen takımına göre koordinatlarıdır.

(3) ve (6) ifadeleri (4) denklemlerinde yerine konu- lacak olursa, kesit içinde donatı yayılışı belli ise, A, C ve  $A_{st}$  değişkenleri için

$$\begin{aligned} F_1 &= f_1 (A, C, A_{st}) - N = 0 \\ F_2 &= f_2 (A, C, A_{st}) - M_y = 0 \\ F_3 &= f_3 (A, C, A_{st}) - M_x = 0 \end{aligned} \quad (7)$$

doğrusal olmayan denklem takımı elde edilir.

#### 5. DOĞRUSAL OLMAYAN DENKLEM TAKIMININ SAYISAL ÇÖZÜMÜ

Bu kısımda (7) doğrusal olmayan denklem takımının Newton-Raphson ardışık yaklaşım yöntemi ile sayısal çözümü anlatılacaktır. (7) denklemi matris formunda

$$\underline{F}(\underline{x}) = \underline{f}(\underline{x}) - \underline{u} = 0 \quad (8)$$

olarak yazılabilir. Burada  $\underline{x}$ , (7) denkleminin bilinmeyen vektörünü tanımlamaktadır, yani

$$\underline{x} = [A, C, A_{st}]^T \quad (9)$$

(9) ifadesinde T transpozu göstermektedir. (8) denklemde görünen  $\underline{u}$  ve  $\underline{f}$

$$\underline{u} = [N, M_y, M_x]^T \quad \underline{f} = [f_1, f_2, f_3]^T \quad (10)$$

şeklinde tariflenmektedir. (8) denkleminin kökünün bulun- masında kullanılan formül

$$\underline{x}_{i+1} = \underline{x}_i - \Delta \underline{x}_i \quad (i = 0, 1 \dots)$$

olup burada  $\Delta \underline{x}_i$  artımı

$$\underline{A}_i \Delta \underline{x}_i = \underline{E}_i$$

$$\underline{A}_i = \frac{\partial \underline{F}}{\partial \underline{x}}(\underline{x}_i) : (3 \times 3) \text{ Jacobian Matrisi} \quad (11)$$

$$\underline{E}_i = \underline{F}(\underline{x}_i)$$

doğrusal denkleminin çözümüdür. Burada  $i$  indisi,  $i$ -inci iterasyondaki değerleri göstermektedir.

### 5.1 İterasyon Algoritması

Basic dilinde kodlanmış bilgisayar programında kullanılan iterasyon algoritması basamak basamak aşağıda özetlenmiştir.

1. Başlangıç  $\underline{x}$  vektörünü seç
2.  $i = 0$  al
3. Jacobian matrisi  $\underline{A}_i$  yi teşkil et
4.  $\underline{F}_i$  vektörünü hesapla
5.  $\underline{A}_i \Delta \underline{x}_i = \underline{F}_i$  den  $\Delta \underline{x}_i$ 'i çöz
6. Bir sonraki iterasyonda kullanılacak  $\underline{x}$  değerini  $\underline{x}_{i-1} = \underline{x}_i - \Delta \underline{x}_i$  den hesapla
7. Yakınsamayı kontrol et:  
$$\|\Delta \underline{x}_i\| < \epsilon$$
8. Yakınsıyorsa sonuçları yaz ve dur.
9. Yakınsamıyorsa  $i = i + 1$  olarak basamak 3'e gidip iterasyon işlemine devam et. 7.nci basamakta  $\|( ) \|$ ,  $( )$  nun vektör normunu göstermektedir.

### 5.2 Yakınsaklık Şartları

Newton-Raphson yönteminde yakınsaklık şartları aşağıda özetlenmiştir.

- 1-  $F_1, F_2, F_3$  fonksiyonları ve ikinci mertebeye kadar bütün türevleri aranan kök bölgesinde sürekli ve sonlu olmalıdır.
- 2- Jacobian matrisinin determinantı kök bölgesinde sıfırdan farklı olmalıdır. Ayrıca ilk yaklaşım  $A_0, C_0$  ve  $A_{st}$  aranan köke mümkün mertebe yakın olmalıdır.

Eğer yakınsama olursa hızı ikinci dereceden olup secant yöntemine göre daha iyidir. Her zaman  $A$  ve  $C$  sıfırdan farklı olduğundan  $F_1, F_2$  ve  $F_3$  fonksiyonları ile birinci ve ikinci türevleri sürekli ve sonlu kalmaktadır. Ayrıca yakınsaklık şartının sağlanması için [6] da önerilen yaklaşık taşıma gücü formülleri kullanılmıştır. Böylece toplam donatı alanı  $A_{st}$  için bulunacak değer ilk yaklaşım olarak seçildiğinden yöntemin daha az adımla yakınsaması beklenmektedir. Nitekim ele alınan tüm örneklerde bu durum gözlenmiştir.



## 6. PROGRAM İLE İLGİLİ AÇIKLAMALAR

Kısım 5.1 de özetlenen Newton-Raphson yönteminin adımları Basic dilinde kodlanarak bir bilgisayar programı hazırlanmıştır. Algoritma içinde yer alan lineer denklem takımı Gauss eliminasyon yöntemi ile çözülmektedir. Programın çalışması ile kullanıcıdan kolon boyutları, beton ve çelik hesap dayanımları, kesitteki çubuk adeti ile kesit içerisindeki yerleşim durumu, eksenel kuvvet ve iki yöndeki momentler istenmektedir. İteratif yöntemin başlangıç değerleri  $\underline{x} = [b, h, A_{st}]^T$  olarak program tarafından alınmaktadır. Toplam donatı alanı  $A_{st}$  için seçilen ilk yaklaşım değeri Çakır-oğlu - Özer [6] tarafından önerilen yaklaşık formüller kullanılarak hesaplanmaktadır. Böylece yöntemin yakınsama hızı büyük ölçüde arttırılmıştır. Aranılan çözümdeki artımlar

$$\sqrt{(\Delta A)^2 + (\Delta C)^2 + (\Delta A_{st})^2} \ll \epsilon$$

olduğunda işlem sona ermektedir. Program çıktısı olarak taraf sız eksenin konumunu belirleyen A ve C değerleri ile kesitteki toplam donatı alanı yazdırılmaktadır.

İki örnek problem çıktısı makalenin sonuna eklenmiştir. Yer darlığı nedeni ile program listesi sunulamamıştır ilgilenen okuyucular yazardan isteyebilir.

## KAYNAKLAR

- [1] Bresler, B., Design Criteria for Reinforced Concrete Columns Under Axial Load Biaxial Bending , Jour. ACI, V.57, 1960, (431-445)
- [2] Kong, F.K., Evans, R.H., Reinforced and Prestressed Concrete, Nelson, 1976, (161-164)
- [3] Durmuş, A., Eyüpoğlu, U., İki doğrultuda Bileşik Eğilme Etkisindeki Betonarme Kesitlerin Taşıma Gücüne Göre Hesabı, Kü, Müh-Mim.Fak.Ders Notları No 12, 1986.
- [4] Bakır, E., Bakır, A.R., Taşıma gücü yöntemi ile Kolon ve Perde Donatı Tabloları, I.M.O. Teknik Yayınevi, 1986.
- [5] Özmen, G., Eğik Eğilme ve Normal Kuvvet Etkisindeki Betonarme Kesitlerin Taşıma Gücü Kuramına Göre Hesabı, İ.T.Ü, Cilt 38, Sayı 1-6, 1980.

[6] Çakıroğlu.A., Özer.E., Eğik Eğilme ve Eksenel Kuvvet Et-  
kisindeki Dikdörtgen Betonarme Kesitlerde Taşıma Gücü  
Formülleri, YESA Yayınları No 1, 1983

Ek 1 Örnek Çözümler

ÖRNEK 1 (ÇAKIROĞLU-ÖZER, Sayfa:26)

VERİ DEĞERLERİ :

KOLON BOYUTLARI-----:B= 40.00 cm  
H= 40.00 cm

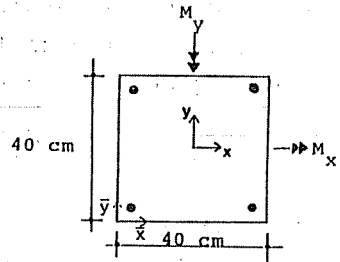
NORMAL KUVVET-----= 80.00 ton  
MOMENT-----M<sub>x</sub>= 1200.00 t-cm  
MOMENT-----M<sub>y</sub>= 1200.00 t-cm  
F<sub>cd</sub>-----= 166.66 kgf/cm<sup>2</sup>  
F<sub>yd</sub>-----= 3478.26 kgf/cm<sup>2</sup>

DONATI SAYISI-----= 4

DONATI NO	$\bar{X}$ (cm)	$\bar{Y}$ (cm)
1	4.00	4.00
2	36.00	4.00
3	36.00	36.00
4	4.00	36.00

ÇIKTI DEĞERLERİ :

ITERASYON SAYISI-----= 2  
TARAFSIZ EKSENİN YERİ-----:A= 33.71 cm  
C= 33.71 cm  
TOPLAM DONATI ALANI-----= 17.97 cm<sup>2</sup>



ÖRNEK 2 (BAKIR, Sayfa:12)

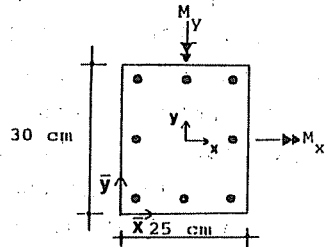
VERİ DEĞERLERİ :

KOLON BOYUTLARI-----:B= 25.00 cm  
H= 30.00 cm

NORMAL KUVVET-----= 19.50 ton  
MOMENT-----M<sub>x</sub>= 117.00 t-cm  
MOMENT-----M<sub>y</sub>= 390.00 t-cm  
F<sub>cd</sub>-----= 110.00 kgf/cm<sup>2</sup>  
F<sub>yd</sub>-----= 1910.00 kgf/cm<sup>2</sup>

DONATI SAYISI-----= 8

DONATI NO	$\bar{X}$ (cm)	$\bar{Y}$ (cm)
1	2.50	3.00
2	12.50	3.00
3	22.50	3.00
4	22.50	15.00
5	22.50	27.00
6	12.50	27.00
7	2.50	27.00
8	2.50	15.00



ÇIKTI DEĞERLERİ :

ITERASYON SAYISI-----= 14  
TARAFSIZ EKSENİN YERİ-----:A= 12.33 cm  
C= 42.74 cm  
TOPLAM DONATI ALANI-----= 14.56 cm<sup>2</sup>

ADANA BASENİNDE KUATERNER JEOLJİSİNİN EKONOMİK ÖNEMİ

Ahmet ACAR \*

ÖZET

Alp Orojenezinde oluşan Toridlerin içinde yer alan çalışma alanı Akdenizle Toros dağları arasında bulunmaktadır. Jeolojik yapıyı Paleozoik, Mesozoik, Tersiyer ve Kuaterner oluşuklar meydana getirmektedir.

Monoklinal yapı gösteren bölgenin morfolojisi Toros dağlarından deniz seviyesine kadar uzanan Pleistosen aşınma yüzeyleri ve Kuaterner oluşuklardan ibarettir.

Kuaterner oluşuklar (Alüvyon ovalar) tarım için çok önemlidir. Bu yüzden tarıma dayanan genel Ekonomi hızla gelişmektedir.

ECONOMICAL IMPORTANCE OF THE QUATERNARY GEOLOGY IN THE ADANA BASIN

ABSTRACT

The studied area is placed between Mediterranean sea and Toros mountain and also included by the Tarids occuppied in the Alp orogenesis. The Geological structure is composed of Paleozoic, Mesozoic, Tertiary and Quaternary deposits.

The Morfology of the area which exhibits the monoclinal structure, is made of Pleistocene eroded surface which extends from Toros mountains to sea level, and Quaternary deposits.

Quaternary deposits (Allüvium plains) are very important for the agriculture. Hence the general eceponomi, depends on agriculture, developes rapidly with the time.

---

(\*) : Ç.Ü.Müh.Mim.Fak., Jeoloji Mühendisliği Bölümü, ADANA.

## 1. GİRİŞ

Toroslar ile Akdeniz arasında mümbit alüvyon ovalar ve dalgalı arazi özelliği ile tatlı bir Morfolojiye sahip olan Adana Baseni Tarım ve Yerleşim açısından önemli özelliği kapsar. Bu yönü ile daima insanların ilgisini çekmiştir.

İnsan toplumu hızla artan nüfusu ve gelişen Teknoloji ile Ekonomiye faydalı olurken, bu gün için artış gösteren tarım ürünlerinin gelecekteki durgunluğu ve dolayısı ile insan yaşamını etkileyecek sıkıntıları hesaba katmama çabası içerisinde görüldüğü için, bilinen ve görülen bu tehlikenin önlenmesinde gerekli önlemlerin alınmasının şimdiden yerinde olacağına deyinmek amacı ile bu çalışma yapılmıştır [1].

## 2. JEOLOJİ

Türkiye'nin Tektonik birliğinde Toridlere dahil olan bölgede Paleozoik, Mesozoik ve Tersiyer oluşuklar temelden itibaren jeolojik yapının esasını teşkil etmektedir [2-4, 5].

### 2.1. Paleozoyik

a. Kozan yakınında küçük mostralalar halinde Şist, Dolomit, Kuvarsit, Kristalin kalker ve Şistler (Silur-Devon) [6].

b. Mersin kuzeyinde Mermer ve Kalker'ler.

c. Tarsus Kuzeybatısında-Ashabi keyf tepesinde ve buradan Kuzeydoğuya doğru Miosen arazi içinde küçük mostralalar halinde Metamorfik kalkerler ve şistler.

d. Misis dağlık bölgesinde ve Dededağı yakınlarında yer yer kristalize olmuş koyu siyah renk kalkerler ile bunlar arasında Grafit ve Kloritli şistler.

S.Göney'e göre kalkerler makrofosil bakımından çok fakir olup yer yer Fusulin ihtiva etmeleri yönünden Permo-

Karbonifer olarak belirtilmiştir.[6].

## 2.2. Mesozoyik

a. Ceyhan doğusunda ve Amanos dağlarında ince dokulu açık gri renkli kalkerlerle marn, gre ve şistlerin oluşturduğu ve ayrıca içlerinde Radyolarit ve Serpantinlerinde bulunduğu flişle temsil edilir.

Makrofosil bulunmayan ve Globigerine, Globotruncana ve Ostracod gibi mikrofosiller ihtiva eden bu kalkerlere Üst Kretase olarak işaret edilmektedir.

## 2.3. Tersiyer

a. Bölgede Eosen, Oligosen ve Miosen ayrımında zorluklar görülmesine rağmen,

Eosen, altta kalker üste doğru marn ve grelelerin hakim olduğu şeklindedir.

Oligosen, net olarak izlenememiş olduğundan bu devirde bölgenin su üzerinde kara durumunda olup dış etkenlere maruz kaldığı izlenimini vermektedir.

Alt, Orta ve Üst Miosen, denizi bölgede yaygın ve kalın bir Transgresyon materyali bırakmıştır.

Kaide konglomeraları ile başlayan Alt Miosen (Burdigalien) Marn ve açık gri Briyozoa'lı kalkerlerle devam eder. Paleozoik veya Kretase üzerine Transgresiv olarak görülür.

Orta Miosen (Helvesien-Tortonien) Gre ve Marnları ile Alt Miosen (Burdigalien) üzerine Diskordans olarak gelir. Bilhassa çapraz yapı özelliği gösteren Tortonien Grenleri Ostrea ihtiva etmektedir.

Tortonien Gre ve Marn tabakaları üzerine beyaz renkli tufü andıran bir seviye gelirken bu Tarsus çayı doğu ve batısında müşahade edilmektedir.

700 metre gibi kalınlık gösteren ve aynı fasiyeste olan Miosen oluşukları, bölgenin tedrici ve devamlı

çöktüğüne işaret sayılmaktadır.

#### 2.4. Pliosen

Kontinental menşeli depolar olup açığı gevşek bağlantılı Konglomera<sup>(1)</sup> Kumtaşı, kum, çakıl, kil ve milerden oluşan bu topluluk yer yer çapraz tabaka özelliğinde göstermektedir.

Genç Alpin (Miyosen sonu-Pliosen başı-Attican) orojenezinden sonraki akarsuların aşındırıp çukurlara taşıdığı materyalin birikmesi bu oluşuğun meydana gelişindeki esas teşkil etmiştir. [7-8].

Pliosen oluşuklarının meyil kazanması ise Pleistosen'deki yeni blok hareketleri (Epirojenik olaylar) ile mümkün görülmekte olup bu durum Torosların güney kıyıları boyunca müşahade edilen yükselme buna karşı ovada ise çöküntüye neden olmuştur denilebilir.

#### 2.5. Kuaterner

Bu devirde meydana gelen flüvial depo, Toroslar ile Akdeniz arasında yer alan Çukurovadır [1].

Güney sahilimizde geniş ve önemli olan bu Çukurovamız, Batıdan Doğuya doğru başlıca Erdemli, Mersin, Tarsus, Adana, Kozan, Kadirli, Ceyhan, Düziçi (Haruniye), Osmaniye, Dört Yol ve en son daralarak İskenderuna kadar bu isimlerle anılmaktadır [6].

Ceyhan, Seyhan ve Tarsus akarsuları başta olmak üzere batıya doğru Delice, Dalak, Karaoğlan, Karakız ve Alata gibi küçük akarsuların taşıdıkları materyalin birikme alanıdır. Bunların ovaya açıldığı ve denize ulaştığı

(1): Çakılları, Kalker, kumtaşı, kuvarsit, diyabaz, gabro, peridotit ve serpantin gibi tortul-püskürük-asid, bazik ve ultrabazik ve bilhassa Paleozoik, Mesozoik (Kretase) Tersiyer (Miyosen) yaşındaki kayalara aittir. Bazı kesimlerinde renkli ve köşeli çakılları ile tipik breş özelliğindedir.

ağız bölümlerinde birikinti konileri, Deltaik oluşuklar, Kıyı kordonu, Kıyı kumulları ve Taraçalar gibi bu bugünkü yapısal şekiller Pleistosen başından beri olagelmektedir.

Yumurçalık yakınında 50 metre yükseklikteki eski kıyı kumulları içinde Murex, Cardium ve Pectuncülüs gibi denizel Pleistosen fosilleri S.Göney tarafından bulunmuştur [6].

## 2.6. Kaliş

Bir nevi Traverten olan ve Adana şehrinin kuzeyinden Batıya doğru dar bir şerit halinde arazi yüzeyini örten bu kaba kalker ( $\text{CaCO}_3$ ) karasal bir çökelek olarak görülmektedir [6-8].

Pleistosen sonu-Kuaterner basında  $\text{CaCO}_3$ 'lü suların uygun zemin üzerinde toplanma ve alta sızma olanağı bulunduğu ve kurak mevsimlerde kireçli suların yüzeye çıkması, yüzeydeki sızma olanağı bulamayan sularla birlikte buharlaşarak  $\text{CaCO}_3$ 'ün çökmesi bu çeşit kayacın meydana gelmesini sağlamıştır ki, Güneye doğru olan hafif eğimleri alttaki topografyaya uygun şekilde tortulanmasının bir sonucudur.

## 3. VOLKANİZMA

Torosların güneyinde uzanan bölgemizde önemli püskürme olayları müşahade edilmemiştir. Ancak Misis dağlık bölgesinin doğusunda ve Toprakkale civarında genç dolgu- dan oluşan ova üzerinde tek tek Bazalt konileri görülür. Toprakkalenin biraz batısında bu Bazalt lavları ile beraber Tüf ve Piroklastik materyal hareketli püskürme olayını simgeler.

Lavların Toprakkale güneyindeki Kısıkboğazı doğu yamacı üzerinde tedricen soğuyarak ve Pliyosen konglomeralarını örttüğü düşünülürse püskürmenin Pleistosen'e ait olacağı sonucuna varılmaktadır [6].

## 5. MORFOLOJİ

Bölge genelde sade görünüm içerisinde olan bir morfolojiye sahiptir. Alp orojenezinin başlangıç ve son hareketleri içerisinde bulunmuş, yapı Kuzeybatıdan-Güneydoğuya doğru gelişen itilme hareketleri ile Kuzeydoğu-Güneybatı yönde kıvrım ve faylanmaya maruz kalmıştır.

Bilhassa Miosen serilerinde Kuzeyden-Güneye doğru (Yüksek araziden-Çukurovaya) tatlı kıvrımlar (Monoklinal yapı) oluşmuştur. Dış ajanların etkin tesirleri ile bu günkü belirgin bir görünüş içerisindeki aşınım yüzeyleri (100-250 m.) ve bu yüzeyler üzerindeki Tanık tepeler (250 m. üzerinde) ; Ova basamağı (50-100 m) , Alüvyon dolgu (0-50 m.) , Vadiler, Taraçalar, Yamaçlar, Heyelan alanları, Çöküntü çukurları, Karstik oluşuklar, Kum ve Çakıl depoları morfolojik yapının esas özellikleridir.

Bütün bu şekiller başlangıç ve sonuçları ile insan yaşamına acı ve tatlı olarak etkendirler. Etkenliğin devamı ve şiddeti iklimle doğrudan ilişkilidir.

## 6. PLEİSTOĞRAFYA

Miosen'de Akdenizin Kuzeydoğuya uzanan sularının tesiri altında bulunan Pliosen başında gerçekleşen Attik safhasında kısmen sudan kurtularak Lagüner ortama geçmiştir. Sığ ve hareketli Lagüner ortamda ve Pleistosen başında Wallachian safhası ile sona ererek dış etkenlerin artan işlevleri ile bu günkü morfoloji doğmuştur [1].

## 6. TARIM

Ekonominin gelişmesi tarım, tarımında temeli münbit, ekilebilen topraklardır. Bunun yanında iklim ve su kaynakları destekleyici önemli faktörlerdir. Akdeniz içerisindeki bölgede kışlar ılık yazlar sıcaktır, yağışlar genellikle ilkbahar ve Sonbaharda olup, yıllık yağış or-



talaması 600 mm. sıcaklık ise 20°C civarındadır. Uygun Coğrafi durum, Morfolojik yapı ve bu iklim şartlarına sahip olan bölgede Tarım ile sanayi bitkileri için ekim alanları: [3].

a. Tabanlı vadilerin düzlükleri (Akarsu yatağının iki tarafındaki geniş düzlükler)

b. Ova tabanları ve Çukurovayı simgeliyen genç alüvyon dolgu

c. Kıyı ve Delta düzlükleri

d. Çukurova ile kuzeydeki yüksek arazi arasında kalan hafif dalgalı basamak (Kaliş ve karstik küçük çukurluklar bu alan içerisindedir.)

e. Geniş taraça yüzeyleri, olup buralarda başlıca Pamuk, Buğday, Arpa, Mısır, Soya, fasulyesi, Yer fıstığı, Kavun, Karpuz, Domates, Soğan, Havuç, Marul, Biber, Patlıcan, Pırasa, Patates, Bamya, Bağ, Susam, Kabak, Salatalık, Kırmızı pancar, Portakal, Limon, Turunç, Mandalina, Greyfurt (Altıntop), Şalgam, Muz, Yeni-dünya, Çilek, Şeftali, Hurma, Elma, Erik, Zeytin, normal incir ve Hint Inciri gibi ürünlerin yetiştirilmesi ön planda gelmektedir.

Belirli hasat zamanlarında etraf şehir insanlarına bile iş imkanlarının doğması, arasındaki sınırların belirsiz olduğu dört mevsimde'de sulama, gübreleme ve üretim imkanlarının var oluşu, Adana, Mersin gibi en güzide şehir kasaba ve köyleri ile bölgenin yurt ekonomisine katgısı,

a. Artan nüfusuna uygun olarak ucuz ve bol beslenme ürünlerini sunması dolayısı ile tarımda en güçlü bir gelir varlığına sahip olması,

b. Gelişmekte olan ileri teknolojiye göre insanlarımızın eğitilip yetiştirilmesine,

c. Bu ekilebilen mümbit tarım arazilerinin korunması ve devamına bağlıdır.... [7].

## 7. YERLEŞİM

İnsanların yaşamlarını mutluluk içerisinde sürdürmek bakımından gerekli olan önemli özelliklere sahip bölgemiz, tarihin eski zamanlarından beri, ilgi çekmiş olduğundan Etiler, Asurlar, Persler, Makedonyalılar, Grekler, Romalılar, Bizanslar, Selçuklular, Memluklar ve Osmanlılar bölgede yerleşik ve devamlı bir hayat sürmek için çalışmışlardır (1)

Günümüzde ise, Bölgemizde, ekilebilen düz arazi, Anayol kenarı ve Irmak boyları artan bir yerleşim tesiri altına girmektedir. Her geçen gün yapılan sanayi tesisleri ve konutlar, buna paralel olarak artan nüfus tarım arazisini daraltmakta hatta yok etmektedir. Tarımın zayıflığı ise ekonomiye güç kazandırmayacak, menfi yönde etkileyecektir.

Yurdumuzun güney ambarı olan bu güzel toprakların üstte temas ettiğimiz nedenlerle yol almasındaki süratli gelişmeye bilhassa ulaşım ve alt yapı kolaylıklarının etken olduğu durum telafisi mümkün görülmeyen sonuçları ortaya çıkaracaktır.

## 8. ULAŞIM

Ekonomideki gelişme için bölgenin tarım potansiyelinden sonra ulaşım ön planda gelmektedir. Coğrafi durumu çok uygun olan bölge Avrupa ile Ortadoğu arasında geçit teşkil eder. Modern ulaşım sistemi içerisindedir. Hava, Demiryolu ve Kara ulaşımı ile pürüzsüz diğer bölgelerimize, Avrupa ve Ortadoğu ülkelerine bağlıdır. Bu özelliği ile parlak bir geleceğe daima sahiptir.[1].

---

(1): Bu toplumların bölgedeki hayatlarının süreksizliği iklime alışmaktaki güçlükler ve kendilerinden sonra gelen istilacıların rahatsız etmelerinin sonucudur.

## 9. ÖNERİLER

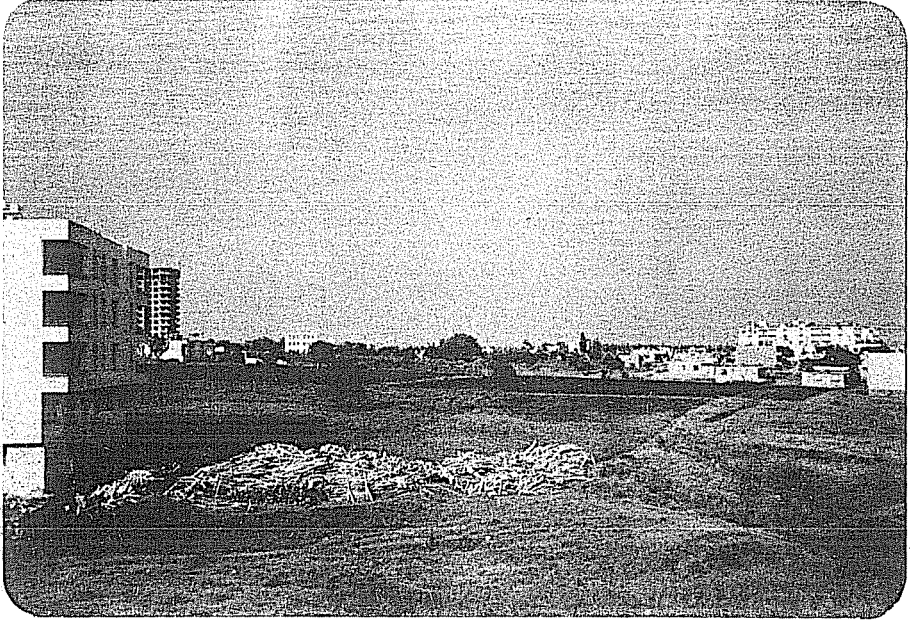
1. Tarım arazisi bütünü ile korunmalı,
2. Tarım arazisi üzerine sanayi tesisleri veya meskenler yapılmamalı.
3. Bütünü ile yerleşim alanı olarak, Çukurova ile kuzeydeki yüksek arazi arasındaki hafif dalgalı basamak arazi değerlendirilmelidir.
4. Alt yapı ve ulaşım sistemine önem verilmeli (sıhhatli plan esastır).
5. Yapıların çökme, su baskını (ırmak, nehir, göl taşkınları, sağanak, sel suları, hatta denizin ilerlemesi v.s.), yangın, deprem, fırtına, yıldırım gibi afetlere karşı koyacak özelliklere göre yer seçilerek yapılmalı.
6. Bilhassa resmi binaların yapılacağı yerlerin iyi seçilmesine ve binaların iyi korunmasına özen gösterilmeli.
7. Bataklıklar kurutulmalı, kırsal alan ağaçlandırılmalı, mevcut ağaç ve ormanlar iyi korunmalı ve değerlendirilmeli.
8. Heyelan sahaları, toprak akması, dağ kayması ve erozyonun etkileyciliğine karşı önleyici önlemlerin alınması.
9. Su depoları (Baraj, Göl, Gölet, Pınar, Kuyu ve arteziyenler) israf edilmeden ve kirletilmeden kullanılmalı
10. Gelişen Teknolojiye göre insan gücü yetiştirilmeli ve devamlılığını sağlamalı.

Bu önerilerimiz bütün yönleri ile değerlendirilirse, güçlü tarım, ve üretim, sıhhatli yerleşim, yükselen ekonomiye daima hız kazandıracak ve yurt kalkınmasında bölgemiz payına düşen hizmeti yapmış olacaktır. 1 .

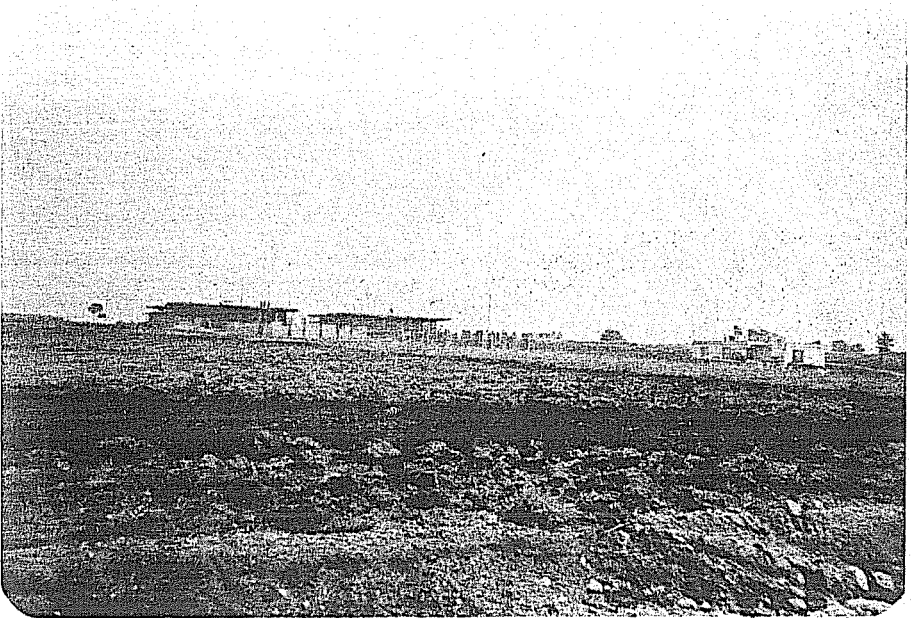
## KAYNAKLAR

- [1] A.Acar, Adana bölgesinde Jeomorfolojik gözlemler.  
Adana, (1986).

- [2] C.Erentöz, Türkiye Jeolojisi üzerine genel bir bakış. S.37, M.T.A. Derg. 48, Ankara (1956).
- [3] C.Şahin, Aşınım yüzeylerinin Türkiyede tarım alanları olarak önemi. Jeomorfoloji Derg., 13. Ankara (1985).
- [4] İ.Ketin, Türkiyenin orojenik gelişmesi. M.T.A. Derg. 53, Ankara (1959).
- [5] N.Egeran, Adana havzası jeolojik karakterleri ve petrol imkanları. M.T.A. Mec. No: 39, Ankara (1949).
- [6] S.Göney, Adana ovaları I.İstanbul, (1976).
- [7] Z.Arıkkök, Türkiye umumi toprak haritası. Ankara (1954).
- [8] Z.Ternek, Adana baseni Alt Miosen (Burdigaliyen) formasyonları ve diğer formasyonlarla ilişkisi ve petrol olanakları. M.T.A. Bülteni 48, Ankara (1957).



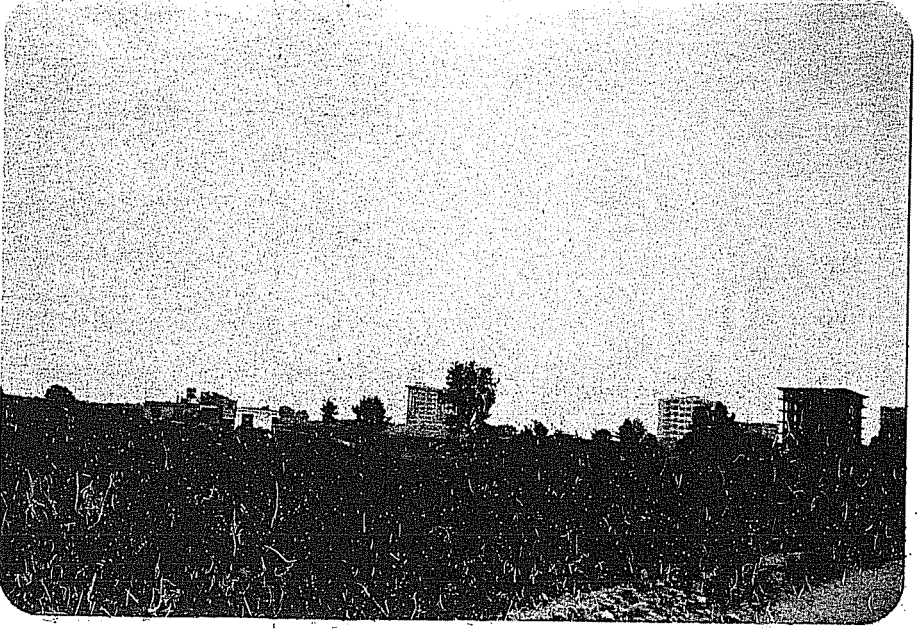
Şekil: 1



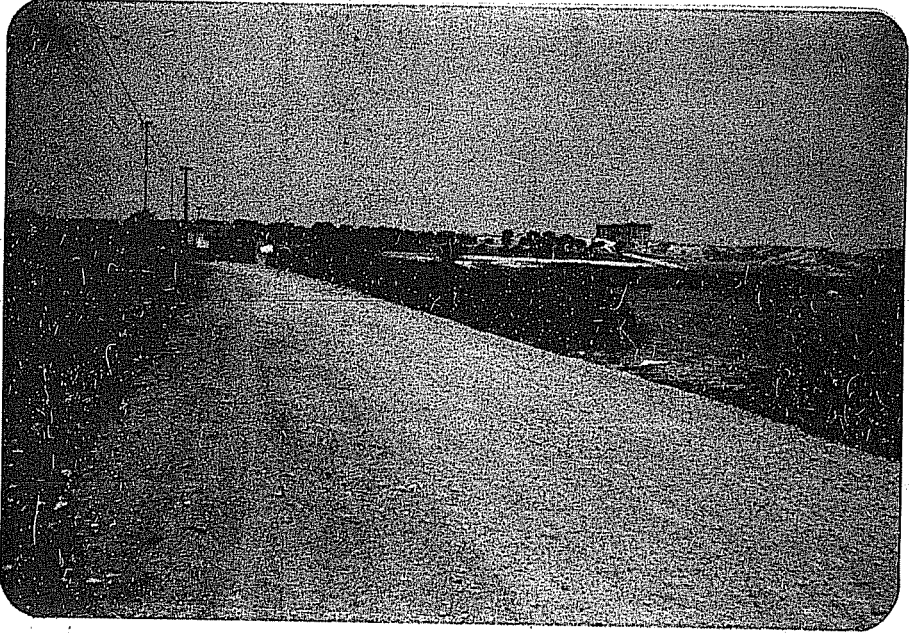
Şekil: 2

Şekil: 1 ve 2, Yok olan güzel topraklar...

Mahfasığmaz-Adana. (F.A.ACAR)



Şekil: 3



Şekil: 4

Mümbit topraklar üzerinde yükselen yeni binalar. Mahfasığmaz-Adana (F.A.Acar), 1987

## YENİ MADEN YASASI VE MADENCİLERİN YÜKÜMLÜLÜKLERİ

Mesut ANIL<sup>(\*)</sup>

### ÖZET

Bu yazıda 15 Haziran 1985 tarihinde yürürlüğe giren 3213 sayılı Yeni Maden Yasası'nın getirdiği yenilikler üzerinde durulmakta ve önceki maden yasalarıyla önemli farklılıkları üzerinde tartışılmaktadır. Ayrıca bu yeni yasayla birlikte işletmeci kişi ve kuruluşların yükümlülükleri ve haklarını nasıl kullanacağı ayrıntılı olarak anlatılmaktadır. Yaklaşık 30 yıl yürürlükte kaldıktan sonra bu yasayla değiştirilen 3609 sayılı önceki Maden Yasası'nın değiştirilme zorunluğunu doğuran sebeplere değinilerek, kısa bir zaman sonra bu yasanın da ihtiyaçlara cevap vermeme gibi bir durumla karşılaşılması için alınması gerekli tedbirler ve gerekli düzenlemelerin bir an önce yapılması önerilmektedir.

### THE NEW MINING LAW AND RESPONSIBILITIES OF MINERS

#### ABSTRACT

In this paper, the new jurisdictions put forth by the latest mining law enacted on the date of June 15th, 1985 are emphasized, and its differences from the previous one are discussed. Next, the responsibilities and rights of the mine-managing persons or establishments indicated by the new law are explained in detail. The reasons which made it necessary for the ex mining law to be renewed after having been in use for about 30 years

---

(\*) : Ç.Ü.Müh.Mim.Fak., Jeoloji Mühendisliği Bölümü, ADANA

are also explained, and the measures needed to be taken in order not to make the new law obsolete and impotent soon also to sustain the changing recent conditions are proposed also.

## 1. GİRİŞ

Bu makalede eski 6309 sayılı Maden Kanununu yürürlükten kaldırarak 15.6.1985 tarihinde 3213 sayı ile yürürlüğe giren yeni Maden Yasasıyla yapılan ve yapılması gerekli görülen düzenlemeler üzerinde durulmakta ve madencilik yapan gerçek ve tüzel kişilerin kanunla öngörülen sorumlulukları ayrıntılı olarak incelenmektedir. Henüz tam olarak uygulanmayan bu yeni yasanın bazı maddeleri Anayasa Mahkemesince iptal edilmiş ise de yasanın büyük bir kısmı Anayasa Mahkemesinin denetiminden geçmiştir. Toplumumuzdaki hızlı yapı değişikliğine paralel olarak yapılan sık sık ve köklü değişiklikler ilk uygulama yıllarında oldukça tartışmalara ve karışıklıklara neden olmaktadır. Bu yasalar üzerinde yapılan spekülasyon tartışmalar dışında kanunun bir çok maddesi tartışılmağa geçecek köklü değişiklikler getirmiştir. 1954 yılından beri yürürlükte bulunan 6309 sayılı eski Maden Yasası, 1963 yılında 271 sayılı kanunla yapılan bazı kısmi değişiklikler sayılmazsa 30 yıldan fazla bir sürede yürürlükte kalmıştır. Bu süre içinde Türkiye'nin temel yapısında da oldukça büyük gelişmeler olmuş, buna paralel olarak da madencilik faaliyetleri artmıştır. 6309 sayılı eski maden yasasının aksayan birçok maddesinin değiştirilmesi gerekli hale gelmiştir.

## 2. TÜRK MADEN MEVZUATININ GEÇMİŞİ

Madenlerle ilgili mevzuatımızı sekiz bölüme ayırmak mümkündür. Bunlar madenlerle ilgili ilk hükümleri kapsayan 23 Şevral 1274 tarihli arazi kanunu, 9 Muharrem 1278 tarihli Maadin Nizamnamesi, 23 Zilhicce 1285 tarihli Maadin Nizamnamesi, 23 Ağustos 1303 tarihli Maadin Nizamnamesi; 26 Mart 1322 tarihli Maadin Nizamnamesi ek



ve tadilleri ve 4268 sayılı madenlerin arama ve işletilmesi hakkında kanun, 1954 tarihinde yürürlüğe giren 6309 sayılı Maden Kanununu ve nihayet 15.6.1985 tarihli 3213 sayılı yeni Maden Yasası'dır. Dikkat edilirse bu kanun ve nizamnameler sık sık değiştirilmiştir. Değiştirilme tarihleri ne olursa olsun, her değişikliğin mutlak ihtiyaktan doğduğu söylenebilir.

Osmanlı devletinin kuruluşunda Arazi kanunun çıkarıldığı 1858'e gelinceye kadar madenler bakımından yapılmış bir düzenleme bulunmamaktadır [1]. Yapılan arşiv araştırmalarında madenler bu devre içinde yalnızca ekonomik konularda zikredilmiş ve bunların serbestçe kullanıldığı bir varlık olarak ele alınmıştır. 1858 tarihli arazi kanununda madenler ile ilgili düzenlemelerin 107.maddede belirtildiği görülmektedir [2]. Bu maddenin bugünkü türkçe ile özeti şudur. "Arazi sahipleri kendi arazisinden çıkarılacak her türlü madenin tasarrufunda söz sahibi olmayıp, devlet madenler üzerinde söz sahibidir. Ancak arazi sahibinin ziraat yapması durumunda kendisine tazminat ödenmesi hükme bağlanmıştır. Ancak bazı özel arazilerde ve vakıf alanında maden bulanların buldukları madenlerin 1/5'i devlete diğer kısmı ise madeni bulana aittir denilmektedir". 1862 tarihli ilk Maden Nizamnamesi yayınlanarak 1867 yılında ilk maden ruhsatı linyit madeni için bir şirkete verilmiştir. 1869 yılında yayınlanan ikinci Maadin Nizamnamesi Fransız Maden Yasalarının incelenerek Osmanlı Devletine adapte ettirilmiştir [1]. Bu yasayla birlikte 99 yıllık gibi uzun süreli maden imtiyazları verilmeye başlanmıştır. 25 Ağustos 1887'de yayınlanan üçüncü Maadin Nizamnamesi 92 maddeden ibarettir. Bu kanun bir önceki nizamnamenin temelleri üzerine çıkarılmıştır. Ancak esas madenlerle, maden niteliği taşımayan hammaddeler ayrılmış ve ilk taşocakları nizamnamesi bu tarihte yayınlanmıştır. 1908 yılında çıkarılan Maadin Nizamnamesi, ek ve tadilleriyle modern anlamda bir yasa ortaya çıkarılmış olmaktadır. Zira bu kanun esas itibariyle 1954 yılında yürürlüğe konulan 6309 sayılı modern yasanın yayınlandığı tarihe kadar Türk

Madencilikinin bu kurallar içinde yürütüldüğü yasadır. Ayrıca M.T.A ve Etibank'da 1935 yılında bu kanunun yürürlükte kaldığı süre içinde kurulmuştur. En önemli özellikleri maden ruhsatının ancak belli yerler içinde geçerli olacağını ve aramaların belirtilen sınırlar içinde yapılabileceğinin hükme bağlanması ayrıca bazı stratejik yerlerde ruhsat verilmeyişidir. Bu gün bile bu yasa hükümlerinin bir çoğu yürürlükte sayılabilir.

1954 yılında yayınlanan 6309 sayılı Maden Yasasının çıkarılmasına sebep olarak "memleket topraklarının içinde saklı bulunan ve bir defa alındıktan sonra yerine konulması mümkün olmayan maden cevherlerinin tahrip olmadan en verimli şekilde çıkarılmasının önemi" gösterilmiştir. Bu yasa bir önceki yasa devlet teşekkülüyle fertler arasında eşitlik ilkesini ihlal eden maddeleri kaldırmıştır. Ayrıca yabancı sermayenin Türk kanunlarına göre kurulmuş yerli şirketler muafiyetiyle Türkiye'de madencilik yapabilmesi sağlanmıştır. 11 Mart 1954 tarihli 6309 sayılı Maden Yasasında devlet kuruluşlarından M.T.A Enstitüsüne büyük avantajlar sağlanmıştır. M.T.A Kanununun 7.maddesi Enstitünün kendi hesabına maden arama veya madencilik yapabileceği ve bu sahalarda için maden kanununa göre ruhsat almağa mecbur olmadığı şeklinde düzenlenmiştir. Bu esas neresinden bakılırsa bakılsın serbest madencilikte eşitsizlik teşkil eder. Nitekim 6309 sayılı eski maden yasasının en çok tenkit edilen maddesi bu ilke olmuştur. Özellikle serbest madencilik yapan kişi ve kuruluşların yaptığı müracaatların bir çoğuna M.T.A adına aramalara kapatılmıştır cevapları gelmesi ve M.T.A Enstitüsünün ise bu sahaların tamamında arama yapamaması buralarda bulunan yeraltı servetlerinin çıkarılmasını önlemiştir.

Türk maden mevzuatlarının sekizinci safhasını oluşturan ve Resmi Gazetede yayınlanan 3213 sayılı yeni maden yasası [3] bir çok hususta yenilikler getirmiştir.

### 3. 3213 SAYILI MADEN YASASI VE MADENCİLİK FAALİYETLERİNİ DÜZENLEME ESASLARI

Yeni maden yasası önceki maden yasalarından farklı olarak madenleri, enerji madenleri, metal madenleri, sanayi madenleri ve kıymetli taşlar olmak üzere başlıca dört ana gruba ayırmıştır.

Ayrıca bu yeni husus eskiden taşocağı nizamnamesine göre kapatılmış bir sahada herhangi bir maden arama ruhsatı alınmanın mümkün olamayacağı ilkesini getirmiştir. Yine önceki yasalarda madenler isim olarak belirtilirken bu kanunun 16.maddesine göre alınacak arama ruhsatnamelerinde yalnızca maden teriminin kullanılması benimsenmiştir. Yeni maden yasası ayrıca bir çok konuda yapılacak kaynakların başka bir inceleme yapılmaksızın doğru kabul edilmesini ancak beyanlara imza atacak kişilerin herhangi bir hatalı bildirimden mesul tutulacağını hükme bağlamıştır. Yanlış yapılmış beyanlar verilmiş tarihinden itibaren iki ay içinde gerekçe belirterek düzeltilmesine imkan tanınmıştır. 3213 sayılı yeni maden yasası maden ve jeoloji mühendislerinin teknik konularındaki raporlarında kasıtlı olarak düzenlenmiş beyanların tesbit edilmesi halinde 3 yıl süreyle maden kanunu nezdinde yapacakları beyanların geçersiz sayılması gibi bağlayıcı hükümler içermektedir. Ayrıca kasıt derecesine göre Türk Ceza Kanunu hükümleri de uygulanacaktır. Harçlar ve teminatlar üzerinde de büyük değişiklikler yapan yeni yasa saha sınırlamasını da büyük ölçüde ortadan kaldırmıştır. Teminatlar ruhsat alanının hektar başına her mali yılda belirtilen miktarlarda teminatlar yatırılmaktadır. Bu kanunda ilgilinin müracaatlarından sonra iki defa ruhsat alanının sınırları değiştirilebilir. Ayrıca aynı kişi veya kuruluşa ait ruhsat sahaları birleştirilebilir. 6309 sayılı önceki maden yasasında en fazla 2000 hektarlık ruhsat sahası bu yasayla harç yatırmak koşuluyla istendiği kadar büyütülebilir. Ayrıca önceki yasada arama ruhsatname talebine eklenen saha sınır haritası ve sınır noktalarının tarifi gibi formaliteler

tamamen kaldırılmıştır. Yeni maden yasasında arama yapılacak sahanın 1/25.000 ölçekli topografik haritalarda göstermek kaydıyla saat ibresi yönünde düzenlenecek noktaların koordinat değerleri verilerek kapatılmaktadır. Önceki yasada çok düşük bir miktar olan teminatların artan enflasyonla orantılı olarak Bakanlar Kurulunca saptanacak değerler üzerinden ödenmesini esasa bağlamış ve böylece beşbin liralık bir teminata 2000 hektarlık bir alanı uzun süre aramalara kapatılarak atıl bir durumda bırakılması amaçlanmıştır. Harçların astırılmasından başka amaç da madenciligi daha ciddi bir meslek haline getirmektedir. 3213 sayılı yeni yasanın yayınlandığı tarihten itibaren bir süre yapılan yakınmalar kanaatimizce tutarsızdır.

Bilimsel açıdan yeni maden yasasının en önemli yeniliği arama döneminde sekizer aylık dönemlerde faaliyet raporlarının düzenlenmesinin mecbur kılınmasıdır. Bu raporlarda önceki yasaların hiçbirinde görülmeyen jeoloji mühendisine imza hakkı tanınması ayrı bir yeniliktir. Arama ruhsatı alındıktan sonra, belirtilen sahada 8'er aylık 3 arama dönemi ve 6 aylık proje hazırlık dönemi olmak üzere toplam 30 ay sonunda madenin bulunmuş maden haline getirilmesi gerekmektedir. Arama dönemlerinde düzenlenecek jeoloji raporlarının oldukça teknik bilgileri içermesi yönetmeliklerle tesbit edilmiştir [4].

İşletmeciler kuruluşların en önemli yükümlülüklerinden biri olan arama faaliyet raporlarının yönetmeliklerde belirtildiği şekilde düzenlenmesi gerekmektedir. Arama faaliyet raporlarında yatağa ulaşılması gerekli yol uzunluğundan başlayıp, çalışma mevsimi, işçi temini, bölgesel özellikler giriş bölümünde belirtilecektir. Ruhsatta konu olan ve yan cevher minerallerinin tarifleri, hem genetik ve hem de oluşum sonucu uğradığı değişikliklerle birlikte ayrıntılı olarak ele alınacaktır. Tüm yataklanma özelliklerinin de ele alınarak cevher kütlesinin yayılımı, tenörü ve zararlı katkıları açıklanacak, bütün bu bilgiler rastgele yazılmayıp laboratuvar analizleriyle

doğrulanacaktır. Ayrıca ruhsat sahası için öngörülen veya bir önceki dönemde gerçekleştirilen tüm çalışmalar özetlenecektir. Burada bir maden arama raporu yapılan bir sahada jeolojik konum ve cevher oluşumunun ayrıntılı olarak bir jeoloji ve bir maden mühendisi tarafından ayrıntıları ile incelenmesi gereklidir. Yeni maden yasasının en önemli yeniliği şüphesiz bu bilgiler altına imza atan teknik kişilere getirdiği sorumluluklardır. İşletmeci kuruluşların da ne pahasına olursa olsun arama dönemlerinde bu teknik bilgileri ilgili elemanlar aracılığı ile temin etmeleri gereklidir. 6309 sayılı önceki maden yasasında da bazı bilimsel raporlar öngörülmekteydi. Ancak bu raporların yalnızca maden mühendisleri tarafından imzalanması uzun yıllar büyük bir eksiklik olarak kabul edilmiştir. Bu nedenle 3213 sayılı yeni maden yasasında bu eksikliğin giderilmiş olması sevindiricidir.

Sekizer aylık dönemler ve ön işletme projesi için verilen 6 aylık süreyle 30 ayı bulan arama dönemi sonunda düzenlenecek raporlarla ya bulunmuş maden hüviyetine kavuşulacak veya o saha aramaları yeniden açılmış olacaktır. Yeni yasada üçüncü bir durum öngörülmemiştir. Önceki maden yasasından farklı olarak bulunmuş maden anlamı kazanmak ancak teknik raporlarla mümkün olabilmektedir. En az bir jeoloji ve maden mühendisinin imzalayacağı bilimsel raporların rastgele düzenlenmemesi kanun emridir.

Herhangi bir sahada ve herhangi bir maden için işletme veya ön işletme ruhsatı almış bir kişi veya kuruluşun yükümlülükleri bir önceki yasaya göre 3213 sayılı yeni maden yasasında daha ciddi olarak değerlendirilmiştir. Yeni yasada bazı özel durumlarda işletmeci kuruluşlara kolaylık getirilmek amacıyla ön işletme kavramı getirilmiştir. Bu kavram arama döneminde yeterince iyi tanınamamış ve özellikleri tam olarak ortaya konulmamış maden yataklarının 3 yıl içinde sürdürülecek ön işletme faaliyetleri sırasında iyice araştırılması ve boş yere yatırımlardan kaçınılması için yerinde düşünülmüş bir kavramdır. Ön işletme projesinin maksimum süresi olan üç

yılın sonunda işletme talebinde bulunulmaz ise saha bulunmuş maden statüsüne geçerek ihale edilir.

3213 sayılı yeni maden yasasında bir diğer yenilik ise işletme projesine tanınan yürürlük süresidir. Önceki yasada 99 yıla kadar varan işletme projeleri bu yasayla daha bilimsel bir yaklaşımla saptanan cevher yatağının büyüklüğü ve seçilecek işletme yöntemiyle münasip olarak sınırlandırılmıştır. İşletme ruhsatları hiçbir zaman on yıldan aşağı olamaz. Gerek jeolojik tedbirler ve gerekse işletme olanakları ve seçilecek metodların verimliliği gözönüne alınarak hazırlanacak raporlar sonucu bu süre gerekli koşullar işletmecisi kuruluşlar tarafından çoğalarak altmış yıla kadar uzatılabilmektedir. Bu yeni ilke bir maden sahasının hiç bir bilimsel gerçeğe dayanmadan bir asır boyunca atıl tutulma işletmelerini önlemesi bakımından iyi bir yaklaşımdır.

İşletmecisi kuruluşların işletme döneminde proje gereğince düzenlenecek işlerin belgelendirilerek her yılın mart ayı sonuna kadar, imalat haritası, bilanço, arama faaliyet raporu bir sonraki yıl için planlanan programı maden dairesine vermeleri zorunludur. İki defa işletme faaliyet raporu vermeyen bir kişi veya kuruluşun teminatları madencilik fonuna irad kaydedilir.

#### 4. MADENCİLİK FONU

3213 sayılı yeni maden yasasında madencilik fonu adı altında Türk Madencilik mevzuatına ilk kez giren bir fon kurulmuştur. Yasanın 34. maddesinde bu fonun kaynakları şöyle sıralanmıştır:

- Teminatlardan kaydedilecek iradlar,
- Usülsüz olarak çıkarılmış ve bu nedenle müsaa-dere edilmiş cevher ve malzemelerin satışından elde edilecek gelirler,
- İhale edilen sahaların ihale gelirleri,
- Maden ithalat ve ihracatlarından elde edilecek fon kesimleri,

- Bütçeden ayrılacak ödenek,
- Diğer giderler.

Madencilik Fonundan sağlanacak krediler 3213 sayılı yasanın getirdiği bir yeniliktir. Türk Madencilikinin geliştirilmesinde olumlu rol oynayabilir. Çok riskli bir iş olan madencilik mesleğinde işletmeciler kuruluşların önemli maden içeren sahaları maddi imkansızlıklar nedeniyle Türk maden piyasasını elinde tutmak isteyen ve yabancı sermaye ile takviye edilmiş bir kaç şirkete geçmektedir. Madencilik Fonundan temin edilecek ve bir kadro ile bilinçli olarak sarfedilecek kredilerle dar boğazlardan çıkılabilir.

## 5. YEMİNLİ TEKNİK BÜROLAR

3213 sayılı Yeni Maden Yasasında Yeminli Teknik Büro kavramıyla yeni bir düzenleme getirilmiştir. Maden Yasasının 48. maddesine göre Yeminli Teknik Bürolar en az 7 yıl mesleki tecrübeli bir maden veya jeoloji mühendisi tarafından kurulur. Bu büroların devlet adına madencilik yapan kuruluşları denetlemeleri Anayasa Mahkemesi tarafından iptal edilmiştir. Bu bürolar jeoloji ve maden mühendislerine istihdam olanakları tanınması bakımından olumlu bir gelişme olarak değerlendirilebilir. Özellikle arama safhasında düzenlenecek faaliyet raporlarının hazırlanması büyük ölçüde bu bürolar tarafından gerçekleştirilebilir. Ancak bu güne kadarki uygulamalarda madenci kuruluşların faaliyet raporlarının düzenlenmesinde bu bürolardan yararlandıkları pek söylenemez. Eski alışkanlıklar sürdürülmektedir. Bu kötü alışkanlıkların en tehlikesi şüphesiz hayali raporlardır. 3213 sayılı yasa asılsız beyanlara imza atanlara meslekten tard cezalarını bile öngörmekteyse de bu kontrolleri yapacak Maden Dairesinin maalesef bir uzman kadrosu henüz kurulamamıştır. Ayrıca kötü bir alışkanlık olarak madenci kuruluşların daima ucuz imzaları tercih etmeleri sahaları hakkında ayrıntılı raporların düzenlenmesinde büyük ölçüde imkan tanımamaktadır.

## 6. FENNİ NEZARET

3213 sayılı yeni maden yasasınının 31. maddesi gereğince 6309 sayılı önceki maden yasasında olduğu gibi fenni nezaretçilik ilkesi aynen korunmuştur. Fenni nezaretçi olmadan hiç bir sahada işletme ve cevher çıkarımı yapılamaz. Fenni nezaretçiler 5 yıl meslek tecrübesi olan Maden Mühendislerinden Türkiye genelinde ancak on saha için atanabilirler. Bunlar görev yaptıkları maden sahalarındaki faaliyet ile ilgili eksiklikler ve aksaklıkları, öneri ve önlemleriyle birlikte düzenleyecekleri raporların bir örneğini maden ruhsatını elinde bulunduran kişi veya kuruluşa, bir örneğinin de noterce tasdikli fenni nezaret rapor defterine işlerler. Bu eksikliklerin giderilmesi, iş yerinde yürürlükteki tüzük ve yönetmeliklere uygun olarak her türlü tedbirin alınmasında işletmeci kuruluşlar sorumludurlar. Fenni nezaretçilerin atanma işlemleri Maden Dairesince onaylanarak ve ilgili harcın yatırılmasıyla mümkündür. Fenni nezaret görevi, mühendisin istifası, işverenin aralarındaki sözleşmeyi feshetmesi, ruhsatın devri veya ölüm halinde sona erer. Bu gibi durumlarda işletmeci kuruluşların en çok 15 gün içinde yeni bir fenni nezaretçi atanması için gerekeni yapması kanunen zorunlu olup, atama yapılmadan maden işletmek mümkün değildir.

Gerek önceki maden yasasında ve gerekse yeni maden yasasında fenni nezaretçilik kavramına yeterince önem verilmiş olmasına rağmen, maalesef bu müesseseye işletmeci kuruluşların yalnızca ekonomik hesaplar yaparak daha fazla kar etme isteği ve maddi imkansızlıklar nedeniyle patronlarının isteği doğrultusunda imza atarak yetkililerini doğru kullanmayan fenni nezaretçilerin doğurduğu aksaklıklar yüzünden iyi çalışmamıştır. Piyasada ucuz imza attıkları için madenci kuruluşlarca sıkı ilişkileri olan maden mühendislerinin sayısı az değildir. Bu gibi kişilerin bilimsel yönden de oldukça yetersiz oldukları söylenebilir.



## 7. KAÇAK MADENCİLİK VEYA RUHSAT DIŞINDA FAALİYET

Türk maden mevzuatının hiçbirinde ruhsat dışında cevher çıkarılması mümkün kılınmamışken, hemen her devirde ya hiç ruhsat almadan veya ruhsatı bulunmasına rağmen yanlış kapatma ile sonradan aramalar sırasında bulunmuş bölgelerden cevher çıkarılması sık olarak karşılaşılan bir durumdur. Özellikle Güney Doğu Anadolu ve Doğu Anadolu bölgelerinde faaliyet gösteren işletmecilerde ruhsatsız olarak maden çıkarılması ve bunları yok pahasına başkalarına kaptırmak gelenek haline getirilmiştir. Bu bölgelerde inceleme yapılan 73 maden işletmesinden 43 tanesinde koordinat uyuşmazlığı, 15 adetinde ruhsatsız faaliyet saptanırken yalnızca 15 işletmede faaliyetlerin yasa ve yönetmeliklere uygun olarak sürdürüldüğü görülmüştür. Bu 73 maden işletmesinin yalnızca 18'inde fenni nezaret ve maden sicil defterinin tutulduğu müşahade edilirken, fenni nezaretçilerin büyük çoğunluğunu ancak ayda veya iki ayda bir madene uğrayarak başçavuştan bilgi alıp, imalat haritasına işlediği öğrenilmiştir.

Kaçak madencilik ancak bir üçüncü şahsın ihbarı sonunda işleme konulmakta ve ilgili bir süre göz altında tutulduktan sonra yasal soruşturmalar tamamlanmadan salıverilmektedir. Bu hususta maalesef Orman Bölge Şefliklerinin de tam olarak kolluk görevlerini yaptıkları söylenemez.

## 8. ORMAN VE MADENCİLİK

Bilindiği gibi madenler daha çok meskun yerler dışında ve özellikle dağlarda mostra vermektedirler. Dağlardan başlayarak ovalara inen seller ve bunların oluşturdukları nehirler, çaylar ve derelerin açtıkları derin vadilerde tesadüfen bulunmuş maden sayıları az değildir [5]. Gerek önceki maden yasası ve gerekse yeni maden yasasında ruhsat alımları ve maden dairesince verilen tüm belgelerde Orman İdaresiyle anlaştıktan sonra geçerli

olur ibaresi bulunur. Her ne kadar maden yasasından bu konuda ayrıntılı bilgiler verilmemiş ise de Orman Yasasında Orman sahası olarak belirlenmiş bir araziden hiç bir surette izin alınmadan maden, taş-toprak ve bunlara benzer malzeme nakli kesinlikle yasaktır. Bu nedenle özellikle ormanın yoğun olduğu veya yeni dikim sahalarında Orman işletmelerinin saptadığı tazminatlar oldukça yüksek değerlere ulaşmaktadır. Bir çok suistimallerin yapıldığı bu konuda Orman İdaresi ile madenci kuruluşlar arasında sorunlar çıkabilmektedir.

## 9. SONUÇLAR

6309 sayılı önceki maden yasasını yürürlükten kaldırarak 15.6.1985 tarihinde yürürlüğe giren 3213 sayılı yeni maden yasası Türkiye'nin yapısal değişikliğine paralel olarak bir çok yenilik getirmiştir. Devlet ile özel sektör açısından önceki yasaya göre daha liberal bir ortam yaratmayı amaç edinmiştir. Bu yasada yapılan en önemli değişikliklerden biri de madencilik faaliyetlerinde jeoloji mühendislerine tanınan imza yetkisidir. Özellikle arama döneminde düzenlenecek raporlarda mutlaka bir jeoloji mühendisinin de imzasının bulunmasıdır. Ayrıca yeminli teknik bürolarda da maden mühendisi yanında en az bir jeoloji mühendisinin istihdam edilmesi zorunluğu bulunmaktadır. Bu bakımdan 3213 sayılı yeni maden yasası meslek grupları içinde ahenge yönelik ilk adımları atmıştır. Buna rağmen işletme döneminde de fenni nezaret yetkisi olmasa bile bir jeoloji mühendisinin de madenlerde bulundurulmasında yarar vardır.

Madenci kuruluşların yükümlülüklerinde de büyük değişiklikler getiren yeni yasa, gerçeğe dayanan ve teknik elemanlarca imzalanmış belgelere önem vermektedir. Arama devresinden başlayarak tüm işletme faaliyetleri boyunca işletmeciler kuruluşların sık sık rapor verme zorunluğu sevindiricidir. Ayrıca hektar başına belli miktarlarda teminat yatırılması da, keyfilikleri önlemesi

ve madenciliği daha ciddi bir meslek haline getirme arzusu önemli bir yeniliktir.

Yeni yasanın aksayan en önemli tarafı bu yasayı yürütecek kurumların henüz o düzeye gelmemiş olmasıdır. Kanuna göre 6 ay içinde tüm eksikliklerin giderilmesi ön görülmüş olmasına rağmen kanunun yürürlük tarihinden bu yana 2 yıl geçmesine rağmen henüz merkez teşkilatı bile tam kurulmamıştır. Bilgisayar ağı tesis edilmemiştir. Yapılan müracaatlara cevap verilememektedir. Maden Dairesi Başkanlığı ve teşkilatında yeterince eleman yoktur. Raporları inceleyerek bir bilimsel kurul oluşturulamamıştır. Bütün bu eksiklikler giderildiğinde bir süre denenmesi gereken 3213 sayılı yeni maden yasasının aksayan yönleri elbette değiştirilebilir.

#### KAYNAKLAR

- [1] Fındıklıgil, Y., Maden Hukuku, İ.T.Ü. Matbaası, 1966.
- [2] Velidedeoğlu, H.V. Gayrimenkul Tasarrufları, İ.Ü. Yayınlarından, 1956.
- [3] Maden Yasası, 15 Haziran 1985 tarihli ve 18785 sayılı Resmi Gazete, 1985.
- [4] Maden Kanunu Yönetmeliği, 22 Ağustos, 1985 tarih ve 18850 sayılı Resmi Gazete, 1985.
- [5] Arıoğlu, E., Jeoloji Mühendisleri İçin Madencilik Bilgisi, İ.T.Ü. Vakfı, 1986.

1. The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions.

2. It is essential to ensure that all entries are supported by proper documentation and receipts.

3. Regular audits should be conducted to verify the accuracy of the records and identify any discrepancies.

4. The second part of the document outlines the procedures for handling disputes and resolving conflicts.

5. It is important to establish clear communication channels and protocols for addressing any issues that arise.

6. The third part of the document provides a detailed overview of the financial statements and their components.

7. This section includes a breakdown of the income statement, balance sheet, and cash flow statement.

8. The fourth part of the document discusses the various methods used for valuing assets and liabilities.

9. It is crucial to use consistent and reliable valuation methods to ensure the accuracy of the financial statements.

10. The fifth part of the document addresses the importance of transparency and disclosure in financial reporting.

11. Organizations should provide clear and concise information to stakeholders regarding their financial performance.

12. The sixth part of the document concludes with a summary of the key findings and recommendations.

13. It is recommended that organizations continue to improve their financial reporting practices and maintain high standards of accuracy and transparency.

YÜZME HAVUZU FİLTASYON MALZEMESİ SEÇİMİ VE BİR ÖRNEK: Ç.Ü.ÖZDEMİR  
SABANCI KAPALI YÜZME HAVUZU

Cengiz YETİŞ<sup>x</sup>

ÖZET

Çukurova Üniversitesi Özdemir Sabancı kapalı yüzme havuzu 1983 yılı yazında işletmeye açılmıştır. Başlangıçta filtre tankları içerisine uygun filtrasyon malzemesi konmadığı için sistem sorunlar yaratmıştır. Bu çalışma ile filtre tankları için gerekli filtrasyon malzemesi yerel kaynaklardan seçilmiştir. Daha sonra malzeme uygun boy sınıflarını sağlamak için eleme, kırma-eleme ve yıkama işlemlerine tabi tutulmuştur. Sonuçta uygun boy sınıflarında hazırlanan yüksek SiO<sub>2</sub> kapsamlı filtrasyon malzemesi seçilen kalınlıklarda filtre tanklarına serilmiştir.

Bu çalışma ile ikisi destek, dördü filtre olmak üzere toplam altı adet filtre katmanı belirlenmiştir. En alt I ve II nolu destek katmanlarını oluşturan malzeme düşük sinüslü menderesli nehir nitelikli Çakıt çayı alüvyonundan temin edilmiştir. III nolu katmanın tümü ile IV nolu katman kısmen olmak üzere Bahçe (Adana) dolayında yüzeyleyen Ordovisiyen yaşlı Kardere formasyonunun kuvarsit kesimlerinden temin edilmiştir. IV, V ve VI nolu katmanları oluşturan kuvars kum ve ince çakıllardan ibaret malzeme Adana Baseni Tersiyer istifinin Kuzgun formasyonu, Kuzgun üyesinden (Üst Serravaliyen-Tortoniyen) temin edilmiştir. Birimin değişik kesimlerinden tane sayımı ile % 92-93, kimyasal analizler ile de % 87-79 oranında SiO<sub>2</sub> kapsadığı belirlenmiştir.

SELECTION OF FILTERING MATERIAL FOR SWIMMING POOL AND AN EXAMPLE

Ç.Ü.ÖZDEMİR SABANCI NATATORIUM

ABSTRACT

In the campus area of Çukurova University Özdemir Sabancı

(x): Ç.Ü.Müh.Mim.Fak.Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Balcalı-ADANA

natatorium opened in the summer of 1983. Some problems have arisen from the filtering system at the beginning. In this work, necessary filtering materials for the filtration tanks have been selected from the local natural sources. In order to obtain appropriate grain size distribution the materials were subjected to sieving, crushing-sieving and washing procedures. Finally, filtering materials with high  $SiO_2$  content were spread evenly in the filtration tanks with appropriate bedding thickness.

Totally six filtering layers were used, two of them being the supporting layers and four of them filtering layers. The materials for the supporting layers were obtained from the alluvium of the Çakıt river which is a low sinuosity meandering river. All of the third layer and a small portion of the fourth layer in filtration class were obtained from the Ordovician aged quartzitic Kardere formation of Amanos mountains (Bahçe). Fourth, fifth and sixth filtering layers were obtained from the Kuzgun formation, shallow marine Kuzgun member (Upper Serravalian-Tortonian) of the Tertiary succession of the Adana Basin. The material in the filtering layers of the last four has a very high  $SiO_2$  ratio.

## 1. GİRİŞ

Yüzme havuzu filtrasyonuna ilişik veriler Ova İnşaat Ticaret ve Sanayi A.Ş.'de bulunan ilgili proje [4] ile "Yüzme Havuzlarının Bakımı" isimli derleme-çeviride kısaca açıklanmaktadır [1]. Filtrasyon sistemleri ve kullanılan malzemeler hakkında ayrıntılı bilgiler Wicke ve Rönen (1951)'de sunulmaktadır [6]. Önerilen katman sayısı, katman kalınlıkları, tane boyları ile diğer nitelikler ve yerel malzeme olanakları Yetiş (1984)'de [8] özetlenmektedir (Şekil 1).

Bu çalışmada ilgili literatürde önerilen filtre katman sayısı, katman kalınlıkları ve tane boyu sınıfları gözetilerek tamamiyle yerel kaynaklardan yararlanarak ikisi destek olmak üzere toplam altı adet filtre katmanı belirlenmiştir. Bunların kalınlıkları, tane boyları ve malzeme cinsi şekil 2'de sunulmaktadır.

Bu çalışma: 1) Gerekli filtrasyon malzemesinin temini, 2) Te-

**Şekil.1. KUMLU FİLTRELERE İLİŞİK VERİLER**

**A-İlgili Proje (Ova İnşaat San. ve Tic.A.Ş)**

<u>Katman</u>	<u>Katman Kalınlığı (cm)</u>	<u>Tane Boyu (mm)</u>
4	95 (Aktif)	0.8-1.2
3	10	3-5
2	10	5-8
1	15	9-12

**B-EMÇİOĞLU, H., 1977 (Derleme-Çeviri)**

<u>Katman</u>	<u>Katman Kalınlığı (cm)</u>	<u>Tane Boyu (mm)</u>
5	30-45	0.45-0.55
4	15	3.1-6.3
3	15	6.3-12.7
2	15	12.7-19
1	15	19-39

**C-YETİŞ, C., 1984.**

<u>Katman</u>	<u>Tane Boyu (mm)</u>	<u>Tane Cinsi</u>
5	0.45-1.2	Kuvars (% 93)
4	1.2-3	Kuvars (% 92)
3	3-8	Karışık
2	8-16	Karışık
1	16-20	Karışık

**Şekil.2. Ç.Ü.ÜZDEMİR SABANCI KAPALI YÜZME HAVUZU FİLTREASYONUNDA KULLANILAN MALZEMENİN CİNS ve NİTELİKLERİ**

<u>Katman</u>	<u>Katman Kalınlığı (cm)</u>	<u>Birikimli Kalınlık</u>	<u>Tane Boyu (mm)</u>	<u>Malzeme Cinsi</u>	<u>Alındığı Yer</u>
VI	60	125	0.6-1.2	Kuvars Kumu	Tarsus Kuzeyi
V	15	65	1.2-3	Kuvars Kumu	Tarsus Kuzeyi
IV	10	50	3-9	Kuvars K. -Kuvarsit	Tarsus Kuzeyi-Bahçe
III	10	40	9-19	Kuvarsit	Bahçe
II	15	30	15-30	Kireçtaşı-Ofiyolit vb.	D.S.İ Boru Kanalet Fab.
I	15	15	30-75	Kireçtaşı-Ofiyolit vb.	D.S.İ. Boru Kanalet Fab.

min edilen malzemenin uygun boy sınıflarında elenmesi, kırılması-elenmesi ve yıkanması, 3) Filtre tankları içi ile dışına gerekli tadilatların yaptırılması, 4) Hazırlanan filtrasyon malzemesinin filtre tanklarına serilmesi, 5) Ters yıkama işlemi ile filtrasyon malzemesinin son temizliğinin yapılması evrelerinde gerçekleştirilmiştir.

## 2. GEREKLİ FİLTASYON MALZEMESİNİN TEMİNİ

Ç.Ü. Özdemir Sabancı kapalı yüzme havuzunun filtrasyonu için ikisi destek, bunların üzerine gelen dördü filtre olmak üzere toplam altı adet filtre katmanı belirlenmiştir. Şekil 2'de görüldüğü gibi I ve II nolu katlar destek tabakalarını, III-IV-V nolu katlar filtre tabakalarını, VI nolu kat ise aktif tabakayı oluşturmaktadır.

30-75 mm tane boyutunda olan I'nci ve 15-50 mm tane boyunda olan II'nci destek tabakaları yuvarlak-oldukça yuvarlak kireçtaşı, ofiyolit çört vb.'den türeme tanelerden oluşturulmuştur. Salbaş dolayında Çakıt çayı üzerindeki DSİ'ye ait agrega ocaklarında ön eleme yapılan malzeme Üniversitemiz ana girişi güneyindeki DSİ Boru-Kanalet fabrikasına getirilmektedir. Burada yıkanarak tekrar elenen malzemenin destek tabakası olarak uygun olduğu belirlenmiştir. Belirtilen malzeme DSİ Boru-Kanalet fabrikasından her bir katman için bir kamyon olmak üzere toplam iki kamyon alınmıştır.

Filtre tabakası olarak 9-19 mm tane boyundaki III nolu katmanı oluşturacak % 90'ın üzerinde  $SiO_2$  bileşimli malzemeyi doğada tabii olarak bulmak mümkün değildir. Bu nedenle Amanos Dağları-Bahçe dolayında-yüzeyleyen başlıca kuvarsitik yapılaşlı "Kardere Formasyonu"ndan malzeme temini yoluna gidilmiştir. Böylece malzemenin alınacağı yer belirlenerek bir kamyon kuvarsitik malzeme getirilmiştir. Bu malzeme istenilen boy sınıfında kırılmıştır. 9-19 mm tane boyundaki malzeme III nolu katmanı oluştururken 9-3 mm tane boyundaki malzeme IV.katı oluşturan kuvars kumlarına katılmıştır. Bu çalışmada 3 mm'nin altındaki kırılmış malzeme filtrasyon işleminde kullanılmamıştır.

Filtrasyon işleminde en önemli rolü oynayacak olan IV-V ve VI nolu katmanları oluşturacak  $SiO_2$  değeri % 90'ın üzerinde olan malzeme



Tarsus kuzeyindeki İSDEMİR'e ait kuvars kumu ocaklarından temin edilmiştir. Yeri belirlenen malzemenin Özdemir Sabancı kapalı yüzme havuzuna getirilmesi sağlanmıştır. 0,6 mm'nin altındaki filtrasyon malzemesi olarak kullanılmıyacak kesimin alınan örneklere göre % 35-40 olacağı belirlenmiş iken gelen malzemede bu oran % 50'yi bulmuştur. Bu nedenle 120 ton olarak hesaplanan malzeme gereksinimi 1 kamyon artırılarak 140 ton dolayına çıkarılmıştır. Sonuçta toplam 147 ton malzeme getirilmiştir. Bu malzemenin istihracı için ilgili firmaya 274.728 TL ödenmiştir.

Bölgede Kuzgun Formasyonu olarak ayırtılan birimin [2, 5] sığ denizel çökellerini oluşturan kumtaşlarında [3, 9, 10] yüzde bileşimi belirlemek amacıyla tane sayımı yapılmıştır [8]. 4,8-1,2 mm boy sınıfında 521 adet tane sayımına göre % 92 kuvars, % 4,9 radyolarit, % 1,7 ofiyolit, % 0,7 kçt vb. bulunmaktadır. 1,2-0,4 mm boy sınıfında ise 741 adet tane sayımına göre % 93 kuvars, % 5,2 radyolarit, % 3,1 ofiyolit vb. belirlenmiştir. Buna göre malzeme % 98'e yakın SiO<sub>2</sub> kapsamaktadır.

### 3. MALZEMENİN ELEME, KIRMA-ELEME VE YIKANMASI

Üniversitemiz Özdemir Sabancı kapalı yüzme havuzu filtrasyonu için temin edilen 30-75 mm ve 15-30 mm tane boyundaki I ve II nolu katmanlar DSİ Boru-Kanalet fabrikasından yıkanmış ve elenmiş olarak temin edildiği için ayrıca bir yıkama-eleme işlemine tabi tutulmamıştır.

III nolu katmanı oluşturan 9-19 mm tane boyundaki malzemenin tamamı ile IV. katı oluşturan kuvars kumlarına ilave olarak katılan 3-9 mm tane boyundaki kırılmış kuvarsitik malzeme İnkaya İnşaat-Taahhüt karo ve mozayik firmasında kırılarak elenmiştir. Bu malzeme Üniversitemiz Mühendislik-Mimarlık Fakültesinden temin edilen betoniyerde yıkama işlemine tabi tutulmuştur.

Tarsus kuzeyindeki İSDEMİR'e ait kuvars kumu ocaklarından temin edilen 147 ton malzemenin IV-V ve VI nolu filtre katmanlarını oluşturmak üzere 0,6-1,2 mm; 1,2-3 mm; 3-9 mm tane boyutlarında ve ocak ayı şartlarında elenmesi malzeme hazırlanmasının ve dolayısı

ile filtrasyon işleminin en zor bölümünü oluşturmaktadır. Eleme işleminin için malzemenin tamamıyla kurutulması gerekmektedir. Yüksek basınçlı malzeme havanın açık olduğu günlerde basketbol ve voleybol sahalarına 2-3 cm kalınlığında serilmiştir. Kuruyan malzeme Temel Yapı ve Bayındırlık San.ve Tic.A.Ş.'den alınan 2x1 m boyutundaki hareketli elek makinasında eleme işlemine tabi tutulmuştur. Böylece ilkin 0,6-1,2 mm arası ve 1,2 mm'nin üzerindeki malzeme ayırtlanmıştır. 1,2 mm'nin üzerindeki malzeme ise önce 3 mm, daha sonrada 9 mm'lik özel olarak hazırlanan eleklerde elenmiştir. Böylece 1,2-3 mm tane boyutundaki V nolu katman ile 3-9 mm boyutundaki IV nolu katman da elde edilmiştir. 9 mm'den daha büyük tanelerin oluşturduğu kesim filtrasyon malzemesi olarak kullanılmamıştır. Daha sonra IV, V ve VI nolu katmanları oluşturan malzemeler birleşik tanelerin ayrışması ve tozdan arındırılması amacıyla, ayrı ayrı ikinci kez elekten geçirilmiştir.

IV-V ve VI nolu katmanları oluşturan malzeme yapılan deney sonuçlarına göre yıkama işlemine tabi tutulmamıştır. Deneyde 1,5 m boyunda ve 3 cm çapında cam tüp kullanılarak III-IV-V ve VI nolu katmanlar filtre tankları için seçilen kalınlıkları ile cam tüp içine yerleştirilmiştir. Burada çift elenmiş malzeme kullanılmıştır. Daha sonra 3,7 ml/s debi ile ters yıkama işlemine geçilmiştir. Deneyin hemen başlangıcında 7.784 gr/L; 10 dakika sonra 0,116 gr/L asılı malzeme elde edilmiş olup 3 saat sonra ise asılı malzeme elde edilmemesi nedeni ile filtrasyon malzemesinin tamamıyla temizlendiği kabul edilmiştir (Şekil.3).

#### 4. FİLTRE TANKLARI VE DOLAYINDA GEREKLİ TADİLATIN YAPTIRILMASI

Hazırlanan filtre malzemesinin filtre tanklarına doldurulması işlemine geçilmeden önce bazı imalat eksikliklerinin giderilmesine geçilmiştir. İlkin filtre tankları içine ana giriş borusu ağızına 3 m boyunda bir oluk yerleştirilmiştir. Mevcut ters yıkama çıkışı iptal edilerek takılan oluğun orta kesiminden ve oluğa dik olacak yönde direk bir çıkış sağlanmıştır. Mevcut filtre tankları giriş-çıkış boruları arasına bir by-pass ilavesi ile her tankın giriş-çıkışına manometre flowmetre taktırılmıştır.

6.2.1986	Saat	Numune No:	Filtre Kağıdı (gr)	Filtre Kağıdı + Süzüntü (gr)	Süzüntü	% Süzüntü (g/L)
	15.35	I.1	1.2708	1.3211	0.0503	0.503
	15.50	I.2	1.2607	1.3018	0.0411	0.411
	16.05	I.3	1.2681	1.2950	0.0269	0.269
	16.20	I.4	1.2533	1.2787	0.0254	0.254
	16.50	I.5	1.2586	1.2816	0.0230	0.230
7.2.1986	09.50	II.1	1.2692	1.3007	0.0315	0.315
	10.05	II.2	1.2532	1.2816	0.0287	0.287
	10.15	II.3	1.2493	1.2756	0.0263	0.263
	10.25	II.4	1.2463	1.2700	0.0237	0.237
	10.35	II.5	1.2660	1.2824	0.0164	0.164
	10.45	II.6	1.2587	1.2724	0.0137	0.137

Şekil.3. Ters yıkama işlemi ile filtre tankları içine serilen malzemenin temizlenme nitelikleri:

Her iki günde her defasında 100 ml su numunesi alınmış olup birinci günde 7 lt/sn, ikinci günde ise 12 lt/sn akış hızı uygulanmıştır.

## 5. HAZIRLANAN MALZEMENİN FİLTRE TANKLARI İÇİNE SERİLMESİ

Şekil 2'de sunulan tane boyu ile alttan üste doğru I nolu destek katmanı 15 cm, II nolu destek katmanı 15 cm, III nolu filtre katmanı 10 cm, IV nolu filtre katmanı 10 cm, V nolu filtre katmanı 15 cm, VI nolu filtre katmanı (aktif tabaka) 60 cm olmak üzere toplam 125 cm kalınlıktaki katmanlar 3 adet filtre tankı içine yatay düzeyler halinde ve eş zamanlı olarak serilmişlerdir.

## 6. TERS YIKAMA İŞLEMİ

Filtre tanklarına yerleştirilen I ve II nolu destek katmanları DSİ boru-kanal fabrikasında tamamen yıkanmıştır. III nolu katmanın tamamı: IV nolu katmanın kırılmış kuvarsit kısmı da tanklara serilmeden önce yıkanmıştır. IV, V ve VI nolu katmanları oluşturan kuvars kum ve çakılları ise iki kez elekten geçirilerek bileşik tane ve tozlarından tamamen arındırılmıştır. Önceki kısımda açıklanan cam tüp deney sonuçlarına göre de malzemenin çok kısa sürede temizlenebileceği belirlenmiştir. Böylece filtre tankları tek tek ters yıkama işlemine tabi tutulmuştur. Ters yıkama işlemi ile atılan ince malzeme yüzdesi ve malzemenin temizlenme nitelikleri şekil 3'de sunulmaktadır. Şekil 3'deki verilere göre malzemenin temizlenmesi yaklaşık ilk iki günlük ters yıkama işlemi ile yeterince sağlanabilmektedir. Buna rağmen kalabilecek bileşik tanelerin tamamen ayrışmasını sağlamak üzere ters yıkama işlemine sonraki 5 gün süresince devam edilmiştir.

## 7. ÖZET

Bu çalışma ile literatür araştırması, problemin tanınması ve veri toplama işlemleri ardından yerel malzeme kullanımı ile Üniversitemiz Özdemir Sabancı kapalı yüzme havuzu filtrasyonunun gerçekleştirilebileceği belirlenmiştir. Bunun için:

İkisi destek, dördü filtre olmak üzere toplam altı filtre katmanı belirlenmiştir. Bunların kalınlıkları I-15 cm, II-15 cm, III-10 cm, IV-10 cm, V-15 cm, VI-60 cm olarak tesbit edilmiştir. Tane boy-ları ise alttan üste 30-75 mm, 15-30 mm, 9-19 mm, 3-9 mm, 1.2-3 mm,

0.6-1.2 mm olarak belirlenmiştir.

I ve II nolu katmanlar için yıkanmış-elenmiş kireçli-ofiyolit vb. 'den türeme çakıllardan ibaret malzeme Boru-Kanıt Fabrikasından; III nolu katmanın tamamı ile IV nolu kuvarsitik malzeme Bahçe-Adana'dan; IV, V ve VI nolu katmanları oluşturan kuvars kum ve çakıllardan oluşan malzeme İSDEMİR kuvars kum ocaklarından temin edilmiştir. III nolu katmanın tamamı ile IV nolu katmanı oluşturan kuvarsitik malzeme konkasörde kırılarak elenmiş ve betoniyerde yıkanması sağlanmıştır. IV, V ve VI nolu katmanları oluşturan kuvars kum ve ince çakıllardan ibaret malzeme ayırtlanan boy sınıflarında iki kez elekten geçirilmiştir.

Filtre tankları ve dolayında gerekli tadilatlar yaptırılmıştır. Malzemenin filtre tanklarına serilmesinden önce gelişebilecek sorunlar 1.5 m uzun cam tüpte izlenmiştir. Daha sonra yerel kaynaklardan yararlanarak hazırlanan malzeme filtre tanklarına doldurulmuştur. Tanklara doldurulan malzeme ters yıkama işlemi ile nihai temizliği yapılarak göreve hazır hale getirilmiştir.

## 8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

- Ç.Ü. Özdemir Sabancı kapalı yüzme havuzu filtrasyonu için,
- Üç değişik kaynaktan filtrasyon malzemesi temin edilmiştir.
  - Temin edilen malzeme için uygun tane boyu ve katman kalınlıkları belirlenmiştir.
  - Filtre tankları içi ve dışına yapılması zorunlu tadilatlar belirlenerek bunlar yaptırılmıştır.
  - Filtre tankları içerisindeki filtrasyon malzemesinin uygun zamanlarda üst kapakların açılması ile malzeme kontrolünün yapılması gerekmektedir.
  - Havuzda çalışan yetişmiş teknik personel dışında herhangi bir kişinin filtrasyon ünitesinde görevlendirilmemesi gerekmektedir.
  - Fuel Oil ısıtma sistemi dışında güneş sisteminin ilavesi mutlaka gerekmektedir.

## 9. TEŞEKKÜR

Üniversitemiz Özdemir Sabancı kapalı yüzme havuzu filtrasyonu sorununun Üniversitemiz imkanları ve yerel kaynaklardan yararlanarak çözümü için gerekli imkanı sağlayan Ç.Ü.Rektörü Sayın Prof.Dr.Mithat ÖZSAN ile Rektör Yardımcıları Sayın Prof.Dr.Muhsin YILMAZ ve Sayın Prof.Dr.Osman TEKİNEL'e teşekkürlerimi sunarım.

Filtre sistemleri ve özellikle mikro filtre sistemlerine ilişkin değerli katkıları için Sayın Cengiz ÇETİN ve İbrahim YILDIRIM'a (Şeker Sanayii A.Ş.); malzeme temini esnasında sayın Güntekin BERK-KURT (İSDEMİR Hammaddeler Şube Müdürlüğü), ile Rahmi S.ÇELİK'e (D.S.İ Boru Kanalet Fab.), eleme makinasını kullanımımıza sunan sayın Tahir BIYIKLIOĞLU'na (Temel Yapı ve Bayındırlık San.ve Tic.A.Ş.), kuvarsitik malzemenin kırılıp elenmesi için sayın Abdullah İNKAYA'ya (İnkaya İnşaat-Taahhüt), malzemenin yıkanması işlemi için betoniyeri kullanımımıza sunan sayın Prof.Dr.Erhan KIRAL'a (Ç.Ü.Müh.Mim.Fak.), malzeme hazırlama işlemi süresince gerekli stratejik desteği sağlayan sayın Turgay TOGO'ya (Ç.Ü.Ziraat Fak.Dön.Ser.İşletmesi Müdürü) ve filtrasyon malzemesinin hazırlanmasından tanklara serilmesine kadar değişik evrelerde tecrübe ve önerilerinden yararlandığım sayın Ahmet ÇİFTÇİ'ye (Ç.Ü.Özdemir Sabancı yüzme havuzu filtrasyon teknisyeni) teşekkürü borç bilirim.

## DEĞİNİLEN BELGELER

- [1] Emçioğlu, H., 1977. Yüzme Havuzlarının bakımı. Gençlik ve Spor Bakanlığı, Yüzme Atlama Sutopu federasyonu yayını. 5. 44 s.Ankara.
- [2] İlker, S., 1975. Adana Baseni kuzeybatısının jeolojisi ve petrol olanakları: T.P.A.O Arama Arşiv No: 973 (yayınlanmamış), Ankara, 63 s.
- [3] Kerey, E., Yetiş, C., Demirkol, C., 1985. Meandering plain deposits and marginal sea processes in the Upper Miocene Kuzgun Formation of the Adana Basin in Turkey. 6<sup>th</sup> European Regional Meeting of Sedimentology, 217-218 p., Spain.

- [4] Ç.Ü.Özdemir Sabancı Kapalı Yüzme Havuzu Projesi. Ova İnşaat San. ve Tic.A.Ş.
- [5] Schmidt, G.C., 1961. Stratigraphic nomenclature for the Adana region petroleum district VII: Petroleum Administration Bull. 6, 47-63.
- [6] Wicke, E., Rönen, E., 1951. Ullmanns Encyclopadie der technischer chemie (1) 492-497, München-Berlin.
- [7] Yalçın, N., 1980. Amanosların litolojik karakterleri ve Güney-doğu Anadolunun tektonik evrimindeki anlamı: Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 23.1: 21-30.
- [8] Yetiş, C., 1984. Ç.Ü.Yüzme Havuzu filtrasyonu sorunu. Ç.Ü. Rek-törlüğü, 3, Adana.
- [9] Yetiş, C. ve Demirkol, 1984. Adana Baseni kuzey-kuzeybatı kesiminin temel stratigrafisine ilişkin bazı gözlemler. Türkiye Jeoloji Kurumu 38.Bilimsel ve Teknik Kurultayı Bildiri Özetleri, s. 59-61, Ankara.
- [10] Yetiş, C., Demirkol, C. ve Kerey, E., 1986. Adana Havzası Kuzgun Formasyonunun (Üst Miyosen) fasiyes ve ortamsal nitelikleri.Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 29/1, 81-96.
- [11] Yılmaz, Y., Demirkol, C., Gürpınar, O., Yalçın, N., Yetiş, C., Yiğitbaş, E., Günay, Y., Sarıtaş, B., 1984. Amanos Dalğlarının Jeolojisi: I.Giriş ve Stratigrafi, II.Ofiyolitler, III.Yapı ve Tektonik, IV.Petrol Jeolojisi ve Sonuçlar, V.Ekler, İ.Ü. Müh. Fak. (TEPAŞ Arş.No: 1920), 577 s.,

## EK.1. İŞ PROGRAMI

LİTERATÜR ARAŞTIRMASI: Kasım-Aralık 1985

PROBLEMİN TANINMASI : Kasım-Aralık 1985

VERİ TOPLAMA : Kasım-Aralık 1985

### MALZEME TEMİNİ :

A.Kuvarsit : 1 ve 4 Aralık 1985 (Bahçe)

B.Kuvars Kumu : 11 ve 12 Aralık 1985 (Tarsus)

C.Kireçtaşı vb. : 28 Ocak 1986 (DSİ Boru-Kaçalet Bab.)

ELEME : 4-5-6-7-15-20-21-22-23-24-25-26-27 Ocak 1986

KIRMA-ELEME, YIKAMA : 6 Aralık 1985- 10, 11, 12 Ocak 1986

TADİLATLAR : Ocak-Şubat 1986

### TANKLARA MALZEME

SERİLMESİ : 28-29-30-31 Ocak 1986 ve 1-2-3-4-5 Şubat 1986

TERS YIKAMA : 6-7-8-10-11-12-13-14 Şubat 1986

### FİLTREASYONUN DEVİRDİM

SİSTEMİNE GİRMESİ : 17 Şubat 1986



ZEOLİTLERİN ÖZELLİKLERİ VE ENDÜSTRİDE KULLANIM ALANLARI<sup>X</sup>FİKRET İŞLER<sup>\*\*</sup>

## ÖZET:

Zeolit yatakları önceleri hiç bilinmiyordu, ancak son zamanlarda X ışınları difraksiyon tekniğinin geniş alanlara uygulanmasından sonra birçok zeolit yataklarının bulunması ortaya çıkartılmıştır.

Yüksek iyon değişim kapasitesi, yüze soğurma ve moleküler elek olma özelliği, kristal yapısının bozulmadan dehidratasyon ve rehidratasyona uygunluğu, düşük yoğunluğu ve silis bileşimine sahip olması gibi özellikleri nedeniyle zeolitler endüstride birçok kullanım alanları bulmaktadırlar.

## PROPERTIES OF ZEOLITES AND THEIR UTILIZATION IN INDUSTRY

## ABSTRACT:

Presence of zeolite beds was formerly unknown. After the application of the X-ray diffraction techniques spread over a wide range of areas, exploration of many zeolite beds has been realized.

Zeolites have found many areas of utilization in industry because of their high ion exchange capacity, their surface absorption and molecular sieving properties, their adaptability to dehydration and rehydration without any spoilage in their crystallographic structure.

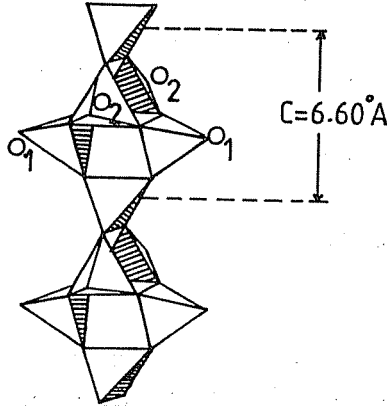
(X) : Ç. Ü. Müh. Mim. Fak. Seminer Haftasında sunulmuştur.

(\*\*): Ç.Ü.Müh.Mim.Fak., Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Adana

re, their low density and their containing silica compounds.

## 1. GİRİŞ:

Zeolitler alkali ve toprakalkali metallere su- lu alumina silikatları olarak tanımlanabilirler. Kristal yapıları  $\text{SiO}_4$  ve  $\text{AlO}_4$  dört yüzlülerin birbirleri ile bağlantılı kanallar ve gözenekler oluşturacak biçimde birleşmelerinden oluşmuştur. Yapıdaki her oksijen iki dörtyüzeyle tarafından paylaşılır (Şekil 1). Yarıda meydana gelen net eksi yük Ca, Na, K gibi alkali veya toprakalkali iyonları tarafından dengelenir. Katyonlar özellikle Ca, Na, K ve Su yapı içerisinde önemli oranda hareket serbestliğine sahiptirler.



Şekil 1: Zeolit kristal yapısını oluşturan dört yüzeyle zincir bağlanmaları, ([1], Dear, v.d., 1966)

Zeolitlerin benzer yapıdaki diğer mineral gruplarından ayrılan en önemli özelliklerinden biri de yapısı içindeki kanallarda su moleküllerinin bulunmasıdır.

Zeolitler ısıtıldıklarında  $100-350^\circ\text{C}$  ta su mo-

lekülleri yapıda değişiklik yapmadan sürekli bir şekilde yapıdan ayrılırlar. Suyun yapıdan uzaklaşması sırasında katyonlardan bazıları da dışarı atılırlar. Bu durum kanallardaki tıkanıklıkların giderilmesini sağlar.

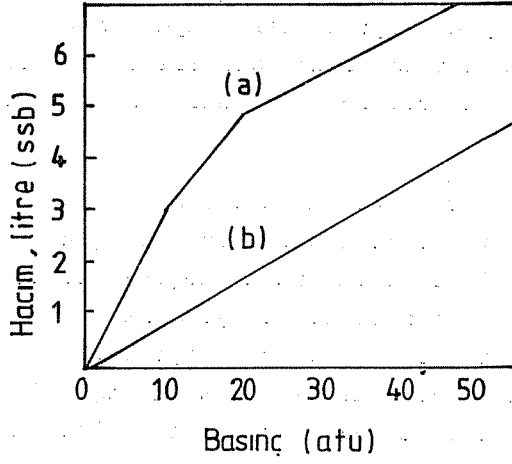
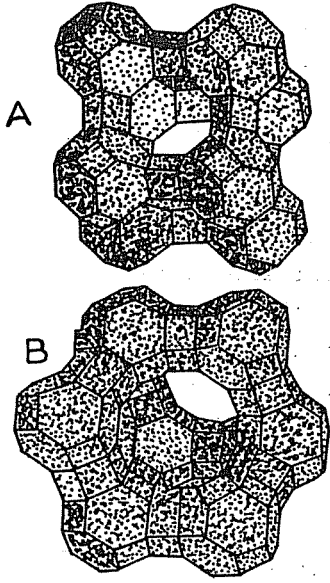
Boşluklarda bulunan alkali ve toprakalkali element iyonları başka iyonları içeren çözeltilerle temas gelmeleri durumunda değişmektedirler. Dolayısıyla zeolitlerin asitlerle yıkanması alkali yada toprakalkali iyonların hidrojen iyonları ile değişmesine neden olmakta ve bu da hem kanal genişliğinin bir ölçüde büyümesine ve hemde zeolitinin aktifleşmesine yol açmaktadır.

Birçok zeolitlerin temel kristal yapısı dört yüzeylilerin değişik bağlanma şekillerinden meydana gelmiştir. Bu bağlanma şekilleri zeolitlerin kanal özelliklerini belirler, kanallar bir, iki veya üç yönde birbirleriyle ilişkili olarak oluşabilirler. Dört veya altı çok yüzeylinin birleşmesinden oluşan tek veya çift sıralı halkalar birbirleriyle bağlanarak kübik veya hekzagonal yapıyı oluştururlar (Şekil 2).

Zeolitlerin yapısına ve bileşimine bağlı olarak çeşitli çaplarda kanallardan oluşan gözenekli bir yapı ortaya çıkmaktadır. Bu gözeneklerin hacmi toplam hacminin % 20-50'sine kadar varabilmektedir. Her zeolit için gözenek çapı belli olduğundan bu boşluklara girebilecek moleküllerin çapları da belirlidir.

Suyu giderilmiş bir kristal zeolitinin yüzeylerine gaz yada buharın yüze soğurulma miktarı gazın denge basıncına, ortamın sıcaklığına, gaz yada buharın cinsi ile zeolit gözeneklerinin bağ türleri ve yüzey alanına bağlı olacaktır.

Zeolitlerin yüze soğurulma durumunu (Şekil 3) daha iyi açıklayabilmektedir.



Şekil 3: Yapay sodyum foyaşit kullanılması ile 75 cm<sup>3</sup> hacımlı bir silindire doldurulan metan miktarındaki artış: (a) 52 gram foyaşit ile, (b) foyaşit kullanmaksızın ([3], Munson ve Clifton 1971)

Şekil 2: Yapay zeolit (A) ve foyaşit (B) yapılarında SiO<sub>4</sub> ve AlO<sub>4</sub> çokyüzlülerin dizilimi. (Dört-yüzlülerin merkezleri şekillerdeki karelerin köşelerindedir). ([2], Mumpton 1973)

## 2. ZEOLİTLERİN OLUŞUM ORTAMLARI

Zeolitler alumina silikatların çeşitli şekillerinde olabilirler. Oluşum süreci boyunca ara yerde bulunması koşuluyla yüksek PH ve yüksek alkali derişimi ile ilgilidirler. Nitekim en saf zeolit yatakları volkanik kül, kristal ve kaya parçalarından oluşur.

1950 yılından önce çoğu zeolit oluşumlarının volkanik kayaçların, özellikle bazaltların çatlak ve boşluklarında ikincil olarak oluştuğu biliniyordu. Son yıllarda ise zeolitlerin düşük dereceli metamorfik kayaçların ve tortul kayaçların önemli minerali oldukları anlaşılmıştır. Tortul kayaçlar içindeki zeolit oluşumları önceleri hiç bilinmiyordu. Zira bu kayaçlar içinde bulunan zeolitler çok ince kristallidirler, ay-

rıca tortul kayacı meydana getiren diğer minerallerden ayırt edilemezler. Ancak son zamanlarda X ışınları difraksiyon tekniğinin geniş alanlara uygulanması, tortul kayaçları oluşturan ince kristalli minerallerin tanınmasını kolaylaştırmıştır. Bundan sonradır ki sayısız birçok zeolit yataklarının bulunması ortaya çıkartılmıştır.

Zeolitler diğer bütün silikat mineralleri gibi değişik ortamlarda ve değişik koşullarda tortul kayaçları oluşturabilirler. Doğada otuzu aşkın doğal zeolit türü vardır, fakat bunlardan analsim, şabazit, klinopitilolit, eriyonit, höylandit, mordenit ve fiilipsit büyük çapta tortul kayaçların oluşmasına olanak verirler. Bu minerallerden tortul kayaçlar içinde en çok bulunanlar analsim ve klinopitilolittir. Analsimin çok bol bulunmasının nedeni bir taraftan son derece basit bir kimyasal bileşime sahip olması ve diğer taraftan zeolit ailesinin termodinamik açıdan en kararlı üyelerinden biri oluşu nedeniyle çeşitli zeolitler zamanla ve gömülmelerin etkisiyle analsime dönüşmektedirler.

Tortul kayaçlandaki zeolitlerin çoğu tortulların gömülmesinden sonra alumina silikatların gözenek suyu tepkimesi sonucu oluşurlar. Gömülme başkalaşımı sırasında volkanik cam ve tozları artan basınç ve düşük sıcaklık altında hıdrolize olarak zeolitlere dönüşmektedirler. Bunların dışında kil mineralleri, feldispatlar ve feldispatoidler uygun koşullarda zeolitlere dönüşebilirler.

Çok oranda değerli zeolit yatakları açık ve kapalı sistem tipinde oluşmuşlardır. Açık sistem tipindeki yataklarda volkanik gereç genellikle deniz yada tatlı su ortamlarında veya saha yüzeyinde havanın biriktirmesiyle oluşur. Kapalı sistem tipindeki zeolit yatakları genellikle çeşitli sodyum karbonat ve bikar-

bonat içeren alkali ve tuzlu göllerde diyajenez süresince oluşmaktadır. Bu bileşimdeki tuzlu suyun genellikle 9'dan daha yüksek PH'a sahip olması, volkanik gereçlerin hızlı çözülmesi zeolitlerin çökmesinin nedenidir.

Birçok zeolitli serilerin plaka tektoniği ile yakın ilişkileri oldukları ortaya çıkarılmıştır. Bunun en güzel örneği Japonya'da görülür. Bilindiği gibi Japonya'nın altında okyanus plakasının batmasıyla oluşan bir Benioff kuşağı bulunmaktadır. Miyashiro [ 4 ] bu sahadaki volkanizmayı inceleyek doğudan batıya doğru toleyitik-kalkalkali ve alkali kayalardan oluşan ve kuzey-güney doğrultusunda üç volkanik kayaç kuşağının varlığını saptamıştır. Bu aktif volkanik periyod sırasında ince piroklastik malzeme hidrolize uğrayabileceği bir ortama düşüyor ise bu bölge zeolit yataklarının oluşması için çok uygun bir ortam oluşturur. Ataman [ 5 ], zeolit oluşumları için bu uygun şartları sağlayan Japonya'da birçok zeolit yatakları bulunmaktadır.

Buna benzer olarak Yenizellanda, Avustralya, Ural bölgesi, İtalya, Kuzeydoğu Amerika ve Yugoslavya gibi daha birçok yerlerde bulunmuş olan zeolitlerin çok büyük bir kısmının kıtasal plaka kenarlarında, dağ zincirleri etrafında, bindirme ve fay kuşaklarında yer aldıkları görülmektedir.

### 3. ZEOLİTLERİN ENDÜSTRİDE KULLANIM ALANLARI

Zeolitler kristal yapıları ve kimyasal özellikleri nedeni ile günümüz endüstrisinin yeri tutulmaz hammaddelerindendir ve endüstri mineralleri içerisinde önemli bir potansiyel değere sahiptir. Endüstriyel kullanımı bu kadar önemli olan zeolit minerallerinin doğada volkanik kayaların boşluklarında az olarak bulunması araştırmacıları yapay zeolit üretme olanaklarını

araştırmaya itmiştir. Yapılan çalışmalar olumlu sonuçlanmış ve yapay zeolitler üretilmeye başlanmıştır.

Yapay zeolitlerin ilk anda uygulamaya girdiği alanlar şöyle sıralanabilir; Normal hidrokarbonların ayrılması veya kazanılması, hidrokarbon tepkimelerinde katalizör olarak kullanılması, havadaki oksijen dışındaki bileşenlerin tutulması ile oksijence zengin hava akımlarının elde edilmesi, radyoaktif atıklardaki radyoaktif iyonların tutulması, doğal gazlar içinde bulunan zararlı karbondiyoksit ve kükürtün tutulması.

Yapay zeolitlerin birden bu kadar geniş ve teknolojik olarak önemli kullanım alanlarının ortaya çıkması ve yapay zeolit üretimlerinin pahalı oluşu doğal zeolit yataklarının aranmasını hızlandırmıştır ve son yıllarda dünyanın birçok yerlerinde çok büyük zeolit yatakları bulunmuş ve işletmeye sunulmuştur.

Doğal ve yapay zeolitlerin endüstride geniş kullanım alanları bulmasının belli başlı nedenleri kimyasal ve fiziksel özelliklerinin bir çok kullanım alanına uygun olmasındandır. Yüksek iyon değişim kapasitesi, yüze soğurma ve moleküler elek olma özelliği, kristal yapısının bozulmadan dehidratasyon ve rehidratasyona uygunluğu, düşük yoğunluğu ve silis bileşimine sahip oluşu belli başlı özellikleridir.

Zeolitlerin endüstride kullanım alanları şu şekilde sıralanabilir;

### 3.1. Oksijen ayırımında:

Zeolitlerin 1960'larda Japonya'da geliştirilen en önemli kullanım alanlarından biri de havanın oksijeninin ayrılması ve demir çelik endüstrisinde ikincil eritmede kullanılmasıdır. Bu amaçla kurulmuş tesiste herbiri asit ile yıkanmış 13 ton mordenit ile doldurulmuş üç kuleden saatte 500 m<sup>3</sup> % 90 saflıkta oksijen üre-

tilmektedir.

Küçük miktarlarda fazla saflık gerektirmeden oksijen tüketen birçok alanlarda; gölet ve nehirlerin oksijenlenerek temizlenmesinde, hastahanelerde % 60 saflıkta oksijen sağlamada, hava kirliliğinin azaltılmasında zeolit kullanılmaktadır.

### 3.2. Gaz soğurucu ve katalizör olarak:

Gaz hidrokarbonlarının belirli koşullar altında yüze soğurma dışı soğurma ile arıtılması ve petrol rafinesinde kullanılmak üzere katalizör olarak kullanılması yine zeolitler tarafından yapılmaktadır. Yalnız bu tür işlerde genellikle yapay zeolitler kullanılmaktadır. Düşük soğurma kapasitesi ve az miktarda da olsa demir ve diğer kirletici katyonların kristal boşluklarında yer almış olması nedenlerinden doğal zeolitler kullanılmaktadır.

Fakat birçok kuruluşlar çeşitli şekilde temizlenmiş, asitle aktive edilmiş doğal zeolitleri çeşitli gazların arıtılmasında ve ayrılmasında kullanılmaktadırlar.

### 3.3. İyon değişiminde:

A.B.D. Atomik enerji komisyonu tarafından desteklenen araştırmalarda nükleer tesislerin artık sularındaki kaçak radyoaktif stronsyum ve cesiyum iyonları zeolitler tarafından tutulmuş ve izole edilmişlerdir. Bu radyoaktif iyonlar zeolitler tarafından tutulduktan sonra zararsız bir şekilde sürekli saklanabildikleri gibi, kimyasal yollarla zeolitlerden arıtılabilmişlerdir.

Sr<sup>90</sup> ile kirlenilmiş bir tarım arazisinde zeolitlerle yapılan denemelerde başarılı sonuçlar alınmıştır.



Sr<sup>90</sup> ile kirletilmiş topraklara karıştırılan klinopitilololit Sr<sup>90</sup>'ın büyük bir kısmını yüze soğurmakta, böylece bitkilerin emdiği Sr<sup>90</sup> miktarı büyük bir ölçüde azalmaktadır.

A.B.D'de yapılan çalışmalarda kanalizasyon sularındaki amonyumun % 97'si kolaylıkla tutulabilmiştir. Daha sonra zeolitler tekrar kullanılmıştır.

#### 3.4. Kağıt endüstrisinde:

Beyaz ve parlak görünümünde olan zeolitler kağıt endüstrisinde beyazlatıcı ve kalite yükseltilmesinde bol miktarda tüketilmektedir. İyi kalite kağıt yapımında klinopitilolit kullanılmaktadır. Zeolitlerin kağıt endüstrisinde bol miktarda kullanılmasının nedeni zeolit kullanılarak üretilen kağıtların mürekkebi daha az dağıtan, daha kolay kesilen ve parlak nitelikte olmalarından kaynaklanmaktadır.

#### 3.5. Yapı taşlarında:

Zeolitler uzun yıllardan beri yapı taşı olarak kullanılmışlardır. Zeolitli tüflerin hafif oluşu kadar dayanıklı oluşları ve kolaylıkla kesilip işlenebilmeleri yapı taşı olarak kullanılmalarının en önemli nedenlerindedir.

#### 3.6. Hafif yapı malzemesi yapımında:

Klinopitilolit perlit gibi 1200-1400°C ye kadar ısıtıldığında suyun ani olarak buhar fazına geçmesiyle genleşmekte ve bu anda soğuma sağlanırsa hafif ve gözenekli bir silikat malzemesi oluşmaktadır. Bu şekilde genleştirilmiş zeolitler ısı ve ses yalıtkanı hafif yapı malzemelerinin yapımında kullanılmaktadır.

### 3.7. Pozzolan çimentosu yapımında:

İlk pozzolan çimentosu yol, su geçidi ve kamu binalarının yapılması için Napoli yakınlarındaki zeolitik tüfler kullanılarak Romalılar tarafından üretilmiştir. Bu şekilde bir çok yerlerde yüzbinlerce ton zeolitik tuf pozzolan çimentosu üretimi için işletilmiştir. Ancak son yıllarda yapılan çalışmalarla bu tüflerin zeolit içerdikleri ortaya çıkartılmıştır.

### 3.8. Hayvan yeminde katkı olarak:

Yemlerine zeolit katılarak beslenen hayvanların daha kısa sürede daha fazla ağırlık kazandıkları görülmüştür. Bu şekilde beslenen hayvanların gerek etleri gerekse dışkıları zeolitlerin amonyağı soğurmaları sonucu daha az kokmakta ve hayvanlar daha sağlıklı büyümektedirler.

Bazı araştırmacılar eriyonit ve mordenit minerallerinin iğne yapısında olması nedeniyle zeolitli yemlerle beslenmiş hayvanların yenilmesinde uzun gelecekte insan sağlığı açısından zararlı olacağını savunmaktadır.

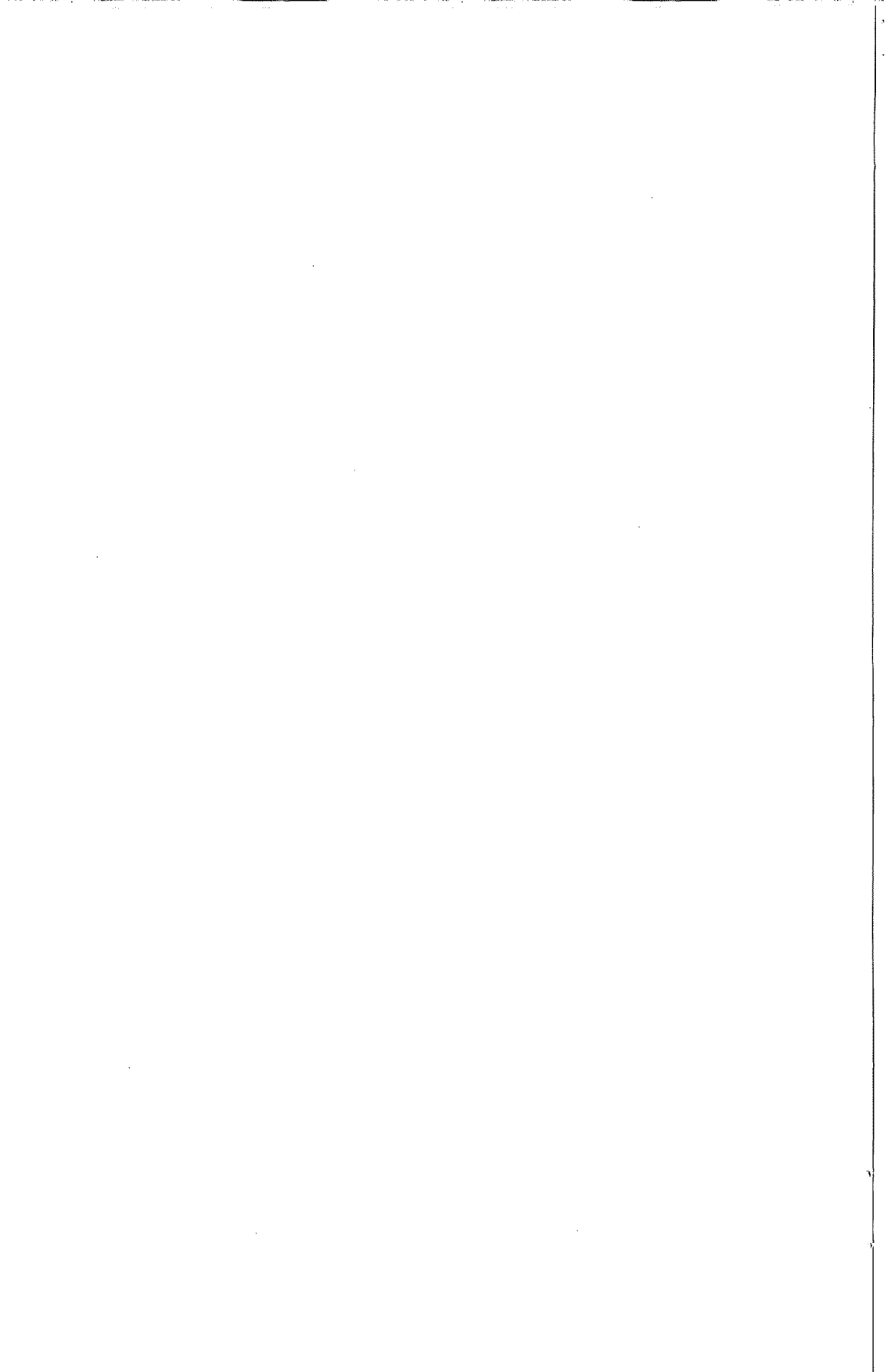
### 3.9. Tarımda:

Zeolitler tarım yapılan topraklarda gübre ile beraber kullanıldığında zeolitin amonyomu ve diğer iyonları soğurarak bitkilere yavaş yavaş verdiği için gübreler daha etkin bir biçimde kullanılmış olmaktadır.

### KAYNAKLAR

- [1] W.A.Deer, R.A.Howie, J.Zussman; An introduction to the rock forming minerals, Wiley, N.Y. (1966), 393-401.

- [2] F.A.Mumpton, World wide deposits and utilisation of natural zeolites, industrial Zeolites, October (1973), 2-11.
- [3] R.A.Munson, R.A.Clifton, Natural gas storage with zeolites, U.S.B.M., TPR, (1971).
- [4] A.Miyashiro, Metamorphism and related magmatism in plate tectonics, Amer. Jour. Sci., 72, (1972), 629-656.
- [5] G.Ataman, Türkiye'de yeni bir analsim oluşuğu ve zeolitli serilerle plaka tektoniği arasında muhtemel ilişkiler. Yerbilimleri, TMMOB Jeoloji Müh.Od. Yayın Organı, yıl 1 (1976), 9-23.
- [6] G.Ataman ve N.Gündođudu, Anadolu tersiyerinde analsimli zonlar ve bunların jeolojik konumu, Yerbilimleri, 7, (1980), 9-14.
- [7] M.T.Özine ve G.Ataman, Yunanistan'daki doğal Zeolitlerin demir-çelik sanayiinde gerekli oksijenin üretilmesinde kullanılma olanağı, Yerbilimleri, cilt 2, sayı w, (1976), 312-320.
- [8] S.İleri, Zeolitler, Yeryuvarı ve İnsan, Cilt 3, Sayı 1 (1978), 40-45.
- [9] R.A.Sheppard (Çev.Y.Z.Güresinli), Tortul kayalarda zeolitler, Yeryuvarı ve insan, cilt 5, sayı 1-2 (1980), 46-50.



## DOĞU AKDENİZ KROM MADENCİLİĞİ VE SORUNLARI

Mesut ANIL<sup>\*</sup>

## ÖZET

Doğu Akdeniz Bölgesinde yürütülen madencilik faaliyetleri içinde krom madenciliği en önemli bir yer işgal etmektedir. Batıda Ecemiş Koridoru ve doğuda Hatay Kızıldağ Masifinin sınırladığı bölgede bir çok krom ocağı bulunmaktadır. 1950'li yıllardan bu yana, krom piyasasının iyi olduğu zaman işletilen ve kriz dönemlerinde kapanan bir çok irili ufaklı krom cevherleşmesinden bu güne kadar yaklaşık 3 milyon ton kromit cevheri çıkarılmıştır. Çoğu Iskenderun ve Mersin limanlarından ihraç edilen bu cevherlerin büyük bir kısmı podiform tipteki ocaklara aittir. Doğu Akdeniz Bölgesinde halen çalışır durumda 500 kadar ocak ve mostra bulunmakta ve bugüne kadar bunlardan en büyük rezervlisi 65 000 ton tout ve nant cevheri geçmemiştir. Bölgedeki krom madenciliğinin en büyük sorunu irili ufaklı bölgeye yayılmış olan ofiyolit masiflerinin yapısal haritalarının yapılmamış olmasıdır. Ayrıca bilgisizlik ve jeolojik çalışma yaptırılmadan gelişigüzel cevher çıkarılması büyük kayıplara neden olmaktadır.

THE CHROMIUM MINING AND ITS PROBLEMS IN THE EAST  
MEDITERRANEAN REGION

## ABSTRACT

The chromium mining is occupied as a most important mining activity in the mining operations of the East

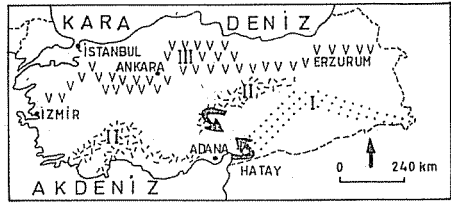
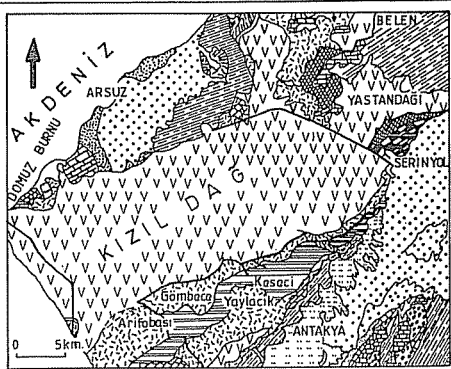
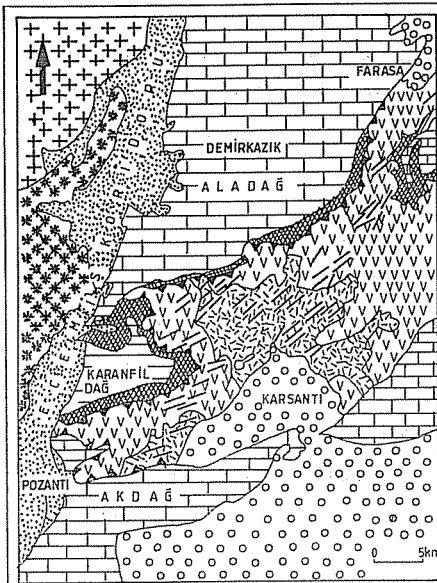
---

(\*) : Ç.Ü.Müh.Mim.Fak., Jeoloji Müh.Böl., Balcalı-ADANA

Mediterranean region. There are many chromium galleries in the region which are surrounded by the Ecemiş corridor in the West, and the Hatay Kızıldağ Massif in the East. Since 1950, approximately three million tones chromite ore were taken out from the many big and little chromium mineralization which were operated during the best time of the chromium market and closed after the period of crisis. The great amount of ore is exported from the Iskenderun and Mersin Harbours and most of them belong to the podiform type mineralizations. There are about 500 galleries and outcrops, they are still operated in the East Mediterranean Region, and the capacity of the biggest reserved of them had 65 000 tons "tout verant" (crude ore) There aren't structural maps of the big and little ophiolitic massifs placed in the region and that case is the most important problem for the regional chromium mining in addition, the ore was taken out at randum without any knowledge and geological work. For this reason, this still causes to lose of a great amout of ore.

## 1. GİRİŞ

Geniş anlamıyla Doğu Akdeniz krom yatakları denince batıda KD-GB yönünde Pozantı'dan Faraşa'ya kadar yaklaşık 110 km boyunca uzanan ve en geniş yerinde 30 km'yi geçen Pozantı-Karsantı ofiyolit masifinin yayıldığı alan, literatüre Mersin ofiyoliti olarak geçen ve Pozantı Karsantı masifinde Ecemiş fay kuşağı ile güneye atıldığı artık tartışılmayacak bir şekilde kabul edilen ofiyolit masifi ve Hatay Kızıldağ ofiyolit masifinin yayıldığı alanlar içinde yer alan krom ocakları gelir (Şekil 1). Kızıldağ masifi Iskenderun Domuz Burnu'ndan kuzeydoğuya doğru oldukça geniş bir alanda yüzeylenir. Bu masif de tıpkı Pozantı-Karsantı ofiyolitinde olduğu gibi çeşitli fay kuşaklarıyla zamanla atılmış ve ötelenmiştir [1,2,3]



- |  |                                            |  |                                              |
|--|--------------------------------------------|--|----------------------------------------------|
|  | İNCELENEN OFİYOLİT MASİFLERİ               |  | ECEMİŞ KORİDORU PALEOJEN MOLASLARI           |
|  | BİRDİRME                                   |  | TERSİYEN ANDEZİT VOLKANİZMASI ( ULUKIŞLA )   |
|  | DENİZEL KUMLAR                             |  | KİREÇTAŞI ( YALAZ FORMASYONU )               |
|  | ALÜVYONLAR                                 |  | PİLLOW LAWAS                                 |
|  | DÖKÜNTÜ MALZEME                            |  | DAMAR KOMPLEKSLERİ                           |
|  | KARSANTI BASENİ FİLİSLERİ VE MOLASLARI     |  | İZOLE DOLENİT DİYABAZ DAYKLARI               |
|  | SAMANDAĞI, KUNTAŞI—KILTAŞI—KİLLİ KİREÇTAŞI |  | DUMTİK KÜMÜLATLARI                           |
|  | NURZEYTİN MERMERLERİ ( YAZIR FORMASYONU )  |  | HARZBURJİTİK TEKTONİKLERİ                    |
|  | KİREÇTAŞI ( ENEK FORMASYONU )              |  | OFİYOLİT OLMAYAN SEDİMANTER VE VOLKANİK SER. |
|  | KONGLOMERA - KUNTAŞI ( ENEK FORMASYONU )   |  | NİĞDE KRİSTALİN MASİFİ                       |
|  | KİREÇTAŞI ( OKÇULAR FORMASYONU )           |  | KİREÇTAŞI ( ALADAĞ, AKDAĞ )                  |

Ovaloğlu (1963), Bingöl (1978), Çakır (1978), Çataklı (1983) ve Salçuk (1981)'den.

Şekil 1: Pozantı - Karsanti ve Kızıldağ ofiyolit masifleri ve bu masiflerin Türkiye ofiyolit kuşakları içindeki yerleri

Osmaniye-Bahçe-Haruniye-Zorkun ve Dört Yol'un kuzeyinde bir çok krom ocağına yataklık eden bu birlik, İslahiye-Kilis-Fevzipaşa-Kömürler-Kahramanmaraş-Gaziantep ve Adıyaman'a kadar devam edip ikinci kuşağın yüzeylendiği Elazığ-Malatya ve daha doğuya kadar uzanmaktadır.

Bilindiği gibi Türkiye'de bellibaşlı üç ofiyolit kuşağı vardır. Bu kuşaklar kuzey-orta ve güney ofiyolit kuşakları olarak ayrılmaktadır [4]. Bu yazıda ele alınan Doğu Akdeniz Bölgesi hem orta ve hemde güney ofiyolit kuşaklarına ait krom ocaklarını kapsamaktadır. Gerek Pozantı Karsantı ve gerekse Kızıldağ ofiyolitine bağlı olarak oluşmuş ve inceleme fırsatı bulduğumuz ikiyüzün üstündeki maden ve ruhsat sahasında tesbit edilen bilgilerin ışığında sorunlar bu makalede tartışılacak ve bazı önerilerde bulunulacaktır.

## 2. KROMLARIN YATAKLANMA TIPLERİ

Dünyada bilinen iki tip krom yataklanması vardır [5, 6, 7, 8]. Bunlardan özellikle Türkiye, Yunanistan, Kıbrıs, İran, Irak, Suriye ile Yeni Kaledonya ve Rusya'nın bazı bölgelerinde sıkça görülen ofiyolit kuşaklarına bağlı, düzensiz dağılımlarıyla ve tektonizmadan yeterince etkilenmiş podiform krom yatakları birinci tipi oluştururlar. İkinci tipi bazik ve ultrabazik lapolitlere bağlı olarak geniş bir alanda tabakalı yataklanmalar gösteren Busveld, Stilwater ve Great Dyk gibi stratiform yataklardan oluşur. Çok seyrek olarak ofiyolit kuşaklara bağlı olarak da küçük boyutlu stratiform krom yataklarına rastlanmaktadır [9, 10, 11]. Ancak bunlar hiçbir zaman Busveld tipi stratiform yataklarıyla mukayese edilemezler.

Pozantı-Karsantı ofiyoliti diğer iki masife göre daha ayrıntılı çalışarak incelenmiş ve bu masifde bugüne kadar iki yüzün üstünde ruhsat sahası belirlenebilmiştir. Pozantı-Karsantı ofiyoliti Türkiye'nin birçok ofiyolit kuşağında olduğu gibi Üst Kretase'de tektonik olarak böl-



geye gelerek Paleozoyik ve Mesozoyik kireçtaşları üzerine oturmuştur. Başlıca üç üniteden oluşur. En alt üniteyi porfiroklastik harzburjitlerin oluşturduğu tektonitler, bunun üzerinde ise dünit, piroksenit ve gabrolardan oluşan kümülatlar bulunmakta ve bu iki ünite çok sayıda ki dolerit-diyabaz daykiyle kesilmektedir (Geniş bilgi için bkz. Anıl ve diğerleri, 87).

Özellikle tektonitler ve bazende kümülatlar içinde adese, damar, band ve cepler şeklinde bir çok podiform tipte kromit yataklanmaları görülür. Bunların çoğu küçük boyutlu olup, nadiren 65.000 ton toun venant cevher üreten ocaklara rastlanır. Bazen açık işletme denemeleriyle birlikte yürütülen kapalı işletmelerde görülen en önemli aksaklıklar bilinçsizce, gerekli ön çalışmalar yapmadan gelişigüzel arama faaliyetlerinde bulunmaktadır. Bu most-ra takibiyle işe başlanması ve jeolojik araştırma için çaba gösterilmemiş olması madencilere çoğu kez yüklü faturalar çıkmasına sebep olunmakta ve bir çok iflaslarla karşılaşılmaktadır.

Pozantı-Karsantı masifinde podiform yatakların yanısıra tabakalı cevherleşmelerde görülür. Karsantı dolaylarındaki Akinek Dağı ve çevresinde MTA tarafından 1975-1985 yılları arasında önce jeolojik, sonra da sondaj çalışmalarıyla oldukça büyük tonajlara ulaşan düşük tenörlü krom sahaları saptanmıştır. Şu anda değerlendirilmese de yakın gelecekte düşük maliyetli modern konsantre tesislerinin devreye girmesiyle bu sahaların da değerlendirilerek, ülke ekonomisine katkıda bulunulabilir. Nitekim 1950'li yıllardan beri bilindiği halde zaman zaman çalıştırılan Tekneli ve Sarıçoban Dere ocakları bandlı tipteki cevherler bugün konsantre edilerek değerlendirilebilmektedir.

Kızıldağ ofiyolitine bağlı cevherleşmeler de Pozantı-Karsantı ofiyolitindeki gibi podiform özellikte olup, düzensiz bir dağılım göstermektedirler. Daha çok

Sarıgöl, Gökmustafa, Işıklı, Haymaseki gibi bölgelerde yüzeyletirlirler. Ayrıca aynı masife bağılı olarak Osmaniye, Zorkun, Bahçe, Haruniye, Islahiye, Kömürler, Türkoğlu, Kahramanmaraş ve Gaziantep dolaylarında yüzden fazla ruhsat sahasında krom cevheri çıkarılmaktadır. Bunların ancak % 10'u bilinçli bir madencilik anlayışıyla işletilebilmektedir.

Bu masifte de en çok rastlanan cevherleşme tipleri Pozantı-Karsantı'da olduğu gibi, nodüller, kompakt (masif) ve bandlı cevher tipleridir. Saçınımlı cevherlere burada da sık olarak rastlanır. Özellikle kompakt cevher tipi takoz olarak değerlendirilirken, düşük tenörlü olanları konsantre fabrikalarında standart tenöre ulaştırılmaktadır.

Mersin ofiyolitine bağılı olarak da bir çok krom madeninde faaliyet gösterilmekte olup, son yıllardaki aramalarda yeni zuhurlar ortaya çıkarılmıştır. Bu masif her ne kadar Pozantı-Karsantı ofiyolitiyle aynı özellikte ise de, henüz ayrıntılı olarak incelenememiştir. Ancak 1987 yılından itibaren Mersin ofiyoliti üzerinde ayrıntılı jeoloji, petrografi ve metalojeni çalışmaları yoğunlaştırılmıştır.

### 3. KROM ARAMALARINDAKİ GÜÇLÜKLEF VE DOĞU AKDENİZ BÖLGE-SİNDEKİ DURUM

Ülkemizde krom aramaları yapan kuruluşları dört grupta incelemek mümkündür. Bunlar;

M.T.A Genel Müdürlüğü,

Etibank Genel Müdürlüğü,

Üniversiteler,

Kromit Madenciliği yapan özel kuruluşlardır.

Bu kuruluşlardan en yaygın araştırmayı M.T.A., 3213 sayılı yeni Maden Yasası çıkıncaya kadar daha çok

Özel kuruluşların müracaatlarının karşılanması amacıyla ve bir kısmı da bizzat kendi ruhsat sahalarında olmak üzere preskepsiyon ve sondaj uygulamaları şeklinde yürütülmekteydi. Genel Müdürlükte uzun zamandan beri yalnızca krom aramalarına yönelik bir servis ve yeterince bilimsel deneyimi bulunan teknik bir eleman bulunmaktadır. Ancak 3213 sayılı yeni Maden Yasası'ndan sonra M.T.A kendi ruhsat sahaları dışında paralı işe yönelmiştir. Türkiye'de üç kuşak halinde yüzeyleyen bir çok ofiyolit masifinin ayrıntılı olarak aranması daha nice yolları gerektirmektedir. Bu bütçe ve yeni anlayışla M.T.A Genel Müdürlüğü'nün yalnız başına krom aramalarını yapması düşünülemez.

Etibank M.T.A'ya göre daha dar bir alanda yalnızca kendi sahalarında araştırma yapmakta ve özellikle ocak içi araştırmalarına önem vermektedir.

Üniversiteler ise ya kendi kişisel araştırmaları veya TÜBİTAK gibi kuruluşlarla desteklenen güdümlü projelerle, master, doktora ve münferit araştırmalar çerçevesinde krom aramalarına katılmaktadır. Üniversitelerin yaptıkları çalışmalar yalnızca krom aramalarına yönelik olmadığı ve ofiyolitlerin petrografisi, cevher parajenezleri ve kökensel yorumlara ağırlık verildiğinden bu çalışmalarda ekonomik kavramlar ikinci planda kalmaktadır.

Özel madencilik şirketleri ise kendi üretim sahalarında ocak içi aramalarıyla, ruhsat sahalarında mostra vermiş zuhurlar üzerinde durmaktadır. Çoğunun zayıf maddi olanakları nedeniyle krom aramalarında en önemli kısmı oluşturan jeolojik araştırma yaptırmadan gelişigüzel yarma veya iş makinası kullanılarak yaptırdıkları dekapajlar ile hem milli servetlerin bir daha bulunmasını güçleştirmekte ve hem de boşa giden harcamalarıyla ekonomiyi zara uğratmaktadırlar. Yapılan bu yanlış uygulamalar sonunda çeşitli iflaslar ve ocak terkleriyle karşılaşılacaktır.

Gerek Etibank ve gerekse özel kuruluşların yaptık-

ları çalışmalara ilişkin dökümanlar ya hiç arşivlenmemekte veya kayıtlara eksik geçirilmeleri nedeniyle düzenli ve doğru bilgi kaynakları oluşturulmamaktadır. Öte yandan büyük bir şanssızlık olarak da Türkiye'deki tüm krom cevherleşmelerinin düzensiz ve küçük tonajlı rezervleriyle karakteristik podiform yatakların çoğunlukta olması gösterilebilir. Bu nedenle Etibank gibi güçlü kuruluşlar ancak yeterince rezerve sahip bölgelere yatırım yapabilmekte, küçük rezervli sahalar büyük ölçüde değerlendirilememektedir. Doğu Akdeniz Bölgesinde arşivlere girmiş en büyük ocak elli-altmış bin ton civarındadır. Büyük bir çoğunluğu on bin tonun altındaki rezervlere sahip sahalarda sondaj uygulamaları başarısız olmakta, bu yüzden mecbur kalınmadıkça sondaj uygulamaları yapılamamaktadır.

Bölgedeki krom madenciliği ile uğraşan şirketlerin hatalı davranışlarından biri de, yalnızca mostra madenciliğine ağırlık vermelidir. Maden mühendislerinin önceden kazanılmış yasal hakları ve jeoloji mühendislerine göre daha yetkili olmaları nedeniyle işletmelerinde daha çok maden mühendisi çalıştıran bu kuruluşlar, onların önerileriyle jeolojik araştırmalardan kaçmaktadırlar. Bu yanlışlıklar ancak yasal düzenlemelerle giderilebilir. Madencilikle uğraşan şirketlerde gerek arama ve gerekse işletme sırasında yapılması gereken arama faaliyetleri sırasında maden mühendisinin yanında mutlaka bir jeoloji mühendisinin de bulunması bilimsel bir gereksinimdir.

Bir başka yanlış uygulama ise işletmelerin sık sık açık işletmeye başvurmalarıdır. Bilindiği gibi açık işletme kararı yeterince rezervin tesbit edilmiş olması ve dekapaj miktarının ekonomik sınırlar içinde kalması durumunda başvuruların gereken bir işletme metodudur. Oysa krom yapı itibarıyla düzensiz yataklanma göstermekte ve her hangi bir şekilde stratigrafik bir seviye ile bağlantısız bulunmaktadır. Açık işletme deneyimi bir süre sonra kromit kütlelerinin tabana dolması nedeniyle dekapaj ora-

nının artması sebebiyle terkedilmektedir. Derine dalan kromit cevherini almak için tekrar kapalı işletmeye başvurulmakta, bu ise özellikle kış aylarında açık işletmeyle bozulan topografyadan kaynaklanan su baskınlarının artmasına öncülük etmektedir. Ayrıca ofiyolit yapı itibarıyla kırılğan bir kayaç olması nedeniyle açık işletme deneyimlerinin yeniden orman örtüsünün gelişmesini de engellemektedir.

Doğu Akdeniz Bölgesinde özellikle Amanos Dağlarında (Gâvur Dağları da denmektedir) bir başka sorun kaçak çalışan veya başkasına ait bir ruhsat sahasından özellikle kış aylarında maden çıkarma işleridir. Genellikle işsiz ve maddi açıdan güçsüz köylü vatandaşların hayati tehlike karşısında hiçbir patlayıcı kullanmadan kazma kürekle çıkardıkları kaçak cevherlerlerin pek çoğu İskenderun limanında stok sahası bulunan büyük şirketlere çok düşük fiatla satılmaktadır. % 35'in üstünde  $Cr_2O_3$  içeren takoz cevherin zaman zaman 15.000 TL/ton'a kadar düştüğü bu piyasa bölgedeki krom madenciliğini menfi yönde etkilemektedir.

#### 4. CEVHERLEŞMELERİN KÖKENİ

Doğu Akdeniz Bölgesindeki tüm krom cevherleşmeleri ofiyolitlere bağlı olarak gelişmiş olup, hepsi de mağmasal erken evrede ofiyolitlerin okyanus tabanına yerleşmesiyle eş zamanda oluşmuştur [12, 13, 14, 15]. Bu cevherleşmelerin kökensel yorumları hakkında geniş bilgiler Anıl ve diğerleri [8]'de ayrıntılı olarak verilmiştir. Buna rağmen özetle bu cevherleşmelerin kökensel açıklaması "en basit anlamıyla üniversal bazaltik bir mağmanın kristalleşmeye başlamadan hemen önce veya kristalleşme sırasında kromit kristalleri oluşabilmektedir. Cr ve Fe arasında polimerleşme derecesi düşük olduğunda refrakte kromit oluşmaktadır. Kristalleşme ilerledikçe yani oli-

vinden sonra piroksenlerin kristalleşmeleri sırasında ortamda oksijen az olduğundan silisin polimerleşmesi artmaktadır [15]. Nihayet erken oluşmuş bir likit mağma içinde kromit peridotitlerle birlikte sedimantasyona uğrayarak kümülatları oluşturur.

Gerek Pozantı-Karsantı ve gerekse Kızıldağ ofiyolit masiflerinde en fazla kompakt, nodüler, disemine ve bandlı tip kromit cevherleri görülmektedir. Yalnızca Pozantı-Karsantı ofiyolitinde iki zonda görülen bandlı (stratiform) tipteki cevherleşmeler de ise kromitin normal koşullarda yalnızca gravite etkisiyle mağmatik sedimantasyon sonunda oluştuğu kabul edilir. Kompakt cevher türleri ise ister adeseler, ister bandlı tip olsun sıkışma ve tektonizma sonucu anakayaç içindeki kromit kristallerinin yoğunluklarının artması şeklinde açıklanabilir.

##### 5. REZERV-TENÖR İLİŞKİLERİ

Değişik ocaklardan alınan podiform tipteki mineralojik örnekler üzerinde gerçekleştirilen analizler tablo 1'de verilmiştir. Bu tablodan anlaşılacağı gibi  $Cr_2O_3$  miktarının azaldığı cevher örneklerinde belirgin bir  $Al_2O_3$  artışı olmaktadır. Alpin tipi ofiyolitik komplekslerdeki  $Cr_2O_3$  miktariyle  $Al_2O_3$  miktarları zıt orantılı olarak değişmektedir. Çoğu özel kuruluşlarca işletilen krom madenlerinin ocak bazında ne kadarlık bir rezerve sahip oldukları ve bu rezervlere tekabül eden tenörler ayrı ayrı tutulmamıştır. Ancak konsantre fabrikalarından alınan değerlere dayanılarak ve tablo 1'deki ocaklara ait örneklerin analiz sonuçlarından da görülüyor ki, özellikle podiform tipteki ocakların tenörleri oldukça yüksektir. Krom piyasasının geliştiği dönemlerde takoz cevher olarak satılabilen cevherlerden % 35  $Cr_2O_3$  ün altındaki cevherler konsantre fabrikalarında standart tenöre ulaştırılarak ihraç edilmektedir.

Tablo 1. Pozantı-Karsantı ve Kızıldağ ofiyolit masiflerine ait krom ocaklarından alınan cevher örneklerinin kimyasal analiz sonuçları

	OCAK ADI	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Si O <sub>2</sub>	Ti O <sub>2</sub>	MnO	Vppm	Co ppm	Ni ppm	Zn ppm	Cr/Fe
POZANTI-KARSANTI OFİYOLİTİ (PODİFORM)	Karakuz	48,07	—	12,58	12,26	11,20	—	0,12	0,26	700	412	715	495	3,36
	Temrut	37,23	—	14,16	17,22	13,66	—	0,21	0,20	690	386	618	515	2,31
	Çeş	34,30	—	13,50	17,21	18,26	—	0,26	0,17	820	600	960	560	2,43
	Sinekli	29,65	—	11,23	17,61	16,70	—	0,18	0,36	417	781	611	600	2,32
	Deveboynu	36,49	—	13,92	15,70	13,20	—	0,19	0,41	630	465	718	715	2,31
	Madal	51,83	—	14,66	11,21	18,10	—	0,27	0,20	1015	700	895	600	3,11
	Karağaç 1	33,78	—	12,16	15,60	11,80	—	0,19	0,21	600	425	615	613	2,60
	Karağaç 2	40,11	—	12,70	11,20	12,66	—	0,22	0,35	681	525	785	715	2,77
	Deveboynu	42,27	—	13,66	10,50	12,41	—	0,26	0,27	596	613	793	415	2,72
	Çeş	34,21	—	12,17	13,61	13,08	—	0,11	0,12	910	700	685	427	2,46
	Karakuz	46,16	—	14,87	12,26	10,61	—	0,18	0,19	1040	850	578	495	2,73
	STRATİFORM	Yanık yurt	29,62	—	12,21	17,51	14,70	—	0,21	0,28	460	590	613	630
Yeniçayır		55,37	—	14,44	11,33	8,20	—	0,26	0,21	970	670	714	715	3,37
Atlama		12,60	—	8,82	16,38	17,21	—	0,21	0,36	428	500	630	600	1,26
Barıçobandere		22,60	—	8,40	13,50	9,60	—	0,40	0,19	386	418	360	500	2,36
Tekneli		28,10	—	10,36	12,60	9,30	—	0,36	0,20	600	520	410	618	2,38
Sarıgöl		48,37	17,20	—	15,36	13,26	5,15	0,33	0,28	961	413	756	601	2,98
Haymaseki		54,95	17,15	—	15,00	11,20	—	0,16	0,17	630	249	685	302	3,25
İşıklı		52,70	20,10	—	15,20	10,80	—	0,27	0,90	1015	260	750	390	2,75
Hacıbebekli 1		51,43	—	14,65	—	—	3,61	—	—	—	—	—	—	—
Hacıbebekli 2		47,21	—	13,71	—	—	3,92	—	—	—	—	—	—	—
Hacıbebekli 3		34,79	—	12,17	—	—	5,63	—	—	—	—	—	—	—
Hacıbebekli 4		34,34	—	11,98	—	—	6,17	—	—	—	—	—	—	—
Öncüler (Osm.)	52,68	—	13,60	—	—	2,28	—	—	—	—	—	—	—	
Zorkun (Osm.)	48,61	—	11,20	—	—	3,60	—	—	—	—	—	—	—	

## 6. SONUÇLAR VE GÜÇLÜKLERİN GİDERİLMESİ HUSUSUNDA ÖNERİLER

Krom madenciliği Doğu Akdeniz Bölgesinde diğer madenciliklere göre oldukça yaygın olan bir sektördür. Bölgede bulunan Pozantı-Karsantı ve Kızıldağ Masiflerinin ayrıntılı olarak incelenmiş olmalarına rağmen Mersin ofiyoliti henüz detaylı olarak ele alınmamış, son yıllarda başlanan çalışmalar da henüz sonuçlandırılmamıştır. Bu üç masifde görülen yatakların büyük bir çoğunluğu Podiform tiptedir. Bu güne kadar yalnızca Pozantı-Karsantı ofiyolitinde Karsantı nahiyesi ile Gerdibi köyü yakında tabakalı kromit cevherleşmesi belirlenebilmiştir. Elde tutarlı kaynaklar olmamasına rağmen bu üç masifden en az bir milyon ton tout venant cevher çıkarıldığı söylenebilir. Özellikle 1975 yılından sonra MTA tarafından yapılan sondaj uygulamaları sonunda 300.000 tonu görünür olmak üzere 450.000 tonluk da muhtemel rezerv tesbit edilmiştir. Özel kuruluşlar elindeki çok sayıda sahadan ne kadar tonluk cevher çıkarıldığı ve bu sahaların ne kadarlık muhtemel rezervlere sahip oldukları ancak tahmini olarak söylenebilir. Ayrıca özellikle Amanos dağlarından çıkarılarak kaçak olarak satılan cevherler de az sayılmaz.

Bu mevcut rezerv ve tenör potansiyeline rağmen aramaların bilinçsizce yapılması, yalnızca mostra madenciliğine önem verilmesi, bölgenin jeolojik yapısının henüz iyi saptanmamış olması ve çıkarılan cevherlerin satışında dış pisayayı elinde tutan üç beş yabancı sermaye destekli şirketin keyfi tutumları nedeniyle Doğu Akdeniz Bölgesindeki krom madenciliği istenilen düzeye çıkarılamamıştır.

Bütün bu sorunların giderilmesi amacıyla;

- 1- İşletmeciler kuruluşların mutlaka en az 1 jeoloji mühendisi istihdam etmeleri ve krom madenciliği ile tecrübe kazananların tercih edilmeleri,



- 2- Küçük şirketlerin bir araya gelerek başta MTA, Üniversiteler ve özel bürolardaki teknik personellerden yararlanarak sahalarında ortak jeolojik etüd yaptırılmaları,
- 3- Kromit cevherlerinin birinci elden değerlendirilmesini sağlamak amacıyla dış bağlantıları bizzat kendilerinin yapması, bunun içinde ortak stok bağlantılarını gerçekleştirmeleri,
- 4- Gerek akaryakıt ve gerekse çevre kirliliğinin doğuracağı zorlukları bir ölçüde gidermek amacıyla krom ocakları yakınlarına seyyar konsantre tesislerinin kurulmasında ortak hareket etmeleri,

ile Doğu Akdeniz Bölgesindeki krom madenciliği istenilen düzeye getirilebilir. Bu ortak hareket sonunda hem kendileri sermayelerini boş yere harcamamış olacaklar ve hemde ülke ekonomisine yararlı olacaklardır.

#### KAYNAKLAR

- [1] Aslaner, M., Iskenderun-Kırıkhan Bölgesindeki Ofiyolitlerin Jeolojisi ve Petrografisi. M.T.A. Enst.Yay. No: 150, 78 s., 1973.
- [2] Coğulu, E., New data on the petrology of Kızıldağ (Hatay-Turkey). Proceeding of the Congress of Earth Sciences "50 th Anniversary of the Turkish Republic" 409-423, 1973.
- [3] Selçuk, H., Etude géologique de la partie meridionale du Hatay (Turquie). Thèse, Univ. Genève, 116 p, 1981.
- [4] Juteau, Th., Ophiolites of Turkey, Ophioliti, Special Issu, 2, p. 199-237, 1980.

- [5] Thayer, T.P., Gravity differentiation and magmatic re-emplacment of podiform chromite deposits, in magmatic ore deposits: Ed. Wilson, H.D.B.Econ.Geol.Mon. 4. 132-146, 1969.
- [6] Cassard, D., Nicolas, A., Rabinovitch, M., Moutte, J., Leblanc, M., Prinz hafer, A., Structural classification of chromite pods in New Calidonia, Econ. Géol. vol. 76, 805-881, 1981.
- [7] Leblanc, M., Cassard, D. et Juteau, Th., Cristallisation et Deformation des Orbicules de chromite, Mineral Deposita, 16: 269-282, 1981.
- [8] Anıl, M., Billor, Z., Özüş, S., Gerdibi Grubu Pozantı-Karsantı-Adana) Kromit Yataklarının Jeokimyası ve Metalojenisi, Doğa, TU Müh.ve Çev. D.11, 2, 1987.
- [9] Çakır, Ü., Pétrologie du massif ophiolitique de Pozantı-Karsantı (Taurus Cilicien, Turquie). Etude de la Partie central: Thèse Univ. Strasbourg, 251 p, 1978.
- [10] Rahgoshay, M., Juteau, Th. et Whitechurch, H., Kızılyüksek Tepe: un gisement exceptionnel de chromite stratiforme dans un complexe ophiolitique (massif de Pozantı-Karsantı, Taurus, Turquie): C.R.Acad.Sc.Paris, t.293, Série 11, 765-770, 1981.
- [11] Anıl, M., Pozantı-Karsantı Ofiyolit Karmaşığı içinde seyrek görülen tabakalı (stratiform) krom cevherleşmeleri: Tekneli ve Sarıçoban Dere ocakları, S.Ü.Mühendislik-Dergisi, S.2. S. 43 - 59, 1987.
- [12] Juteau, Th., Les ophiolites des nappes d'Antalya (Taurides occidentales, Turquie). Mém.Sci.Terre Nancy 32: 692 pp, 1975.

- [13] Bilgrami, S.A., Mineralogy and Petrology of the central part of the Hindibagh igneous complex, Hindubagh mining district, Zhob Valley, West Pakistan. Pakistan Geol. Surv. Rec. 10, 2 c: 1-28, 1964.
- [14] Greenbaum, D., The internal structure of the Troodos ultramafic complex, Cyprus-Unpubl. PhD Thesis Univ. of Leeds 142 pp, 1972.
- [15] Bernard, A., Recyclage Metallogénie, Ecole de Géol. Nancy, 325 p., 1975.



ADANA KUZEYİNİN JEOLJİSİ VE ŞEHİR MERKEZİNİN BAZI TEMEL SORUNLARINA  
İLİŞİK GÖZLEMLER

Cengiz YETİŞ<sup>✕</sup>

ÖZET

Adana şehir merkezi 1/100.000 ölçekli Kozan-N34 ve Adana-034 paftaları sınırında yer almaktadır. Seyhan baraj gölü ve Seyhan nehri tarafından ikiye ayrılan şehir merkezi Kuvaterner'e ait güneyde alüvyon; kuzeyde ise traça kalıçlı birimleri üzerinde kurulmuştur. Daha kuzey alanlarda ise Oligosen'den Pliyosen'e değişik kayastratigrafi birimleri yüzylemektedir.

Bu incelemede şehir merkezinin jeolojik konumuna bağımlı olarak stabilize-agrega malzeme olanakları, E-5 karayolunun konumu, toplu taşıma olanakları ve kanalizasyon sisteminin yeraltına boşaltılabilmek niteliklerine değinilecektir.

THE GEOLOGY OF NORTHERN PART OF THE ADANA AND SOME OBSERVATIONS ON  
THE MAJOR PROBLEMS OF THE CITY CENTER

ABSTRACT

Adana city center is situated at the border of Kozan-N34 and Adana-034 sheets with a scale of 1/100.000. The city center is build up on the alluvium at the south and terrace-caliche at the north of Quaternary aged which divided in two district by Seyhan dam and Seyhan river. At the further northern side of the city center different lithostratigraphic units of Oligocene to Pleistocene crop out.

The aim of this study is to investigate the possibility of finding the excavated and aggregate materials, alternative routes of E-5 highway, other public transportation systems and discharge

*of waste water domestic sewage to the underground for the city center according to the geologic data.*

## 1. GİRİŞ

Adana il merkezi kuzeyindeki jeolojik çalışmalar 1935'li yıllara inmektedir [3,5,1,4] . Bölgedeki ilk ekip çalışması ise Mobil jeologları tarafından 1953 yılında başlatılmış olup Schmidt (1961) tarafından bir stratigrafik nomenklatür yayınlanmıştır [6]. Adana ve kuzeyini kapsayan Kozan N34 paftasının tamamı Yetiş ve diğerleri (1986) tarafından 1/25.000 ölçeğinde haritalanmıştır [8].

İnceleme alanı Tersiyer yaşlı Adana baseninin güney kenarında yer almaktadır. Havzanın kuzey kenarında Paleozoyik ve Mesozoyik - yaşlı kayastratigrafi birimleri Tersiyer istifine temel teşkil etmektedir. Tersiyer birimleri Oligosen'den Kuvaterner'e bir tam seri niteliği sunmaktadır. Böylece tabanda karasal çökeller ile başlayan transgresif istif sığ denizel ve derin denizel çökellere geçmektedir. Regressif istifte ise derin denizelden sığ denizel ve karasala geçen çökeller yer almaktadır [7] .

Adana şehir merkezi Kuvaterner'e ait kuzeyde traça-kaliçi, güneyde ise alüvyon üzerinde kurulmuştur. Balcalı ve Kurttepe kuzeyinde ise Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı konglomera, kumtaşı, silttaşı, alçığtaşı yüzeylemektedir. Daha kuzey alanlarda ise Oligosen'den Üst Miyosen'e değişik litolojik yapıya sahip kayastratigrafi birimleri bulunur.

Jeolojik konuma bağlı olarak Adana şehir merkezi ve dolayısı için stabilize malzeme problemi olmayacaktır. E-5 karayolu için alternatifli güzergahlar söz konusudur. Kanalizasyon sisteminin yeraltına boşaltılabilmesi konusu araştırılmalıdır. Jeolojik yapı ve buna bağımlı olarak gelişmiş topografik konum özellikle şehrin kuzey yarısında toplu taşımaya yönelik olarak raylı sistemin işletilmesi ne çokça uygun görülmektedir.

## 2. ADANA KUZEYİNİN JEOLJİSİ

Adana kuzeyinde kırıntılı- karbonatlardan oluşma Paleozoyik

ve Mesozoyik yaşı kayastratigrafi birimleri Karaisalı-Gildirli-Karsantı hattı ve kuzeyinde yüzeylemektedir. Konuya ilişik ayrıntılı bilgi Yetiş ve Demirkol (1986) tarafından sunulmuştur [8]. Adana Tersiyer istifinin tabanını oluşturan Paleozoyik ve Mesozoyik yaşı birimler üzerinde bu incelemede fazlaca durulmayacaktır.

Adana havzası Tersiyer istifi Karaisalı-Gildirli-Karsantı hattı güneyinde yüzeyler. Bu istif Oligosen'den günümüze sürekli bir çökelmeyi işaret eder. Tabanda paleotopografik çukurluklarda karasal çökeller ile başlayan istif sığ denizel kırıntılı ve karbonatlara, daha sonra da derin denizel fasiyesleri geçmektedir. Buraya kadar özetlenen istif transgressif niteliktedir. Bundan sonra ortamın sığlaşması ile regressif bir istif gözlenmektedir. Derin denizel çökeller sığ deniz nitelikli seyrek karbonatlı kırıntılılara daha da üsttekarasal nitelikli çökelere geçmektedir. Adana kuzeyindeki konglomeratik traça-kaliçi birimi en üst karasal çökelleri oluşturmaktadır. Şimdi Adana havzası Tersiyer istifini kısaca özetleyelim:

### 2.1. Gildirli Formasyonu

Schmidt [6] tarafından adlandırılan birim, pembemsi kırmızı renkli çakıltaş, çakıllı kumtaşı, kumtaşı ve çamurtaşından oluşma dönemler halinde bulunan akarsu çökellerinden oluşmaktadır. Gildirli formasyonunun kalınlığı 0-400 m arasında değişmektedir. Birim paleotopografik çukurluklarda oluşmuştur. Adana kuzeyinde Gildirli köyü dolayında yüzeyleyen Gildirli formasyonu Oligosen-Alt Miyosen zaman aralığında çökelmiştir.

### 2.2. Karsantı Formasyonu

Schmidt [6] tarafından adlanan birim açık gri renkli, ince-orta ve kalın katmanlı marn, çamurtaşı, ve seyrek çakıllı kumtaşı yapılışıdır. Birimin kalınlığı 880-1500 m arasında değişmektedir. Yer yer kömür damarları ile bitkisel döküntü ve tatlısu ortamına ait fosiller kapsayan birim Oligosen-Üst Miyosen zaman aralığında çökelmeyi işaret etmektedir.

### 2.3. Kaplankaya Formasyonu

Yetiş ve Demirkol [8-9] tarafından ayırtılan birim boz renkli sığ deniz-plaj nitelikli çakıllı kumtaşı, kumtaşı, kumlu-çakıllı kireçtaşı marn yapılışıdır. İnce-orta katmanlı olan birimin kalınlığı 35-60 m arasında değişmektedir. Kapsadığı sığ denizel nitelikli fosillere göre birime Burdigaliyen-Langhiyen yaşı uygulanmıştır [8] .

### 2.4. Karaisalı Formasyonu

Schmidt [6] tarafından Karaisalı kireçtaşı olarak adlanan birime kireçtaşına ilave olarak dolomit-dolomili kireçtaşı kapsamı nedeni ile Karaisalı formasyonu adı uygulanmıştır [8]. 0-600 m kalın birim kalın-çok kalın katmanlı yer yer som görünülüdür. Başlıca resifal nitelikli karbonatlardan ibarettir [2]. Kapsadığı sığ denizel nitelikli fosil kapsamına göre birime Burdigaliyen-Langhiyen yaşı uygulanmıştır.

### 2.5. Cingöz Formasyonu

Schmidt'in [6] Ayva ve Topallı üyeleri Cingöz formasyonu olarak incelenmiştir. Birim başlıca gri renkli çakıllı kumtaşı, çakıllı kumtaşı ve kumtaşı yapılışıdır. Cingöz formasyonunun kalınlığı 3500 m ye erişmektedir. Birim Burdigaliyen-Langhiyen yaş konağında çökelmiş olmalıdır.

### 2.6. Güvenç Formasyonu

Birim Schmidt[6] 'in Cingöz formasyonu tabanında ayırtladığı Köpekli şeyl üyesi ile birlikte Güvenç formasyonu olarak incelenmiştir [8] . Güvenç formasyonu % 10 veya daha az ince kumtaşı-silttaşı-killi kireçtaşı ve yer yer kıt karbonatlı şeyl arakatmanlı koyu gri, yeşilimsi gri renkli şeyl yapılışıdır. Birimin kalınlığı 20-3220 m arasında değişmektedir. Derin denizel foramlarca zengin olan birim Burdigaliyen-Serravaliyen zaman aralığında çökelmiştir.

### 2.7. Kuzgun Formasyonu

Birim Kuzgun, Salbaş tüfit ve Memişli üyelerinden oluşmaktadır.



Kuzgun formasyonunun tabanında yer alan Kuzgun üyesi çakıltaşı, çakıllı kumtaşı, kumtaşı ve çamurtaşı ardalanmasından oluşma akarsu ve sığ denizel çökeller ile temsil edilmiştir. Kalınlığı 434 m kadardır. Üzerine volkanoklastik kumtaşı ve çakıltaşı ile başlayan açık gri-kirli beyaz renkli kil-mil içeren tüfit yapılaşlı Salbaş tüfit üyesi gelmektedir. Yaklaşık 1-10 m kalın olan birim klavuz katman niteliğinde olup Tortoniyen evresinde bölgede bir volkanik faaliyeti işaret etmektedir. Memişli üyesi akarsu, göl ve sığ denizel çökellerden oluşmaktadır. Akarsu çökelleri alacalı renkli çakıllı kumtaşı ve kaba kumtaşı ile başlayıp kumtaşına geçen, en üstte ise kırmızı-kahverengi silttaşı-çamurtaşından oluşma dönemlerden ibarettir. Sığ denizel çökeller ise seyrek çakıllı ince-orta kumtaşı, silttaşı ve çamurtaşı yapılaşlıdır. Birim 450 m kalındır. Kap-sadığı fosil topluluğuna göre birim Serravaliyen-Messiniyen evresinde çökelmiş olmalıdır.

## 2.8. Handere Formasyonu

Schmidt (6) tarafından adlanan birim boz renkli çakıltaşı, çakıllı kumtaşı, silttaşı ve çamurtaşı yapılaşlı olup yer yer alçıtaşı mercekleri kapsamaktadır. Birimin kalınlığı 120-700 m arasında değişmekte olup Messiniyen-Pliyosen zaman aralığında çökelmiştir.

## 2.9. Traça-Kaliçi

Birim çakıltaşı, çakıllı kumtaşı, gri renkli çakıllı kaba kumtaşı, ve bloklu çakıltaşı yapılaşlıdır. Kuvaterner evresinde sıcak iklim koşullarına bağımlı olarak yaygın kaliçi oluşumları bulunmaktadır. Kalınlığı 50 m'ye erişmektedir.

## 3. ŞEHİR MERKEZİNİN BAZI TEMEL SORUNLARINA İLİŞİK GÖZLEMLER

Adana şehir merkezi kuzeyinde yüzeyleyen ve önceki bölümde özetlenen temel kayastratigrafi birimleri bölgenin bazı temel ihtiyaçlarını karşılamaktadır. Karaisalı dolayında yüzeyliyen Karaisalı formasyonundan toz kireç elde edilmektedir. Bulgurdağ dolayında ise halen az da olsa petrol üretimi sürmektedir. Kuzgun formasyonunun

SiO<sub>2</sub> oranının yüksek olduğu kesimlerinden silis kumu ve ince sıva kumu elde edilmektedir. Salbaş tüfit üyesi çimento sanayiinde tras malzemesi olarak kullanılmaktadır. Handere formasyonu içerisindeki alçıtaşı uzanımları yine çimento sanayiinde kullanılmaktadır. Handere formasyonuna ait siltli düzeyler yörede tuğla sanayiinde yaygın bir şekilde kullanılmakta ise de kiremit yapımı için fazlaca elverişli bulunmamaktadır.

Gildirli, Cingöz, Kuzgun ve Handere formasyonlarının ayrışmalı çakıлтаşı-kumlu çakıлтаşı düzeyleri stabilize malzeme olarak kullanılabilir niteliktedir. Adana şehir merkezine yakın olarak Seyhan baraj gölünün batı ve doğusunda yüzeyleyen traça-kaliçi birimi stabilize malzeme olarak kullanım yerlerine yakınlığı nedeni ile daha avantajlı görülmektedir. Birim Seyhan baraj gölünün su seviyesinin düşmesi ile oluşan yarımadalarda büyük hacimler oluşturmaktadır. Bunların stabilize malzeme olarak kazılıp, kullanılması ile göl alanında su depolanması için önemli alanlar elde edilebilecektir. Handere formasyonu içerisindeki bazı kumtaşı-çakıлтаşı düzeyleri de agrega malzeme niteliğindedir. Adana ili batı ve doğusunda yaygın yayıllımlı bulunan traça-kaliçi birimi uzun yıllar şehir merkezinin stabilize malzeme gereksinimini karşılayabilecektir.

Menekşe köyü dolay ve Balcalı kuzeybatısında Handere formasyonu içerisinde, yaklaşık şimdiki Seyhan nehrinin uzanımı ile uyumlu çakıлтаşı-kumtaşı düzeyleri bulunmaktadır. Belirtilen malzeme yer yer agrega olarak kullanılabilir, niteliktedir. Bu düzeyler traça-kaliçi birimi altında bulunup güneye doğru uzanımlıdır. Fazlaca kaliçi oluşumu sunmayan oldukça gözenekli olan birimin uzanımı özellikle Adana şehir merkezi güney alanlarında sondajlı çalışmalar ile araştırılabilir. Böylece uygun seviyeler bulunarak, ön arıtması yapılmış kanalizasyon atıkları yeraltına verilebilir. Ayrıca bu seviye batı ve doğudan Handere formasyonunun geçirimsiz ince kırıntılıları ile kuşatılmaktadır.

Adana şehir merkezi kuzeydoğuda Balcalı, kuzeybatıda ise Kurttepe ve Kabasakal yönlerinde gelişimini sürdürmektedir. Kurttepe ve Kabasakal dolayları ise geleceğin toplu yerleşim alanlarını oluşturacaktır. Gerek Balcalı, gerekse Kurttepe, Kabasakal alanlarında yine traça-kaliçi birimi yüzeylemektedir. Bu birim güneyde

Adana ovası alüvyonu ile örtülmektedir. Traça birimi önceki bölümde açıklandığı gibi başlıca konglomeratik yapılıdır ve güneye doğru yaklaşık 2-3°'lik eğime sahiptir. Birim Seyhan baraj gölü batı ve doğusunda jeolojik ve buna bağımlı olarak topografik nitelikleri ile raylı sisteme yönelik toplu taşımacılığa uygun niteliktedir. Böyle bir sistem şehir merkezini yaklaşık doğu-batı yönünde kateden mevcut çift hatlı demir yolu ile kolayca bağlantı kurulabilecek niteliktedir. Adana gar merkez olmak üzere şehir içi toplu taşımacılığı ve aynı zamanda çevre yerleşim alanları ile kolayca bağlantı kurulabilecektir. Ayrıca böyle bir sistem şehir merkezi kuzeyinde karayolu trafiğini etkilemeyecektir.

Adana şehir merkezini yaklaşık doğu-batı yönünde kateden E-5 karayolu şehri iki parçaya bölmektedir. Seyhan nehri üzerindeki en önemli karayolu geçişini de E-5 karayolu oluşturmaktadır. E-5 karayolu gibi önemli bir yolun şehir trafiği ile sıkıca iç içe olduğu bir örnek Adana'da gözlenmektedir. Gerek trafik, gerekse gürültü vb. yönünden E-5 karayolunun şehir dışına alınması zaruridir. En son olarak Kabasakal-Kurttepe yönünden gelerek Seyhan eski baraj gölünü geçip DSİ Boru Fabrikası kuzeyinden doğuya geçecek şekilde projelendirilen bir çevre yolu şimdiden şehir merkezi içinde kalmıştır. Dolayısı ile E-5 karayolunun simdiki güzergahına nazaran projelendirilen güzergah herhangi bir yarar sağlamayacaktır. E-5 karayolunun şehir merkezinin güneyine alınması kalın alüvyon örtü ve Seyhan nehri üzerinde oldukça uzun köprü gerektirmesi vb. yönlerinden uygun değildir. Karayolunun şehir merkezinin kuzeyine alınmasında ise iki farklı güzergah sözkonusudur. Bunlardan birincisi baraj gölü üzerinden ve baraj gölünün en çok daraldığı bir noktadan geçilebilmesidir. Bunun için Araplar-Karaömerli arasındaki geçiş gerek bölgenin topografik konumu gerekse zeminin nitelikleri yönünden uygun görülmektedir. İkinci yol ise Seyhan baraj gölü kuzeyinde ve barajın en yüksek su seviyesi dışından geçişi gerektirmektedir. Bu durum Adana şehir merkezinden kuzeye doğru kuşuçuşu 25 km uzaklaşmayı gerektirir. Her iki halde de bölgedeki arazinin jeolojik ve dolayısı ile topografik niteliklerine bağımlı olarak çok sayıda irili-faklı köprü ve merkezlere gereksinim olacaktır.

Belirtilen alternatif çözümlere karşıt olarak E-5 karayolunun

bulunduğu yerde yaklaşık 5 m yukarıya alınması bölgesel koşullara göre en uygun çözüm olacaktır. Mevcut karayolunun yükseltilmesi için stabilize malzeme kullanımı en ucuz çözüm olabilir. Yukarıda belirtildiği gibi yakın çevrede yeteri kadar stabilize malzeme bulunmaktadır. Günümüz şartlarında Havaalanı kavşağı ile Emniyet Müdürlüğü arasının yükseltilmesi yeterli olabilecektir. Bu tür bir geçiş için Seyhan nehri üzerine bir köprü gerekmeyecektir.

Gerekli koordinasyonun sağlanması kaydı ile toplu taşımacılığa yönelik bir raylı sistem projesi kazısıyla elde edilecek stabilize malzeme E-5 karayolunun öngörülen yükseltilmesi için yeterli olabilecektir. Şehir trafiği de herhangi bir kesintiye uğramadan alttan kuzey-güney akışını sürdürebilecektir.

Belirtilen şekildeki bir düzenleme sonucunda şehir toplu taşıma sisteminin bir bütün olarak ele alınması ve gerekli koordinasyonun yapılması zorunlu olacaktır.

#### 4. SONUÇLAR

Adana şehir merkezi batı ve doğusunda yüzeyleyen traça-kaliği birimi önemli stabilize malzeme depolarını oluşturmaktadır. Handere formasyonu içerisindeki bazı çakıltası düzeyleri agrega malzeme niteliğindedir. Ön arıtma sonrasında şehrin güney kesiminde Handere formasyonu içerisindeki çakıllı düzeylere kanalizasyon sisteminin boşaltılabilme niteliklerinin araştırılması gerekmektedir. E-5 karayolunun şehir merkezi dışına alınması veya bulunduğu yerde yükseltilerek yukarıya alınması için jeolojik ve topografik konuma bağlı olarak alternatifli yol güzergahları bulunmaktadır.

#### KAYNAKLAR

- [1] Foley, E.J., Seyhan Havalisinin Stratigrafisi hakkında Rapor. M.T.A Rap.No: 248, 1939.
- [2] Görür, N., Karaisalı kireçtaşının (Miyosen) sedimentolojisi. Türkiye Jeol.Kur.Bült. 22/2, 227-234, 1979.
- [3] Kırk, H.M., Seyhan Mıntıkası hakkında jeolojik istikşaf raporu. M.T.A Rap.No: 219, 1935.

- [4] Loczy, L .De., Adana Havzası Batı Bölgesinde Jeolojik Müşahadelere ve bu Bölgenin Ar ettiği Petrol İhtimallerinin İncelenmesi. M.T.A Rap.No: 1835, 1949.
- [5] Maxon, J.H., Adana Civarı Petrol Strüktürleri, Ankara M.T.A Rapor No: 231, 1970.
- [6] Schmidt, G.C., Stratigraphic nomenclature for the Adana region petroleum district VII. Petroleum Administration Bull, 6,47-63 Ankara, 1961.
- [7] Yetiş, C., Adana baseni Burdigaliyen-Tortoniyen istifinin sedimentolojik gelişimi, Türkiye 7.Petrol Kongresi Tebliğleri, 12 1987 (Baskıda).
- [8] Yetiş, C. ve Demirkol, C., Adana Baseni batı kesiminin detay jeoloji etüdü (1-2). M.T.A Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etüdları Dairesi. Derleme No: 8037-8037 a. 187 s. 1986, Ankara.
- [9] Yetiş, C., Demirkol, C., Lagap, H., Ünlügenç, U.C. 1/100.000 ölçekli açınısıma nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları serisi, Kozan-n-34 paftası. M.T.A Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etüdları Dairesi.1987 (Baskıda).

1. The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions and activities. It emphasizes that this is essential for ensuring transparency and accountability in the organization's operations.

2. The second part of the document outlines the various methods and tools used to collect and analyze data. It highlights the need for consistent and reliable data collection processes to support effective decision-making.

3. The third part of the document focuses on the role of technology in data management and analysis. It discusses how modern software solutions can streamline data collection, storage, and reporting, thereby improving efficiency and accuracy.

4. The fourth part of the document addresses the challenges associated with data management, such as data quality, security, and privacy. It provides strategies to mitigate these risks and ensure that data is used responsibly and ethically.

5. The fifth part of the document discusses the importance of data governance and the establishment of clear policies and procedures. It stresses that a strong governance framework is necessary to ensure that data is managed in a consistent and compliant manner.

6. The sixth part of the document explores the benefits of data-driven decision-making and how it can lead to improved performance and innovation. It encourages organizations to embrace a data-centric culture and leverage their data assets to gain a competitive edge.

7. The seventh part of the document provides a summary of the key points discussed and offers recommendations for further action. It concludes by emphasizing the ongoing nature of data management and the need for continuous improvement and adaptation to changing circumstances.

8. The eighth part of the document includes a list of references and sources used in the document. It provides a comprehensive overview of the literature and resources that informed the analysis and conclusions presented.

9. The ninth part of the document contains a list of appendices and supplementary materials. These include detailed data sets, charts, and tables that provide additional context and support for the findings of the study.

10. The tenth part of the document is a concluding statement that reiterates the main message of the document. It expresses the hope that the information provided will be valuable and helpful to the readers in their respective fields.

## ATIK ISI İLE SOĞUTMA YÖNTEMLERİ

Tuncay YILMAZ(X)

Kadir AYDIN (X)

Ö Z E T

Endüstri tesislerinde fazla miktarda atık ısı enerjisi çeşitli yollarla atmosfere atılmaktadır. Milli gelirinin yarısına yakını enerji ithalatına harcayan Türkiye için atık ısılardan olabildiğince yararlanmak gerekmektedir. Atık ısıdan çok çeşitli şekillerde yararlanılmaktadır. Atık ısı enerjisinden elektrik üretilerek soğutma yapılabilirdiği gibi, doğrudan soğutmada kullanılabilmesi için çeşitli yöntemler mevcuttur. Türkiye'deki teknoloji birikimi ile bu yöntemlerle atık ısıdan soğutmada yararlanılabileceği anlaşılmaktadır.

## REFRIGERATION METHODS WITH REJECTED HEAD

ABSTRACT

In industrial plants, a considerably high percentage of energy is being lost to the environment in the form of heat, because of several reasons. It is a known fact that nearly 50 % of the national income of Turkey is being spent on imported energy. Therefore, we have to use energy as economically as possibly. There are various methods to reuse the inefficiently lost energy. In one, the waste energy can be converted into electrical energy, or it can be used directly in refrigeration by miscellaneous methods. With the present accumulation of technology know-how of Turkey, now it is quite possible to utilize the heat losses in plants by any of such methods.

---

(X) Ç.Ü.Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü

ADANA

## 1. GİRİŞ

Endüstri tesislerinde ısı enerjisi bol miktarda kullanılmakta, aynı zamanda küçümsemeyecek kadar ısı enerjisi de çevreye atılmaktadır. Bunlardan bazıları, buhar kazanlarından elde edilen buharın işlevini gördükten sonra yoğunlaştırılması, çürük buharın atmosfere atılması, tekstil fabrikalarındaki boya-apre ünitelerinde kumaş kurutmada kullanılan havanın atmosfere atılmasıdır. Petrolün çok değerli bir enerji çeşidi olduğu günümüzde atık ısıyı en aza indirmek için çalışmalar yapılmaktadır. Çözüm yollarından birisi de bu atık ısıların soğutma amacıyla kullanılmasıdır. Her endüstri tesisinde genellikle soğutma işlemi de gerekmektedir (Gıda sanayiinde hammadde ve ürünlerin soğutulması, üretim ünitelerinin soğutulması, idari büroların soğutulması v.b.). Böylece atık ısı ile başka bir enerji gereksizinin ikinci bir iş yapılmış olacak, hem atık ısıdan yararlanılırken hem de soğutma için harcanacak enerji (elektrik veya yakıt) tasarruf edilecektir. Aşağıda atık ısı ile çalışan soğutma sistemleri incelenecektir.

## 2. ATIK ISIDAN ELEKTRİK ENERJİSİ ELDE EDİLEREK ISI POMPASI İLE SOĞUTMA

Isı pompalarıyla soğutma konusuna girmeden önce atık ısıdan elektrik enerjisi üretimini incelemekte yarar vardır.

### 2.1. Atık Isıdan Elektrik Enerjisi Üretilmesi

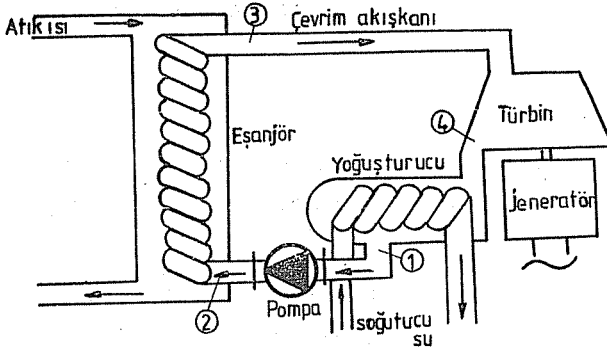
Atık ısıdan elektrik enerjisi üreten sistemler, atık ısının gizli ısısından yararlanarak çalışan sistemler ve atık ısının duyulur ısısından yararlanarak çalışan sistemler olarak ikiye ayrılmaktadır.

Atık ısının gizli ısısından yararlanarak elektrik enerjisi üreten sistemler ayrıntılı olarak bilinmektedir.

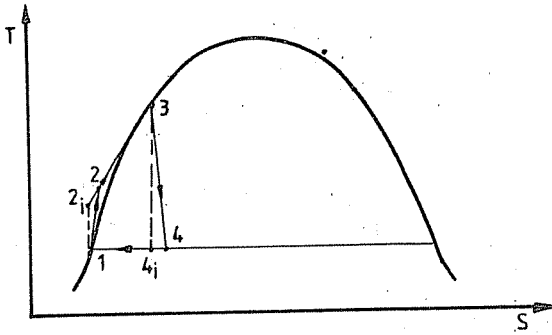
Atık ısının gizli ısı şeklinde değil de duyulur ısı halinde bulunması durumunda güç çevrimi olarak "Trilateral Cycle" denilen üçgen çevrimli güç makineleri kullanılması tavsiye edilir [1]. Böyle bir çevrim şekil 1. de, bu çevrime ait T-S diyagramı da şekil 2. de gösterilmiştir.

Atık ısı eşanjörde ısınıyı çevrim akışkanına verir (3). Çevrim akışkanı doymuş sıvı durumunda türbine girer. Türbinde genişleyen çevrim akışkanı ıslak buhar durumunda türbinden çıkar (4) ve yoğunlaştırucuya girer. Yoğunlaştırucuda su ile yoğunlaştırulan çevrim akışkanı (1) pompa ile eşanjöre gönderilir (2).





Şekil 1: Üçgen çevrimli güç makinası şematik resmi.



Şekil 2: Üçgen çevrimli güç makinasına ait T-S diyagramı.

## 2.2. Isı Pompası İle Soğutma

Isı pompası ile soğutma birçok kişi tarafından incelenmiş olup, bu konudaki çalışmalar Aydın [2] tarafından özetlenmiştir.

## 3. ABSORPSİYONLU SOĞUTMA

Absorpsiyon soğutma çevrimi ile buhar sıkıştırırmalı soğutma çevrimi karşılaştırıldığında birçok benzerlik hemen göze çarpmaktadır. Buharlaştırıcı ve yoğuşturucu bu sistemde de aynen mevcuttur. Kompresörün yerini bir jeneratör, bir absorber ve büyük kapasiteli sistemlerde de bunlara ilaveten bir pompa yer almıştır. Bu sistemde en çok amonyaklı su karışımı kullanılmaktadır. Faydalanılan özellik ise suyun soğuk iken amonyağı çok fazla absorbe etmesidir.

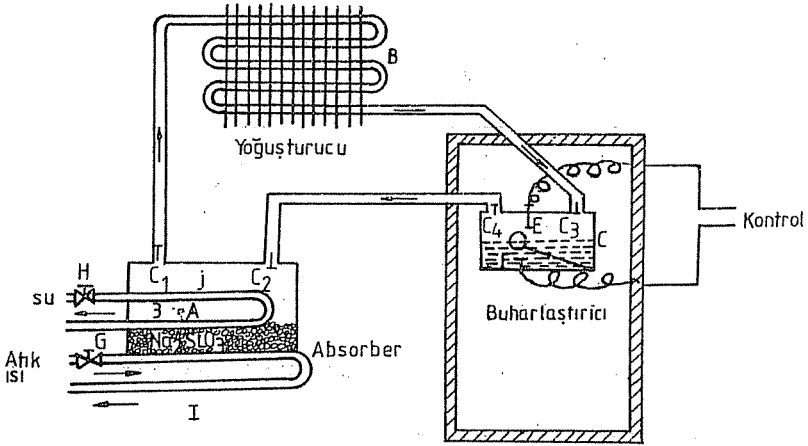
Günümüzde absorpsiyonlu soğutma makinalarında kullanılan soğutucu-absorbe edici madde çiftleri şunlardır: Amonyak-su, su-Lityum bromür, su-lityum klorür, metilen klörür-dimetil eteri.

Absorpsiyonlu soğutma sisteminin soğutma şekli, kesintili çalışan sistemlerde, sürekli çalışan sistemlerde ve lityum bromür-sulu sistemlerde ayrı ayrı incelenecektir.

### 3.1. Kesintili Çalışan Sistemler

Kesintili çalışan absorpsiyonlu soğutma makinalarında absorbe edici olarak slika-gel ve su kullanılır. Suyun görevi soğutma devresindeki amonyağı çözmektir [3].

Şekil 3. de kesintili çalışan küçük kapasiteli absorpsiyonlu soğutma makinasının fonksiyonel şeması görülmektedir.

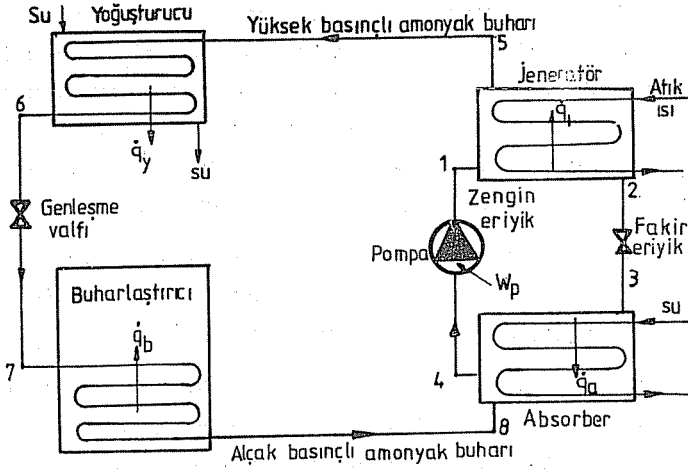


Şekil 3. Kesintili çalışan absorpsiyonlu soğutma makinasının fonksiyonel şeması.

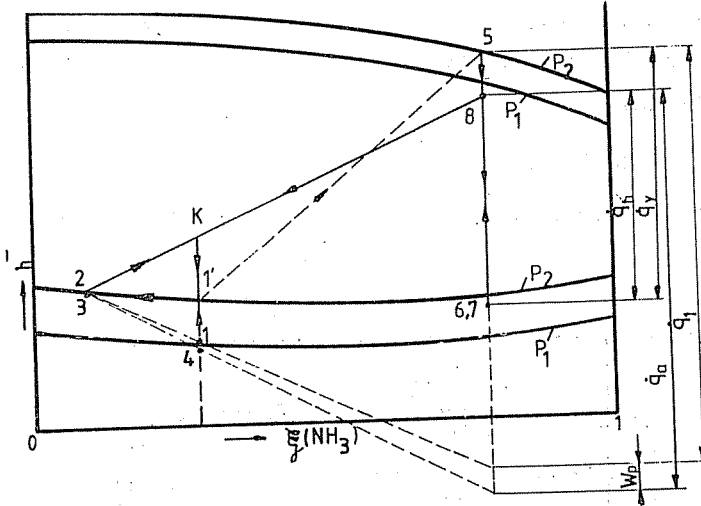
Atık ısı enerjisi ile absorberdeki slika-gelin emmiş olduğu amonyak buharlaşır. Basınç belirli bir değere ulaştınca  $C_1$  klapesi açılır ve amonyak buharları yoğuşturucuya gelir. Yoğuşturucuda sıvı hale geçen amonyak  $C_3$  klapesinin açılmasıyla buharlaştırıcıya döner. Buharlaştırıcıda çevreden ısı alarak buharlaşan amonyak,  $C_4$  ve  $C_2$  klapelelerinin açılmasıyla absorbera gelir. Burada bir su devridaimi ile yoğuşturulur ve yoğuşan amonyak slika-gel tarafından emilir.

### 3.2. Sürekli Çalışan Sistemler

Sürekli çalışan absorpsiyonlu soğutma makinasının şematik resmi şekil 4. de, bu sisteme ait entalpi-konsantrasyon diyagramı da şekil 5. de gösterilmiştir.



Şekil 4: Sürekli çalışan absorpsiyonlu soğutma makinası.



Şekil 5: Sürekli çalışan absorpsiyonlu soğutma makinasına ait h-φ diyagramı.

Absorberdeki soğuk fakir eriyik, buharlaştırıcıdan  $P_1$  basıncında amonyak buharı emer. Absorberin emebileceği amonyak miktarı basınç ve sıcaklığa bağlıdır. Absorber içindeki amonyak su tarafından emilirken bir miktar ısı açığa çıkar. Bu ısıyı devamlı olarak dışarı çıkarmak için absorber, bir su devri daimi ile soğutulur. Absorber içinde zengin eriyik haline geçmiş bulunan akışkan bir pompa yardımıyla veya kot farkı ile jeneratöre gönderilir. Burada akışkan; bir buhar, sıcak su veya sıcak hava sirkülasyonu yardımıyla ısıtılır. Eriyik sıcak hale

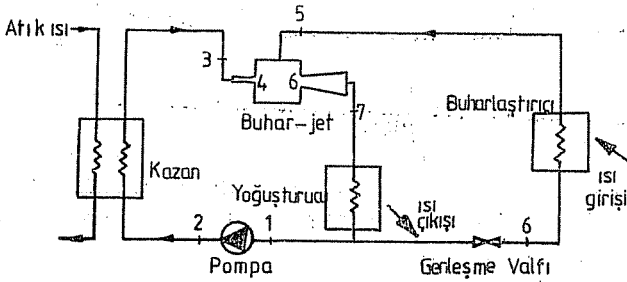
gelince içindeki amonyakı serbest bırakır. Amonyak buharı yüksek basınç ve sıcaklıkta yoğunlaştırıcıya gider. Jeneratör içinde fakir eriyik haline geçen akışkan tekrar absorbere döner. Yoğuşturucu içerisinde amonyak buharı yoğunlaşır ve yüksek basınçlı sıvı amonyak elde edilir. Genleşme valfinden geçen sıvı amonyak buharlaştırıcıya girer ve burada buharlaşır. Oluşan buharlar hemen absorber tarafından emildiğinden buharlaştırıcı içerisinde alçak basınç hüküm sürer.

Günümüzde üretilen makinalarda devreye verimi iyileştirmek için bazı ilave cihazlar eklenmektedir. Absorber ile jeneratör arasında konan ısı eşanjörü bunların en önemlisidir [4].

Akışkan olarak lityum bromür-su kullanılan sistemlerin soğutucu akışkanı sudur. Bu sistemlerin çalışma prensipleri de amonyak-su akışkan karışımli sistemlerin benzeridir. Amonyak-sulu sistemler basınç altında çalışırken lityum bromür-sulu sistemler vakumda çalışmaktadır. Lityum bromür-sulu sistemlerin avantajı, düşük sıcaklıklarda da ( $70^{\circ}\text{C}$  civarında) hala verimli çalışabilmeleridir. Ancak lityum bromür-sulu sistemlerde kristalleşme tehlikesi bulunmaktadır.

#### 4. BUHAR-JET SOĞUTMA SİSTEMİ

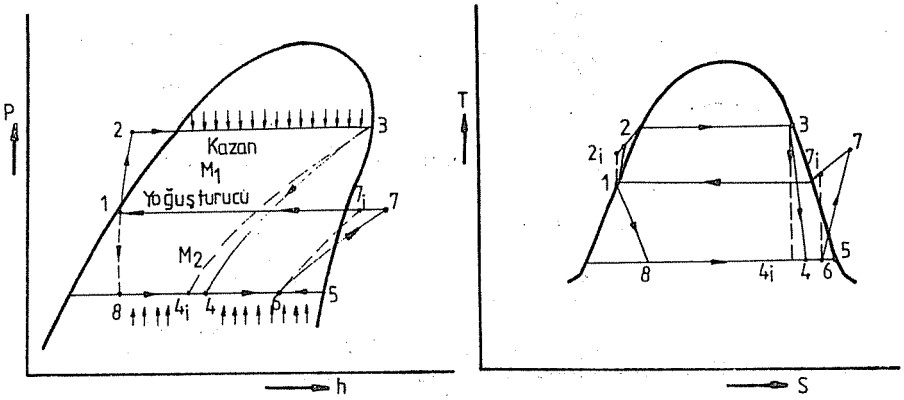
Şekil 6. da buhar-jet soğutma sistemi, şekil 7. de de bu sistemin P-h ve T-S diyagramı gösterilmiştir.



Şekil 6: Buhar-Jet soğutma sistemi.

Laval lüle kazan basıncı ile buharlaşma basıncı arasındaki entalpiyi kinetik enerjiye çevirerek türbin görevini görür. Pratikte lüle çıkışındaki (4) basınç, buharlaştırıcı basıncından (5) çok az daha düşük alınır. Bunun nedeni borulardaki basınç kaybını yenmektir. Karışım odasında ses üstü hızda lüleden çıkan buharla ses altı hızda buharlaştırıcıyı terk eden buhar arasında momentum değişimi olur (6). Ses üstü hızdaki karışım, difüzör bölümüne girerek kinetik enerjisinin önem-

li bir bölümünü entalpi artışına çevirir ve böylece basıncını, yoğuşturucu basıncına yükseltir (7). Difüzör kompresör yerini alır. Yoğuşturucuya gelen karışım ısısını vererek yoğuşur. Yoğuşan su (1) iki kola ayrılır. Bir kol pompa vasıtasıyla tekrar kazana (2), diğer kol da genişleme valfında basıncı düşürülerek (8) buharlaştırıcıya gider. Buharlaştırıcıda çevreden ısı çekilerek su buharlaşır. Buharlaşan alçak basınçlı buhar tekrar karışım odasına (6) döner. Lülede ve difüzörde sürtümlerden dolayı enerji kaybı olmakta, dolayısıyla tersinmez durum değişimi olmaktadır. Bu durumdan dolayı çevrim, izantropik durum olan ( $4_i$  ve  $7_i$ ) de gerçekleşmez; gerçek durum olan (4 ve 7) de gerçekleşir.



Şekil 7: Buhar-Jet soğutma sistemi için P-h ve T-S diyagramı.

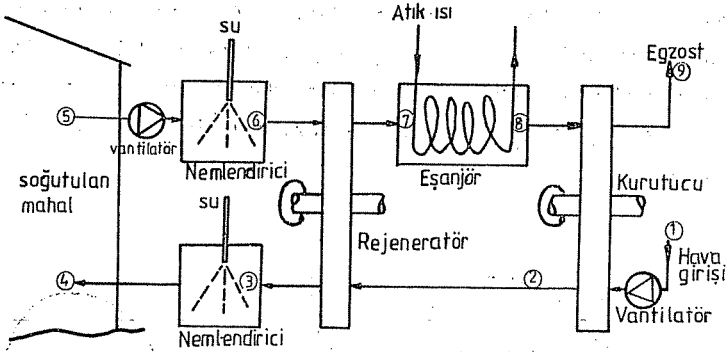
Buhar-jet soğutma sisteminin hareketli büyük parçalarının olmamasının (küçük sirkülasyon pompası hariç) yanında daha başka avantajları vardır. Titreşimsiz ve gürültüsüzdür. Gelişmiş bir teknoloji ile üretilen lüleler ve ısı değiştiricileriyle oluşturulmuş bir buhar jet soğutma sistemi diğer soğutuculara nazaran basit ve daha ucuzdur. İşletme ve bakım masrafı düşüktür [5].

##### 5. NEMLENDİRME İLE SOĞUTMA

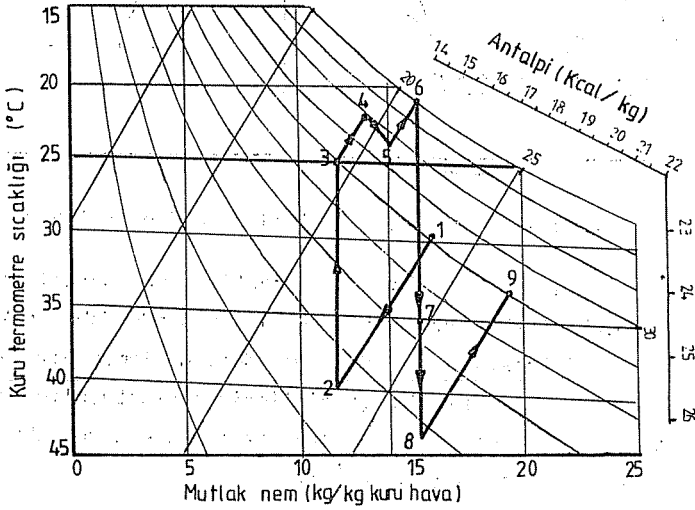
Atık ısıdan yararlanarak nemlendirme ile soğutmada çevrim akışkanı, sürekli atmosfenden alınıp soğutulan mahale gönderiliyorsa açık sistem nemlendirme ile soğutma, soğutulan mahalden alınıp gerekli işlemlerden sonra tekrar soğutulan mahale veriliyorsa buna da kapalı sistem nemlendirme ile soğutma denir [6]. Bu iki sistem ayrı ayrı incelenecektir.

### 5.1. Açık Sistem Nemlendirme İle Soğutma

Açık sistem nemlendirme ile soğutma sisteminin şematik resmi şekil 8. de, bu çevrimin psikrometrik diyagramdaki gösterilişi de şekil 9.da verilmiştir.



Şekil 8: Açık Sistem Nemlendirme ile Soğutmanın Şematik resmi.



Şekil 9: Açık sistem nemlendirme ile soğutma çevriminin psikrometrik diyagramda gösterilişi.

Atmosferden alınan ılık ve nemli hava (1) kurutucuda nemini slika-gele verir ve aynı zamanda ısınır (2). Sıcak ve kuru hava rejeneratörde soğutulur (3). Soğuk ve kuru hava nemlendiricide nemlendirilir ve sıcaklığı düşürülür. Soğuk ve nemlendirilmiş hava, soğutulacak mahale (4) gönderilir. Odada ısınan hava (5) vantila-



Atmosferden alınan ılık ve nemli hava (1) nemlendiricide nemlendirilir ve soğutulur. Nemli ve soğuk hava (2) rejeneratörde odaya gönderilen havanın daha önce rejeneratörde bıraktığı ısını alarak ısınır. Ilık ve nemli hava (3) ısıtıcıda sıcak hava, sıcak su veya buharla ısıtılır. Sıcak ve nemli hava (1), kurutucuda slika-gelin üzerinde tuttuğu suyu buharlaştırır. Ilık ve nemli hava (5) tekrar atmosfere atılır. Diğer taraftan vantilatörle soğutulan mahalden alınan sıcak ve nemli hava (6) kurutucuda sıcak slika-gele nemini bırakır ve ısınır. Sıcak ve kuru hava (7) daha önce soğutulan rejeneratöre ısını verir ve soğur. Soğuk ve kuru hava (8) nemlendiricide nemlendirilir. Nemlendirilerek biraz daha soğutulan soğuk ve nemli hava (9) soğutulan mahalle gönderilir.

#### KAYNAKLAR

- [1] Anonym : Trilateral Cycle Gives Extraordinary Efficiency, Mps Rewiev, Enj./005, (1985), 24-25.
- [2] K.AYDIN: Isı Pompalarının Teorik Modellenmesi, Yüksek Lisans Tezi Ç.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü, Kod No:101, Adana, 1986.
- [3] M.E.ZORKUN ve A.R.ARDİÇ: Soğutma Tekniği ve Klima, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul, 1980.
- [4] N.ÖZKOL: Uygulamalı Soğutma Tekniği, Makina Mühendisleri Odası, Yayın No:115, Ankara 1985.
- [5] F.L.LANSİNG ve V.W.CHAİ: A Thermodynamic Analysis of a Solar Prowered Jet Refrigeration System, Solar Energy: International Progress, 886-897.
- [6] J.W.MITCHELL, W.A.BECKMAN ve J.S.NELSON: Simulations of the performance of open cycle solar-desiccant systems, The Use of Solar Energy for the Cooling of Buildings, (1978), 108-115.



## GÜNEŞ KOLLEKTÖRLERİNDE YENİ GELİŞMELER

Tuncay YILMAZ (X)

Orhan BÜYÜKALACA (X)

ÖZET

Günümüzde güneş enerjisinden değişik şekillerde faydalanılmaktadır. Bunlardan yurdumuzda da en yaygın olarak kullanılanı düz güneş kollektörleriyle sıcak su elde edilmesidir. Düz güneş kollektörlerinin daha ekonomik olabilmesi için verimlerinin ve ömürlerinin arttırılması gerekir. Bu çalışmada düz güneş kollektörleri kısaca incelendikten sonra, bunlarda verimin arttırılması için alınabilecek önlemler ve geliştirilen teknikler hakkında bilgi verilmiştir.

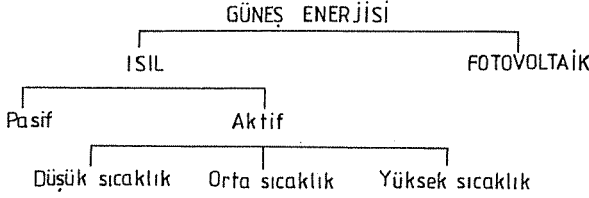
## THE NEW DEVELOPMENTS ON SOLAR COLLECTORS

ABSTRACT

Nowadays, solar energy has been used for various purposes. One of them is water heating system with flat plate solar collectors which is also commonly used in our country. In order to be used as economically as possible, it is necessary to increase efficiency and life of the flat plate solar collectors. In this study after a brief investigation about flat plate solar collectors, the precautions and modifications which will increase efficiency of the system are discussed.

## 1 GİRİŞ

Dünyada ve Türkiye'de önemi artık kabul edilen yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarından birisi de güneş enerjisidir. Bedava, tükenmeyen, her yerde bulunan, nakil problemi olmayan temiz bir enerji kaynağı olan güneş enerjisinden aşağıdaki şekillerde faydalanılabilir.



Yapının kendisi yani duvar, çatı, döşeme, kapı, pencere gibi yapı elemanlarının toplayıcı ve depolayıcı olarak tasarlandığı sistemler pasif sistemler olarak adlandırılır.

Aktif sistemler de düşük, orta ve yüksek sıcaklık uygulamaları olarak genelde 3 grupta toplanabilir.

Düşük sıcaklık uygulamaları  $20^{\circ}\text{C}$ - $100^{\circ}\text{C}$  arasında çalışan sistemlerdir. Bu sistemlerde güneş ışınımı bir ısı eşanjörü (genellikle düz toplayıcı) vasıtasıyla bir akışkana (su, hava) aktarılır ve sıcaklığı artan akışkan enerjisini bir ısı deposuna aktarır. Orta sıcaklık uygulamaları  $100^{\circ}\text{C}$ - $300^{\circ}\text{C}$  arasında, yüksek sıcaklık uygulamaları  $300^{\circ}\text{C}$  nin üzerinde ısı üreten sistemler olup, bu çalışmanın kapsamı dışındadır.

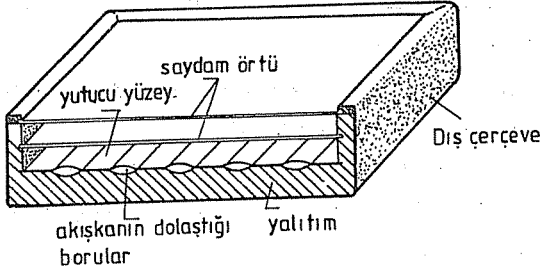
Odaklı toplayıcılarda güneş ışınımı yoğunlaştırıldığından ve ısı kaybı yüzeyi azaltıldığından yüksek sıcaklıklara çıkılabilmesine rağmen karmaşık, pahalı ve bozulma ihtimali fazla olan güneş izleme mekanizmalarına ihtiyaç gösterirler. Düz toplayıcıların ise aşağıda belirtilen avantajları vardır:

Konstrüksiyonları daha basittir. Yayılı ışıınımdan da faydalanılır. Tesisatın yerleştirileceği zeminin hazırlanması daha kolaydır. Tesisat elemanları azdır ve hareketli kısımları yoktur. Daha mukavim ve daha uzun ömürlüdür. Nakliyesi kolaydır. İşletme masrafları daha azdır.

Bu sebeplerden dolayı düz toplayıcılar pratikte daha çok uygulama alanı bulmuşlardır. Ülkemizde de yaygın olarak düz toplayıcılar kullanılmaktadır. Bu da göz önünde bulundurularak burada sadece düşük sıcaklık uygulaması olan düz toplayıcılar incelenecektir.

## 2. DÜZ GÜNEŞ KOLLEKTÖRLERİ

Genel olarak güneş ışınımı ile akışkanın sıcaklığının artmasını sağlayan gereçlere güneş kollektörleri veya toplayıcıları adı verilir. Pratikte kullanılan basit bir düz toplayıcının kesiti şekil 1 de görülmektedir.



Şekil 1. Basit bir düz toplayıcı.

Düz güneş kollektörlerinde saydam örtüyü geçerek gelen güneş ışınimleri yutucu levha üzerine düşerler. Yutucu levhadan iletim ve konveksiyonla ısı taşıyıcı akışkana ısı transferi olurken, gelen ısının bir kısmı iletim, konveksiyon ve ışınım yoluyla dış ortama kaybolur. Düz güneş kollektörlerinde ısı taşıyıcı akışkan olarak su ve hava kullanılır.

Sıvılı toplayıcılar açık devreli veya kapalı devreli olarak yapılabilir. Özellikle donma tehlikesi olan yerlerde kapalı devreli sistemler kullanılmalıdır. Açık sistemlerde depodaki su doğrudan kollektör içinden dolaşır. Bundan dolayı sistemin verimi de yüksektir. Ancak kollektör hem don hem de korozyon ve kireçlenme tehlikesine karşı korunmasıdır. Don, korozyon ve kireçlenme tehlikesini en aza indirmek için kapalı devreli sistemler kullanılır. Bu sistemlerde toplayıcıda ısınarak depoya gelen akışkan (genellikle glykollü su) depo içindeki eşanjörden geçerek ısısını kullanma suyuna verir ve geri kollektöre döner. Akışkanın toplayıcı giriş sıcaklığı, açık sistemlerden daha büyük olduğundan verimleri dü-

şüktür. Yaklaşık olarak açık devreli sistemlerin % 70 i kadar bir verime sahiptirler [ 1 ].

Buraya kadar kısaca düz güneş kollektörleri hakkında genel bilgi verilmiştir. Bundan sonra bu kollektörlerde verimin nasıl arttırılabileceği konusu üzerinde durulacaktır.

### 3. DÜZ TOPLAYICILARDA VERİMİN ARTTIRILMASI

Güneş ışınımı, çevre sıcaklığı ve rüzgar hızı, bulunulan yere, zamana ve atmosfer şartlarına bağlı olarak bizim kontrolümüz dışında değişir. Bu sebeple yüzey üzerine gelen güneş ışınımının mümkün olduğu kadar büyük kısmının faydalı enerjiye dönüştürülmesi için önlem alınmalıdır. Düz güneş kollektörlerinde verimi arttırmak için şu yollara başvurulabilir:

- 1) Toplayıcı levhası ile dış ortam arasındaki toplam ısı transferi katsayısının ( $k$ ) küçültülmesi,
- 2) Toplayıcı yüzeyine gelen ışınımın arttırılması,
- 3) Depo ile kollektör arasındaki sıcaklık farkının azaltılması,

#### 3.1. $k$ 'yı Küçültme Yolları

Kollektörlerde dış ortama kayıplar iletim, konveksiyon ve ışınım yoluyla olur. Kollektör üst örtüsünden dış ortama iletim yoluyla giden ısı, diğerlerinin yanında dikkate alınmayacak mertebededir. İletim yoluyla kayıplar alt ve yan kısımlardan olmaktadır. Bunun için kollektör alt ve yan kısımları yalıtılır. Bu amaçla pratikte en çok ısı iletim katsayısı  $0,04 \text{ W/m.K}$  mertebesinde olan cam yünü kullanılmaktadır. Son zamanlarda ise poliüretan (ısı iletim katsayısı  $0,03 \text{ W/m.K}$  civarında) tercih edilmektedir.

Işınım ile olan kayıpları azaltmak için kollektörlerin cam sayısı arttırılabilir. Ancak cam sayısı arttıkça yutucu levhaya ulaşabilen ışınlar azalmaktadır. Kollektör üst kısmından ışınım kayıplarını azaltmak için yutucu levha ( $\epsilon_p$ ) ve camın ( $\epsilon_g$ ) uzun dalgâ boyları için yama katsayılarının küçük olması gerekir. Camın yama katsayısını düşürmek için cam iç yüzeyi "heat-mirror" adı verilen, uzun dalga boylu ışınımı yansıtıcı özelliği olan maddelerle kaplanır. Bu,  $\epsilon_g$  yi düşürür, ancak aynı zamanda % 15 oranında camın geçirme özelliğini azaltır ve kollektör verimi düşer. Bu sebeple  $\epsilon_g$  yerine  $\epsilon_p$  yi azaltma yoluna gidilmelidir. Bu amaçla da seçici yüzeyler kullanılır. Seçici yüzey kısa dalga boylu ışınımın

tamamına yakınına yutan ve uzun dalga boylu ışınım yayıcılığı az olan yüzeydir.

Seçici yüzey kullanılması durumunda ısı kaybı azalmakta ve toplam ısı kaybında serbest konveksiyon etkili olmaktadır. Bu durumda kayıplardaki azalma oranı % 47 civarındadır. Seçici yüzey kullanıldığında kayıpların % 75 i konveksiyonla, geri kalanı da ışınım ile olmaktadır.

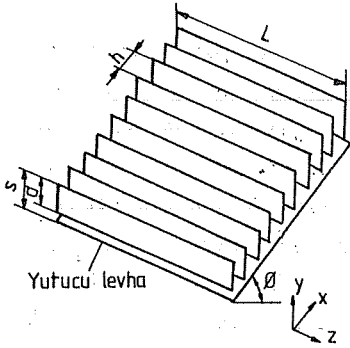
Tabiatta tek başına seçici yüzey özelliği gösteren malzeme olmadığından, seçici yüzey elde etmek için seçici yüzey çifti adı verilen, bir esas levha üzerinde ayrı bir malzemeden ince bir tabaka oluşturma tekniği kullanılır [2]. Bu teknikler verilen literatürde ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

Kollektörde üstten konveksiyonla olan kayıpları azaltmak için cam sayısı arttırılabilir. Pratikte levha ile cam arasında tek camlı uygulamalarda  $s=3$  cm., 2 camlı uygulamalarda  $s=1.5$  cm. ve 3 camlı uygulamalarda  $s=1$  cm. boşluk bırakılmaktadır. Bu durumda her bir aralıkta konveksiyonla ısı transferi katsayısı  $\alpha_a$ , aralıklarda toplam konveksiyonla ısı transferi katsayısı  $\alpha_{a,t}$ , toplam (iletim+konveksiyon+ışınım) ısı transferi katsayısı  $k$ , yutma-geçirme çarpımı ( $a\tau$ ) ve yutucu levha ile dış ortam arasındaki toplam yayma katsayısı  $\epsilon_t$  çizelge 1 de verilmiştir. Çizelge 5 m/s rüzgar hızı,  $\Delta T = T_p - T_a = 20^\circ\text{C}$  ve  $30^\circ$  eğimli kollektör için geçerlidir.

Çizelge 1. Cam sayısına göre kollektörde bazı değerler.

	S [cm]	$\alpha_a$ [w/m <sup>2</sup> .K]	$\alpha_{a,t}$ [w/m <sup>2</sup> .K]	k [w/m <sup>2</sup> .K]	(az) [-]	$\epsilon_t$ [-]
1 camlı	3.0	2.90	2.90	7.46	0.83	0.638
2 camlı	1.5	3.40	1.70	5.92	0.73	0.350
3 camlı	1.0	2.50	0.83	2.61	0.65	0.241

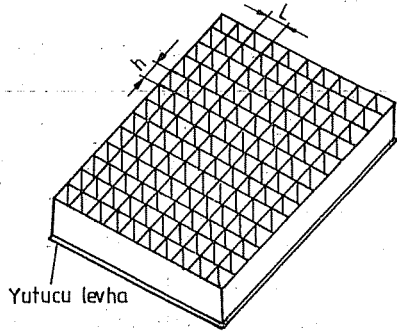
Buradan da görüldüğü gibi cam sayısı arttıkça  $\alpha_{a,t}$  dolayısıyla  $k$  küçülmektedir. Ancak dikkat edilmesi gereken şu nokta vardır ki, cam sayısının artmasıyla ( $aT$ ) da küçülmektedir. Bu sebeple cam sayısı artırılırken dikkatli olunmalıdır. Bunun yerine son zamanlarda konveksiyon önleyici tertibatlar üzerinde durulmaktadır. Genel olarak iki tür konveksiyon önleme tertibatı (K.Ö.T.) vardır [3]. Bunlar balpeteği (B.P.) yapısında olanlar ve dar aralıklar (D.A.) şeklinde olanlardır. Bunlar şekil 2 ve şekil 3 de gösterilmiştir. Bu tertibatlar yutucu levha ile cam arasına yerleştirildiklerinde içerdeki havanın hareketini engelleyerek, konveksiyonla olan kayıpları azaltmaktadır.



$$A_x = \frac{h}{s}$$

$$A_z = \frac{L}{s}$$

$$y = s - d$$



Şekil 2. Dar aralıklı K.Ö.T.

Şekil 3. Balpeteği K.Ö.T.

K.Ö.T. kullanılmasıyla  $k$  değerinde rüzgarsız durumda yaklaşık % 30, 5 m/s rüzgar hızı durumunda ise yaklaşık % 35 civarında bir azalma olmaktadır [4].

Araştırmalar göstermiştir ki, K.Ö.T. ları yutucu levha ile temas halinde olacak şekilde yerleştirilirlerse ışınım kayıpları artmaktadır. Bunu önlemek için yutucu levha ile K.Ö.T. arasında belirli bir boşluk ( $y=s-d$ ) bırakılır. Bu boşluk  $s$  nin % 5 ile % 10 u arasında olmalıdır [3]. K.Ö.T. larında şu değerler önerilebilir:

$$A_x = 0,1 \quad S = 0,05 \text{ m} \quad y = \% 4 - \% 7 \quad (5)$$

K.Ö.T. larında kullanılacak malzemeler güneş ışınımı için çok iyi geçirgen olmalıdır. Ayrıca ultraviyole ışınlarına ve sıcaklığa dayanım özellikleri iyi olmalıdır.

### 3.2. Toplayıcı Yüzeyine Gelen Güneş Işınımını Arttırma

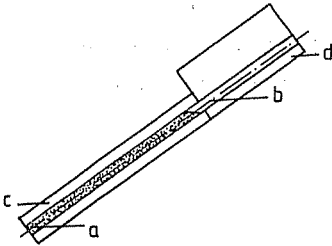
Bunun için kollektör yan, üst ve alt kısımlarına yansıtıcı yüzeyler ilave edilir. Kullanılacak levhalar güneş ışınımını çok iyi yansıtacak bir malzemeden (mesela paslanmaz çelik) olmalıdır. Yansıtıcı yüzeyler kullanıldığında kollektör yüzeyine gelen güneş ışınımı arttığı gibi, aynı zamanda güneş ışınımının artmasıyla kollektör verimi de artmaktadır. Bir düz güneş kollektöründe verim şu eşitlikle hesaplanır:

$$\eta = \eta_0 - \frac{k \cdot \Delta T}{\dot{q}_0} \quad (1)$$

Burada  $\eta_0$ , kollektörde hiç kayıp olmadığı durumdaki verim,  $\Delta T$  akışkan ile dış ortam arasındaki sıcaklık farkı,  $\dot{q}_0$  ise kollektör üst yüzeyine gelen güneş ışınımıdır. Bu eşitlikten görüldüğü gibi  $\dot{q}_0$  ın artması verimi arttırmaktadır.

### 3.3. Depo İle Kollektör Arasındaki Sıcaklık Farkının Azaltılması

Buraya kadar bahsedilen bütün iyileştirme çabalarına rağmen soğuk bölgelerde açık sistemler kullanılmamakta, kullanılan kapalı sistemlerin de verimleri düşük olmaktadır. Ayrıca açık sistemlerde kireçlenme, kirlenme ve korozyon tehlikesi bulunmaktadır. Bunları önlemek amacıyla da son zamanlarda ısı borusu prensibinden hareket eden kollektörler üzerine durulmaktadır. Bu kollektörler buharlaşma gizli ısısı ve bunun terki prensibine göre çalışır. İki fazlı güneş kollektörleri ile su ısıtma prensipleri genel olarak iki kısımda toplanabilir. Tam ısı borusu sistemi ile su ısıtma şematik olarak şekil 4 te gösterilmiştir.

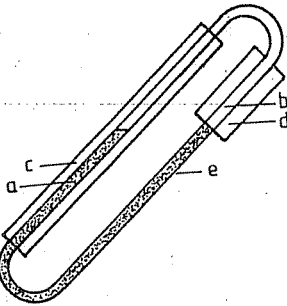


- a) Buharlaştırıcı
- b) Yoğuşturucu
- c) Kollektör
- d) Su deposu

Şekil 4. Tam ısı borusu sistemi ile su ısıtma.

Bu sistemde ısı borusunun alt kısmı bir kollektör olup, burada güneş enerjisi ile ısı taşıyıcı akışkan buharlaşmakta ve borunun depo içinde kalan kısmında bu akışkan yoğunlaşarak gizli ısını ısıtılacak suya vermektedir. Yoğuşarak sıvı aynı ısı borusu içinde tekrar yer çekimi tesiriyle borunun alt kısmına dönmektedir.

Diğer prensip ise şekil 5 de gösterilmiştir. Bu sistemde ısı taşıyıcı akışkan önce kollektörde buharlaşmakta, depodaki boruda akışkan yoğunlaşır, gizli ısını depodaki suya aktardıktan sonra bir alt boru ile alttan kollektördeki boruya dönmektedir. Böylece ısı taşıyıcı akışkan sistemde bir çevrim yapmaktadır.

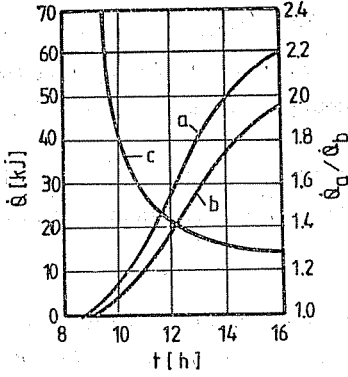


- a) Buharlaştırıcı
- b) Yoğuşturucu
- c) Kollektör
- d) Su deposu
- e) Geri taşıma borusu

Şekil 5. "Do-loop" ısı borulu su ısıtma sistemi.

Yapılan çalışmalarda R11 li güneş kollektörünün veriminin glykol-su karışımı eşanjörlü kollektörden % 34 daha fazla olduğu görülmüştür [ 5 ]. Şekil 6 da ise R11 li ve glykol-su karışımı sistemin karşılaştırılması yapılmıştır [ 6 ]. Şekilde sistemde toplanan enerji ve bunların oranı verilmiştir. Buradan da R11 li sistemin veriminin diğerlerinden günün erken saatlerinde % 100, geç saatlerinde ise % 28 daha yüksek olduğu görülmektedir. Erken saatlerindeki iyilik R11 li sistemin buharlaşma-yoğuşma esasına göre çalıştığından, gelen güneş ışınımını hemen iletebilmesinden kaynaklanmaktadır.

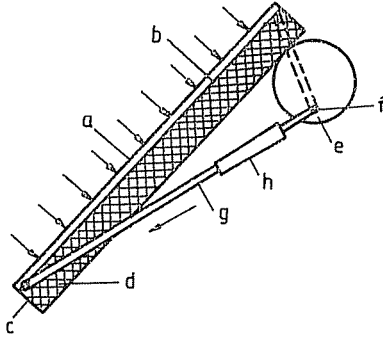




- a) R11 li sistem
- b) Glykol-su karışimli sistem
- c) Yararlı Enerji oranları

Şekil 6. R11 li ve glykol-su karışimli sistemde yararlı ısı ve bunların oranı [6].

Fakültemiz Makina Mühendisliği Laboratuvarlarında değişik tip iki fazlı güneş kolektörleri imal edilmiş olup, halen araştırmalar devam etmektedir. Bunlardan birisi şekil 7 de verilmiştir.



- a) Cam
- b) Yutucu Levha
- c) Dış çerçeve
- d) Yalıtım
- e) Su deposu
- f) Eşanjör
- g) Geri Dönüş borusu
- h) Isı taşıyıcı akışkan deposu

Şekil 7. İki fazlı güneş kolektörü.

#### KAYNAKLAR

- [1] M.Akyurt, Development of heat pipes for solar water heaters, Solar Energy, Vol 32. No: 5 (1984), 625-631
- [2] C.J. Hoogendoorn, Optical properties of selective layers, Solar Energy Utilization Fundamentals and Applications. ASI Proceedings 1986, 26-61
- [3] C.J.Hoogendoorn, S.J.M.Linthorst, Convection suppression devices for solar thermal applications, Solar Energy Utilization Fundamentals and Applications. ASI Proceedings 1986, 103-133

- [4] K.G.T. Hollands, G.D. Raithby, et al, Studies on methods of reducing heat losses from plate solar collectors, University of Waterloo Research Institute, contrac no: E (11-1)-2597,1976
- [5] R.C.Downing, V.H.Waldin, Phase change heat transfer in solar water heating using R11 and R114 , ASHRAE transactions 86., part 1 (1980), 848-856
- [6] E.W. Bottum, Refrigerant charged phase change solar water and space systems. ASHRAE transactions 87., part 2 (1981), 397-404

KARŞIT DÖNER SİLİNDİRLİ YERFİSTIĞI TEMİZLEME VE  
SINIFLANDIRMA MAKİNASI TASARIMI

İ.Deniz AKÇALI (\*)  
Necdet GEREN (\*)

ÖZET

Bu çalışmada, yerfıstığını temizleme ve sınıflandırma olanakları önerilen yeni tip bir makina üzerinde araştırılmıştır. Karşit döner çift-borulu elek adı verilen sistemde, kuramsal ve deneysel yaklaşımlarla kabuklu yerfıstığının fiziksel özellikleri ve sistemle ilgili çeşitli tasarım parametrelerinin etkileri incelenmiştir. Elde edilen verilerin ışığı altında bir düzenek imal edilmiş, temizleme ve sınıflandırma veriminin 120-130 kg/h debide 0.90-0.94 değerlerini aldığı saptanmış ve bir prototip makina için önerilerde bulunulmuştur.

DESIGN OF AN OPPOSITELY ROTATING CYLINDRICAL SIEVE FOR  
PEANUT CLEANING AND GRADING

ABSTRACT

In this study, the possibilities of cleaning and classifying peanuts have been investigated, based on a new type of machine. The physical properties of hulled peanut and the effects of various descriptive parameters on the system, called "oppositely rotating double piped sieve" are determined through theoretical and experimental approaches. Based upon the resulting data, an apparatus is manufactured and it has been found that the efficiency of cleaning and classifying varies between 90-94 % with a flowrate of about 120-130 kg/h. Finally a prototype machine is proposed.

## I. GİRİŞ

Yerfıstığı ülkemizde Akdeniz kıyı şeridi ve özellikle üretimin %77 sinin yapıldığı Çukurova bölgesinde giderek önem kazanan bir tarım ürünüdür. 1979 ve sonrası yıllık yerfıstığı üretimimiz 57500 ton civarındadır[1]. Ürünlerin değerlendirilmesinde teknoloji girdisinin artmasıyla hammadde ve mamül ürün arasındaki fiyat farkları açılmaktadır. Gelişen teknoloji karşısında dışsattım potansiyeli yüksek olan yerfıstığının ekonomik değerinin korunabilmesi öncelikle bu ürünü işleyen makinelerin geliştirilmesi ile yakından ilgilidir.

Hasad edilmiş yerfıstığının ilk işlem basamağı temizleme ve sınıflamadır. Bu işlemlerden geçmeyen ürünün diğer endüstriyel süreçlere geçirilmesi düşünülemez. Sınıflama ve temizleme işlemlerinde yaygın olarak tel ya da delikli saç elekler kullanılmaktadır. Bunların işlem verimlerinin sınırlı, enerji, malzeme gereksinimlerinin fazla olması, fazlaca yer kaplamaları, debi denetimlerinin yapılamayışı gibi nedenler ve bölgenin gereksinimleri yeni sistemlerin arayışını gerektirmiştir.

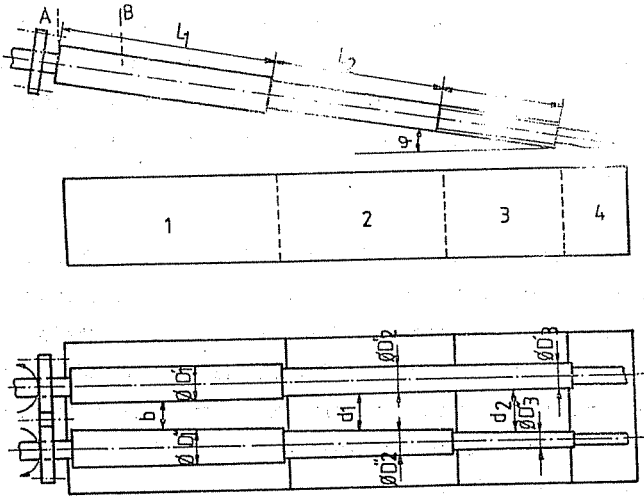
Konu üzerinde daha önce yapılan çalışmalar[2,3] ampirik düzeyde kalmıştır. Bu çalışmada ülkemizde ilk kez ve sistematik olarak ele alınan karşıt döner silindirli elek adı verilen yeni bir düzenek kuramsal ve deneysel bakımdan incelenmiş, elde edilen sonuçlar sunulmuştur. Bu amaca yönelik olarak öncelikle yapılan makina-ürün ilişkisini kurmaya yarayacak yerfıstığı fiziksel özelliklerinin belirlenmesi olmuştur.

## 2. DÜZENEGİN TASARIMI VE İNCELENMESİ

Önceki çalışmalarda [4,5,6,7] yerfıstığını işleyen çeşitli makinelerle denemeler yapılmışsa da konuya ampirik düzeyde yaklaşıldığından yerfıstığı ile ilgili fiziko-mekanik hemen hiç bir veri bulunmamaktadır. Oysa temizleme ve sınıflandırma problemine sistematik bir yaklaşımda ele alınacak ilk konu matematik yaklaşımı mümkün kılacak kabuklu yerfıstığının fiziksel özelliklerinin belirlenmesi olmalıdır. Böylelikle elek aralıklarının biçim ve boyutları, yerfıstığının yuvarlanma kayma ya da bunların bileşimi olabilecek hareket türü, tanelerin özgül kütleleri, sürtünme katsayısı gibi ögeler kuramsal yaklaşımda birbirlerine bağlanabilecektir.

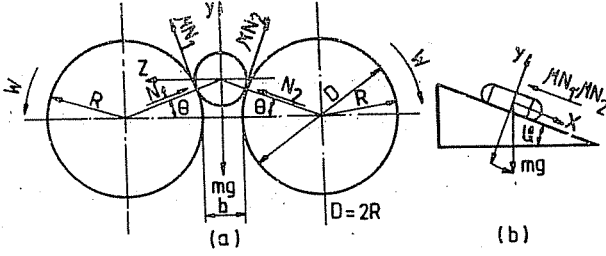
Anılan temel amaçlara yönelik olarak materyal yarfıstığı standardında [8] belirtilen türlerden alınmıştır. Her tür kabuklu fıstık türünden elde edilen veriler bir bilgisayar program paketinde işlenerek; türlerin boyut dağılımları, belli olasılıklar altında boyut sınıflamaları, boyut-olasılık ilişkileri, boyutlar arası korrelasyon araştırılmıştır. Söz konusu fiziksel özelliklerle birlikte sürtünme katsayıları, yığına yoğunlukları ve katı yoğunlukları bir çalışmada [9] gösterilmiştir. Böylece ürünle ilgili fiziksel özellikler matematik işlemlere girecek şekilde belirlenerek tasarımı ilk adım atılmıştır.

Karşıt döner çift borulu elek, şekil I de görüldüğü gibi birbirine göre ters yönde (dışa doğru) dönen, yatayla eğik bir açı yapan, silindirik uzun borulardan meydana gelir. Bu sisteme ürün A-B arasından beslenecek, I nolu depoda toz, çerçöp gibi yabancı maddelerin ayrılması, 2 ve 3 te küçük ve orta boy 4 nolu depoda ise silindirler üzerinden geçen, I,2,3 nolu depolara düşmeyen büyük boy kabuklu fıstıkların sınıflara ayrılması amaçlanmaktadır.



Şekil I. Karşıt döner silindirli eleğin şematik şekli

Bir tek kabuklu yarfıstığının X,Y,Z yönlerindeki hareket ve moment denklemleri yazılırken kabuklu fıstığın ortada sonlu bir silindir iki uçta iki yarımküreden oluştuğu; kabuklu fıstıkların silindirler arasında uzun eksenleri silindirlerin dönme eksenine paralel olacak şekilde düştükleri ve dönmedikleri varsayılmıştır. Önce şekil 2 den aşağıdaki geometrik bağlantı yazılır:



Şekil 2. Bir tek kabuklu yerfıstığının hareket incelemesi

$$\cos \theta = \frac{(2R+b)}{2(R+r)} \quad (1)$$

Sonra X,Y,Z yönlerindeki hareket ve X etrafındaki moment denklemleri yazılır, X ve Y doğrultularındaki yol eşitlikleri ve başlangıç şartları dikkate alınır, X doğrultusunda hareket eden kabuklu fıstıkların ivmesi için şu bulunur:

$$a_x = g \sin \varphi - \frac{M}{\sin \theta + M \cos \theta} \cdot (g \cos \varphi - \omega^2 R \sin \theta) \quad (2)$$

Verilen ifadelerde bir tek kabuklu fıstık kütlesi (m), döner silindir yarıçapı (R), silindirlerin açısal hızı (W), kabukla yüzey arasındaki sürtünme katsayısı ( $\mu$ ), tepki kuvvetleri ( $N_1, N_2$ ), X yönündeki ivme ( $a_x$ ), silindirlerin yatayla yaptığı açı ( $\varphi$ ), kabuklu fıstıkların silindirlerle oluşturduğu açı ( $\theta$ ), yerçekimi ivmesi (g), model kabuklu fıstık yarıçapı (r) ile gösterilmektedir (Şekil 2).

Silindirler üzerinden geçecek teorik kütle debisi için, bir sınıflama silindirinin uzunluğu (L), bir fıstığın ortalama model uzunluğunu (l), zaman (t), silindir üzerine düşen tane sayısı (n), tane ortalama kütlesi ( $m_n$ ), taşınan kütle debisi (Q), olarak alındığında, uzunluğuna dizilmiş fıstıklar arasında boşluk bulunmadığı varsayımından hareket ederek kütle debisi, bir silindirin üzerinde taşınacak fıstık adedi ve alınacak yol eşitliğinden şöyle ifade edilir:

$$Q = m_n \sqrt{\frac{a_x L}{2 l^2}} \cdot 3600 \text{ kg/h} \quad (3)$$

Daha derli toplu daha az malzemenin kullanılacağı bir tasarım için sınıflandırma ve temizleme bölümlerini oluşturan silindir uzunluklarının uygun bir şekilde saptanması gerekmektedir. Debinin her sınıflandırma silindiri üzerinde değişmez kalmasından hareketle birbirini izleyen boru uzunlukları  $L_1, L_2, L_3$  arasında şu ilişki bulunur:

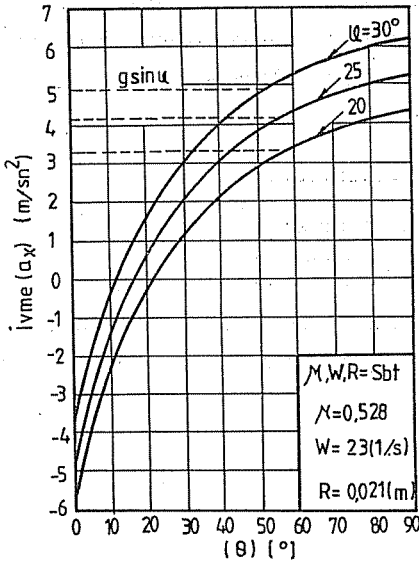
$$L_2 = (\sqrt{2} - 1) \cdot L_1, \quad L_3 = (\sqrt{3} - \sqrt{2}) \cdot L_1 \quad (4)$$

### 3.1. Tasarımda Etkili Parametrelerin İncelenmesi

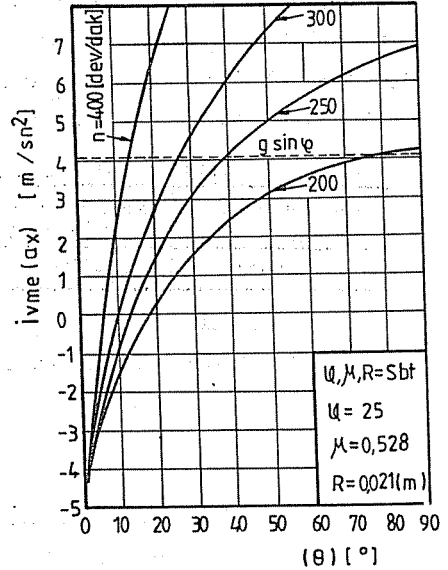
X doğrultusundaki ivmenin ( $a_x$ ), artırılması (2) eşitliğinden görüldüğü gibi  $\theta, \varphi, \mu, W, R$  ye bağlıdır. Bu parametrelerden  $\theta$  ve  $\mu$  fıstığın fiziksel yapısına bağlıdır. Silindirlerin yatayla yaptığı açı ( $\varphi$ ), silindir yarıçapları ( $R$ ), silindirlerin açısal hızı ( $W$ ), ivmenin ( $a_x$ ), değişimini dolayısıyla sistemin sınıflandırılacağı ürün miktarını (kg/h) etkiler. Bu ise açısal hızın sınır değeri ile yakından ilgilidir. Yerfistiklerinin borular üzerinde kalması koşulundan şu sonuç çıkarılır.

$$n \leq \frac{30}{\pi} \sqrt{\frac{\cos \varphi}{R \sin \theta}} \quad (5)$$

Sistemin uygunca tasarlanabilmesi için yukarıda sözü edilen parametrelerdeki değişimlerin, X doğrultusundaki  $a_x$  ivmesine etkileri incelenmiştir. Burada yalnızca eğimin ( $\varphi$ ), etkisi şekil 3 de, dönme hızının etkisi şekil 4 de görüldüğü gibi verilmektedir. İvme  $g \cdot \sin \varphi$  değerini aşamayacağından kesikli çizgilerin üst kısmında kalan eğriler sanal olarak çizilmiştir.



Şekil 3.  $\theta$  ya karşı ivmenin  $\varphi$  ile değişimi.



Şekil 4.  $\theta$  ya karşı ivmede ( $a_x$ ) dönme hızının ( $n$ ) etkisi.

### 3.2. Deney Düzenliği

Boru çaplarının seçimi tasarımda etkili parametrelerden birini oluşturmaktadır. Çapların seçiminde silindirler arası açıklıklar belir-

lenmesi gerektiğinden materyal ile ilgili olarak kabuklu fıstık çapı dağılımlarından [9] türlerden bağımsız olarak çizelge I deki aralıklar alınmıştır.

Çizelge I . Temizleme ve sınıflandırma aralıkları

Temizleme Bölümü	Küçük Fıstıklar Bölümü	Orta Fıstıklar Bölümü	Silindir Ekseneri Arası
b = 6mm	$d_1 = 14.0$ mm	$d_2 = 17.5$ mm	48 mm

Silindir aralıklarının belirlenmesi, tasarımında imalat kolaylığı ve eldeki imkanlar gözetilerek piyasada kolaylıkla bulunabilecek galvanizli borular seçilmiştir. Çizelge 2 de boru çapları verilmektedir.

Çizelge 2. Seçilen boru çapları

SİLİNDİRLER	Temizleme Bölümü (mm)	Küçük Fıstık Bölümü (mm)	Orta Fıstık Bölümü (mm)
1. Silindir	$D_1 = 42$	$D_2 = 34$	$D_3 = 34$
2. Silindir	$D_1 = 42$	$D_2 = 34$	$D_3 = 22$

Boru çaplarının belirlenmesi ile ortalama olarak silindirlerin üzerinde akan fıstık hızlarının eşit olmasını öngören (4) eşitliğine göre  $L_1 = 800$  mm için  $L_2$  ve  $L_3$  boyları hesaplanmış, ürün besleme mesafesi gözönünde bulundurularak  $L_1$  uzunluğuna 200 mm eklenmiştir. Çizelge 3 de tasarımda alınan uzunluklar verilmiştir.

Çizelge 3. Sınıflandırma silindir uzunlukları

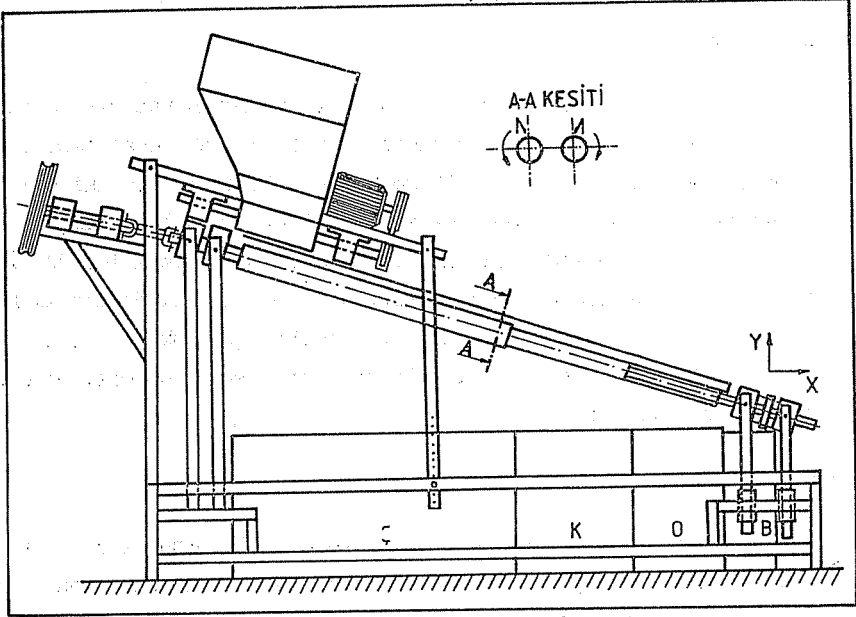
Temizleme Bölümü Uzunluğu	Küçük Çaplı Fıstık Sınıflama uzunluğu	Orta Çaplı Fıstık Sınıflama uzunluğu
$L_1 = 1000$ (mm)	$L_2 = 333$ (mm)	$L_3 = 254$ (mm)

İmalat için gerekli boyutların belirlenmesi ile düzenek hareketin verildiği kısımda sabit mesnetler üzerine yerleştirilen, bağlantı noktalarında hareket serbestliği olan yataklara, diğer uçta ise X ve Y doğrultularında (şekil 5) hareket serbestliği olan mesnet noktalarında, ekseni etrafında dönebilen yataklara yerleştirilmiştir. X ve Y yönlerindeki hareket serbestliği ile silindirlerin yatayla yaptıkları açı değiştirilebilecektir. Böylece şekil 5 deki düzende sınıflandırmaya etki eden parametrelerin ( $\theta, \varphi, M, R, W$ ) en önemlilerinden ikisi olan silindirlerin dönme hızı ( $W$ ) ve silindirlerin yatayla yaptığı  $\varphi$  açısı değiştirilerek bu parametrelerin deneysel olarak etkileri incelenecektir.

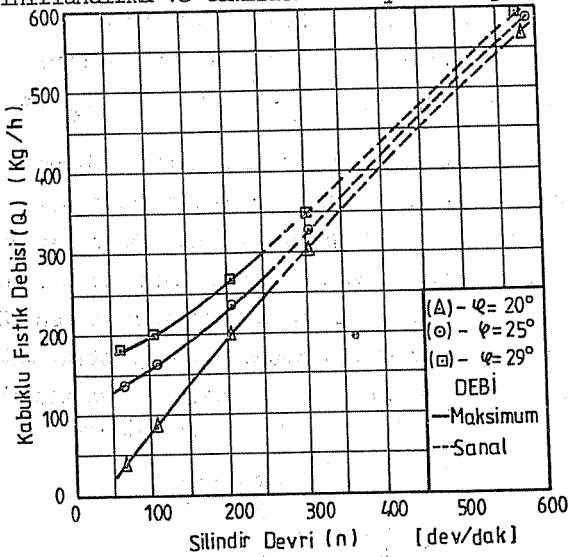
Sisteme ayrıca tek sıra ürün besleyen bir besleme deposu eklenmiştir. Depo beslemede süreklilik, kabuklu yarfıstığına zarar vermeme, besleme debisinin değiştirilebilmesi özelliklerini sağlar. aktadır.



Sistemin tasarımıyla, seçilen ve hesaplanan boyutlarda silindirlerin saat başına sınıflandırıp temizleyebilecekleri ürün miktarı değişik devir ve açılar için kuramsal olarak hesaplanabilir. Fıstıkların X doğrultusundaki ( $a_x$ ) immesinin hesabı için fıstıkların fiziksel özelliklerine bağlı olan  $\theta$  açısının belirlenmesi gerekmektedir.  $\theta$  küçük, orta ve büyük boy fıstıklar için ortalama sabit değerler olarak alınıp, materyalle ilgili çalışmalarda belirlenen ( $K_{k,O,B}$ ) küçük, orta, büyük çaplı ka-



Şekil 5. sınıflandırma ve temizleme deney düzeneği



Şekil 6. Karışık kabuklu fıstıkların açı ve silindir devrine göre debisi.

buklu fıstıkların % olasılık değerleri ( $\theta_{K,O,B}$ ) küçük, orta, büyük çaplı kabuklu fıstık debileri (kg/h) olarak alındığında (1), (2), (3) ve (6) dan yaklaşık ortalama debiler hesaplanır. Buradan kabuklu fıstıklar için

$$K_K + K_O + K_B = 1 ; \theta = \theta_K K_K + \theta_O K_O + \theta_B K_B \quad (6)$$

sınıflandırma silindirleri üzerinde taşınabilecek fıstık debisi şekil 6 daki gibi bulunmuştur.

#### 4. DENEYSEL İNCELEME

İmalatı olan sistemde performans silindirlerin yatayla yaptığı açı ( $\varphi$ ) ve silindir devrinin değişimlerine bağlı olarak incelenecektir. Deneyler besleme debisinin 52 ve 122 kg/h lik değerleri için iki bölüm halinde yapılmıştır. Birinci bölümde silindirlerin yatayla yaptığı açı ( $\varphi$ )  $20^\circ$ - $25^\circ$ - $29^\circ$  değerlerinde, silindirlerin dönme devirleri ise 70-110 210- 310- 580 dev/dak olarak seçilmiştir. Her deneyde iki dakikalık beslemede bölmelere düşen kabuklu fıstıkların analizi, kabuklu fıstıklar tek tek ölçülerek yapılmış gerekli bölmeye düşmesi ve düşmemesi gerekenler ayrılıp tartılmıştır.

##### 4.1 Sistem Verimi

Sistem verimi bir bölüme düşmesi gerekenlerin oranlarının ilk durumdaki karışım oranı ve makineden çıktıktan sonraki karışım oranlarının çarpımlarının her bölme için toplamı olarak tanımlanacaktır. İçerisinde Ç kadar çerçöp, K kadar büyük boy, O kadar orta boy ve B kadar da küçük boy yarfıstığı bulunan bir karışımda şu oranlar tanımlansın:

$$T = \text{Ç} + K + O + B ; r_{\text{Ç}} = \frac{\text{Ç}}{T} , r_K = \frac{K}{T} , r_O = \frac{O}{T} , r_B = \frac{B}{T} \quad (7)$$

karışımın makineden çıkmasından sonra temizleme bölümüne düşen çerçöp miktarı  $T_{\text{Ç}}$ ; küçük boy bölümüne düşen çerçöp miktarı  $K_{\text{Ç}}$ , küçük boy yarfıstık miktarı  $K'$ , sağlam yarfıstığı miktarı  $K_{\text{fK}}$ , kırık iç yarfıstığı miktarı  $K_{\text{fÇ}}$ ; orta boy fıstık bölümüne düşen orta boy miktarı  $O'$ , çerçöp miktarı  $O_{\text{Ç}}$ ; küçük boy yarfıstık miktarı  $O_K$ ; büyük boy bölümüne düşen büyük boy yarfıstık miktarı  $B'$ , çerçöp miktarı  $B_{\text{Ç}}$ , küçük boy yarfıstığı miktarı  $B_K$  ve orta boy yarfıstığı miktarı  $B_O$  olmak üzere şu tanımlar yapılsın:

$$T_K = K' + K_{\text{Ç}} + K_{\text{fK}} , T_O = O' + O_{\text{Ç}} + O_K , T_B = B' + B_{\text{Ç}} + B_K + B_O \quad (8)$$

$$r'_{\text{Ç}} = 1, r'_K = \frac{K'}{T_K} , r'_O = \frac{O'}{T_O} , r'_B = \frac{B'}{T_B} \quad (9)$$

$$\text{Ayrıca ; } \eta_{\text{Ç}} = \frac{\text{Ç}'}{\text{Ç}} , \eta_K = \frac{K'}{K} , \eta_O = \frac{O'}{O} , \eta_B = 1 \quad (10)$$

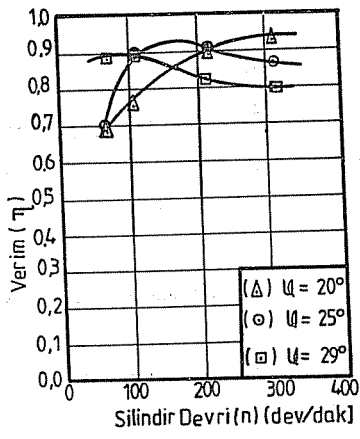
Buna göre sistem verimi,  $0 < \eta < 1$ , şöyle tanımlanır.

$$\eta = \eta_C \cdot r_C \cdot r'_C + \eta_K \cdot r_K \cdot r'_K + \eta_O \cdot r'_O + \eta_B \cdot r_B \cdot r'_B \quad (11)$$

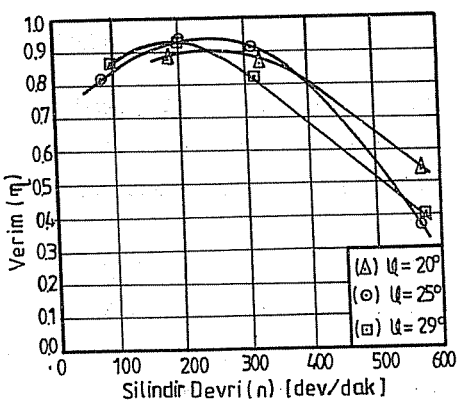
Deneylerin son bölümünde belirlenen optimum koşullarda deneyler tekrarlanmıştır.

#### 4.2. Bulgular ve Tartışma

Burada yapılan deneyler (8,9,10,11) eşitliklerine göre değerlendirilmiş sonuçlar 7-a ve b de silindir devrine karşı verim değişimleri şeklinde sergilenmiştir. Şekil 6 da verilen kuramsal debilerle deneylerden elde edilen değerler karşılaştırıldığında kuramsal debi yaklaşımlarının silindirlerin taşıma kapasitesi üzerinde tutarlı sonuçlar verdiği görülmüştür [9].



(a) - Q=52 kg/h



(b) - Q=122 kg/h

Şekil 7. Değişik açılarda silindir devri verim değişimleri

Sistemde performansı etkileyen bir faktör de debidir. Debi (5) eşitliği ile verilen n in sınır değeri kabuklu fıstıkların silindirlerle temasını kestiği için arttırılamadığından sınırlı kalmaktadır. Deney gözlemlerinden (n) 210 dev/dak da (φ) 25 ve 29 derecelerde kabuklu fıstıkların en iyi biçimde sınıflandırıldıkları (şekil 7-b) ve tasarımda öngörüldüğü gibi fıstık akışının sağlandığı saptanmıştır. En iyi performansın elde edildiği Q=122 kg/h debi, n=210 dev/dak, φ=25° de deneyler tekrarlanarak ortalama verim 0.92 olarak bulunmuştur.

Elde edilen sonuçlardan görüldüğü gibi karşıt döner silindirik e-leklerin en iyi yanlarından birisi verimlerinin yüksek olmasıdır.

## 5. SONUÇ

Bu çalışmada ürünleri sınıflandırmada kullanılan alışlagelmiş metodlar yerine karşıt döner silindirli temizleme ve sınıflandırma makinasının kullanımı ile yüksek bir performans elde edilmiştir. Önerilen sistem enerji kullanımı, imalat, maliyet ve verim yönünden üstün olup, imal edilecek sistemlerde silindirlerin yatayla yaptığı açının ( $\varphi$ )  $23^{\circ}$ - $27^{\circ}$  leri arasında, silindir devrinin 200-250 dev/dak larında, besleme debisinin 120-130 kg/h alınmasıyla, sistem verimi 0,90-0,94 değerlerini alacaktır. Daha verimli sistemler için ayrıca temizleme aralığı açıklığının 10 mm alınması, silindirlerin yüzey kalitelerinin iyileştirilmesi tavsiye edilmektedir. Sistemin olumsuz yanlarından biri saatte sınıflandırdığı kabuklu fıstık miktarının sınırlı oluşudur. Bu sorun ikili ve daha fazla sistemlerin birleştirilmesi ile giderilebilir.

## KAYNAKLAR

- [1] A.S. ERCAN, Yerfıstığı Üretim Ve İhracatının Geliştirilmesi. İhracatı geliştirme etüd merkezi yayınları. Yayın No: 66, 1981.
- [2] N.K. PERSON, Grading procedures, peanut production in Texas, Jan. RM3 (1975), 96-104.
- [3] C.F. NICHOLLS, C.B. GLASSMAN, A portable bean size grader. Canadian Agric. Eng, 27. No: 1 (1985), 55-105.
- [4] J.W. DICKENS, Screening Virginia-type farmers 'stock peanuts before storage. Peanut Science. II (1984), 13-16.
- [5] SELECTA MACHINEFABRIEK BV, HOLLAND.
- [6] F. İNCEKARA, E. MUTAF ve di, Ege Bölgesinde Yerfıstığı Tarımının Mekanizasyonu ve En Uygun Toprak ve Çeşitlerin Saptanması. TÜBİTAK-TOAG/329. İZMİR, 1980.
- [7] S. KADAYIÇILAR, M. USLU, Yerfıstığı Hasat Ve Harman Makinaları. Türkiye Ziraat Kurumu Mesleki Yayınları, ANKARA, 1981.
- [8] TS-310, TÜRK STANDARTLARI YERFISTIĞI (Kabuklu ve iç) , 1972.
- [9] N. GEREN, Karşıt Döner Silindirli Yerfıstığı Temizleme Ve Sınıflandırma Makinası Tasarımı. Ç.Ü. Makina Mühendisliği Bölümünde Yapılan Master Tezi. ADANA, 1987, (175 S.).

## YERFİSTİĞİ İÇ AYIRMA MAKİNASI

İbrahim Deniz AKÇALI (\*)

Selçuk MİSTİKOĞLU (\*\*)

## ÖZET

Bu çalışmada iç ayırmada kullanılacak bir düzeneğin geliştirilmesi amaçlanmıştır. T.S.310'da belirtilen standart yerfıstığı türlerinin fiziksel, aerodinamik özellikleri saptanmıştır. Kabuk ve iç'in havaya karşı gösterdikleri direncin farklı olduğu, bu nedenle ayırma işleminin havayla yapılmasının mümkün olduğu anlaşılmıştır. Fiziksel özelliklere uyan bir makina modeli ortaya konarak temel tasarım parametrelerinin en uygun değerleri kuramsal ve deneysel olarak bulunmuştur. Daha sonra makina modeli imal edilerek kabuk ve iç ayırma işlemi % 93,6 lık verimle gerçekleştirilmiştir.

## A MACHINE FOR SEPARATING PEANUT HULLS

## AND KERNELS

## ABSTRACT

The aim of this research has been to develop a machine to separate peanut kernels from their hulls. First, the physical and aerodynamic characteristics of standard peanuts specified in TS-310 are determined. It has been concluded that the resistance of hull to moving air is different than that of kernel and therefore it will be possible to realize separation process pneumatically. Then a machine model amenable to peanut properties has been proposed whereby the most suitable values of the design parameters involved has been determined both theoretically and experimentally. It has been observed that the functional efficiency of a manufactured model reaches 93,6 % in the total process.

(\*) Ç.Ü. Müh. Mim. Fak., Makina Müh. Böl., Adana.

(\*\*) Ç.Ü. İsk.Mes. Yüksekokulu, İskenderun.

## 1. GİRİŞ

TS-310 nolu standartta belirtilen Anamur, Antalya, Osmaniye, Silifke yerfıstığı türleri adlarında işaret ettiği gibi Akdeniz bölgesi ve özellikle Üniversitenin bulunduğu Çukurova bölgesinde yoğun şekilde üretilir. Yerfıstığının işlenmiş olarak uluslararası pazarda yüksek değerinde işlem görmesi, bölgede bu ürünle ilgili yatırımların artmasına yol açmıştır.

Yerfıstığını işleme zinciri içindeki halkalardan biriside kırılmış haldeki ürünün içlerinin kabuklarından ayrılmasıdır. Bu işlemi gerçekleştirecek yerli teknoloji henüz tam olarak geliştirilmemiştir. İşte bu gereksinmeden yola çıkarak bu problem ele alınmıştır. Bu çalışmada ayırma işinin havayla yapılma olanağı araştırılmış ve bu esas üzerine bir düzenek geliştirilmesi amaçlanmıştır.

## 2. MATERYAL

Bu çalışmada kullanılan materyal TS-310 da gösterilen yerfıstığı türleridir. Yerfiskobirlikten sağlanan 1986 yılı ürünü olan materyal deneylerle saptanmış Çizelge 1 de verilen fiziksel özelliklerle tanımlanabilir.

Çizelge 1 İncelenen Yerfıstığı Türlerinin İç ve Kabuklarının Bazı Fiziksel Özellikleri

TÜRLER	Nem Oranları %	Yoğunluklar		Sürtünme (Gal. Saç. ile)		İzdüşüm Alanları	
		katı $\rho_k$ kg/m <sup>3</sup>	yığıma $\rho_y$ kg/m <sup>3</sup>	Katsayısı $\mu$		En büyük $S_b$ (mm <sup>2</sup> )	En küçük $S_k$ (mm <sup>2</sup> )
				Tek	Birleşik		
ANAMUR / İç	7,4	0,94	0,60	0,21	0,26	149,4	90,3
/ Kabuk	-	0,24	0,06	0,29	0,46	-	-
ANTALYA / İç	6,0	0,94	0,61	0,25	0,28	137,7	90,1
/ Kabuk	-	0,20	0,05	0,30	0,49	-	-
OSMANİYE / İç	6,8	0,93	0,58	0,27	0,28	140,1	84,13
/ Kabuk	-	0,26	0,07	0,29	0,45	-	-
SİLİFKE / İç	6,9	0,91	0,56	0,24	0,33	130,3	83,98
/ Kabuk	-	0,19	0,07	0,29	0,52	-	-

### 3. METOD

Yerfıstığı uygunca kırıldıktan sonra iç ve kabuk karışımına dönüşecektir. Bu karışım hava akımı ile karşılaştırıldığında, iç ve kabuklar direnç göstereceklerdir. Söz konusu direnç materyalin nem oranlarına, kütlelerine, izdüşüm alanlarına, geometrisinin fonksiyonu olan bir hava direnç katsayısına bağlıdır, [ 1]. Hava akımının etkisine bırakılan karışımın içindeki tane ve kabuklar, dirençlerinin farklı olması halinde birbirinden farklı yerlere götürüleceklerdir. Böylece taneler karışık halde buldukları kabuklardan ayrılacaklardır, [ 2 ] .

#### 3.1 Direncin İfade Edilmesi

Durgun hava içerisinde hareket eden materyale havanın gösterdiği direnç (R), cismin etkili izdüşüm alanı (S), direnç sabiti (K) ve hızının (V) fonksiyonu şeklinde ifade edilebilir. Yerçekimi doğrultusunda düşmekte olan materyale etkiyen kuvvetler dikkate alınır, aşağıdaki hareket denklemi yazılabilir.

$$m \ddot{x} = mg - R \quad (1)$$

Burada m cismin kütlesi, g yerçekimi ivmesi,  $\ddot{x}$  cismin ivmesidir.

Direncin hızla doğrusal değişmesi halinde şu geçerlidir:

$$R = kSV \quad (2)$$

(2), (1) de yerine konur, integral gerçekleştirilir ve başlangıç koşulları gözönüne alınır, şu bulunur:

$$X = (mg/kS) \left[ t + (m/kS) (e^{-kst/m} - 1) \right] \quad (3)$$

Direncin hızın karesiyle değişmesi durumunda,

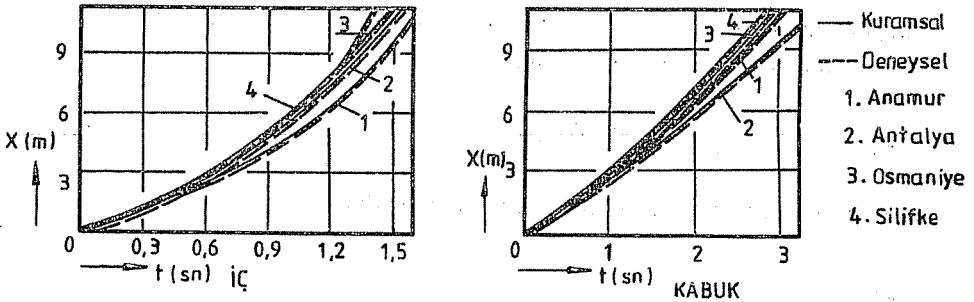
$$R = kSV^2 \quad (4)$$

yazılarak, (1) de kullanılır ve durgun hareket başlangıcı da dikkate alınır, şu çıkarılır:

$$X = (m/kS) \ln \cosh \sqrt{(kgS/m)} t \quad (5)$$

Kütlesi ( $m$ ), etkili izdüşüm alanı ( $S$ ) belli çok sayıda kodlanmış iç ve kabukla, sabit yüksekliklerden ( $x$ ) düşme deneyleri yapılarak kaydedilen zamanda ( $t$ ) hata en aza indirilmiş; daha sonra da en büyük, en küçük, orta kütle değerleri için, kaydedilen deney verilerinden ( $k$ ) direnç sabitinin değerleri (5) bağıntısından hesaplanmıştır. Her tür için yinelenen deneyler sonunda direnç sabitinin içte  $k_i = 0,4 \text{ Kg/m}^3$  kabukta ise  $k_k = 0,5 \text{ Kg/m}^3$  değerlerine yakınsadığı görülmüştür. Direnç sabiti,  $C$  direnç katsayısını,  $\rho$  hava yoğunluğunu göstermek üzere, [1] 'e göre  $k = Cg/2$  olup, buradan saptanan direnç katsayısının literatürde [3] verilen silindir ve küre değerleri arasında kaldığı gözlenmiştir. Söz konusu ( $k$ ) değerleri (5) yerdeğiştirme bağıntısında yerlerine konarak iç ve kabuk için düşme hareket modeli saptanmış ve bununla kuramsal düşme yüksekliği-zaman grafikleri her tür için şekil 1 de çizilmiştir. Değişken ( $x$ ) yüksekliklerinden düşen her türdeki iç ve kabuklara karşı zaman ölçümleri yapılmış ve bunlarla her tür için deneysel düşme yüksekliği-zaman grafikleri, şekil 1, oluşturulmuştur.

Yukarıda kısaca anlatılan yöntem (3) bağıntısına uygulanmış ve bulunan sonuçlar karşılaştırılmıştır. Şekil 1 den de anlaşılacağı üzere, direncin hızın karesiyle değiştiği ve düşme modelinin (5) bağıntısıyla temsil edileceği doğrulanmıştır.



Şekil 1. İç ve Kabukta deneysel, kuramsal düşme yüksekliği-zaman grafikleri



### 3.2 Kritik Hızlar

Bir cismin yarattığı direnç yoluyla statik dengede bırakan hava hızına kritik hız ( $V_k$ ) denir. Ayırma işlemini havayla yapabilmek için iç ( $V_{ki}$ ) ve kabuk ( $V_{kk}$ ) kritik hızlarını bilmek gerekir. Çünkü hava ile ayırma düzeneğinin tasarımında materyale gönderilecek hava hızının iç ve kabuğun kritik hızları arasında alınması gerekecektir.

Daha önce saptanmış düşme modeli uyarınca hızın ( $V$ ), (5) bağıntısından türev ve gerekli işlemler sonunda aşağıdaki ifadeyle bulunabileceği görülür:

$$V = \sqrt{(mg/kS) (1 - e^{-2kSx/m})} \quad (6)$$

(6) dan yeterli büyüklükteki yerdeğiştirmeler ( $x$ ) için kuramsal kritik hız ifadesine ulaşılır.

$$V_k = \sqrt{mg/kS} \quad (7)$$

Çok sayıda, her türden alınan iç ve kabuk örnekleri üzerinde (7) bağıntısıyla yapılan hesaplamalar kuramsal kabuk kritik hızının ortalama  $V_{kk} = 3,56$  m/s ve kuramsal iç kritik hızının ortalama  $V_{ki} = 14,81$  m/s olduğunu ortaya koymuştur.

Yukarıdaki yöntemle belirlenen kritik hız değerleri başka bir yaklaşımla denetlenmiştir. Yüzdürme deney düzeneğinde [1] yapılan deneyler sonunda sözkonusu değerler iç için  $V_{ki} = 12,65$  m/s ve kabuk için  $V_{kk} = 4,17$  m/s bulunmuştur.

İç ve kabuk kritik hızlarının her iki yaklaşımla da farklı çıkması iç ayırma işleminin havayla yapılmasının olanaklı olduğu sonucuna götürür. Ancak kritik hızların, kütle ve izdüşüm alanlarındaki sürekli değişimlere karşı ne ölçüde duyarlı olduğunun bilinmesi gerekir. İç yerfıstığının, uçlarında yarım küreler bulunan bir sonlu silindir şeklinde modellenebilmesi, iç için duyarlılık çalışmasını kuramsal ve pratik bakımdan olası ve geçerli kılmaktadır.

Değişimlerde sadece birinci dereceden terimler kullanılırsa şu yazılır:

$$\Delta V_{ki} = \Delta m \partial V_{ki} / \partial m + \Delta S \partial V_{ki} / \partial S \quad (8)$$

İşlemler yürütülerek aşağıdaki bağıntı elde edilir:

$$\Delta V_{ki} / V_{ki} = 0,5 \Delta m / m - 0,5 \Delta S / S \quad (9)$$

Ayrıca iç yerfıstığı geometrik modelinde kütle ve izdüşüm alandaki değişimler, küre yarıçapındaki (r) ve silindir uzunluğundaki (b) küçük değişmeler cinsinden yazılarak (9) da yerine konursa, gerekli işlemlerden sonra şuna varılır:

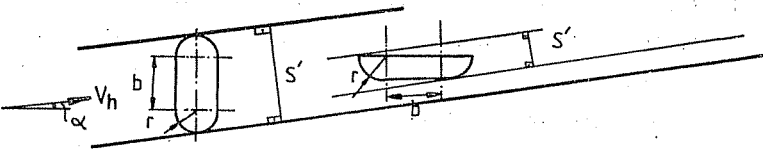
$$\Delta V_{ki} / V_{ki} = [(2r+b)/(4r^2/3+rb) - (\pi r+b)/(\pi r^2+2br)] \Delta r + [1/(8r/3+2b) - 1/(\pi r+2b)] \Delta b \quad (10)$$

Bir çalışmada [4], Antalya türü esas alınarak küre yarıçapı (r) ve silindir uzunluğu (b) arasında  $b = -0,325 r + 9,870$  şeklinde bir korelasyon kurulmuş ve ortalama  $r = 4,5$  mm değerinde en çok  $\pm \%55$  oynama olduğu görülmüştür. Bu veriler ışığında iç yerfıstığının kritik hızındaki değişimin en fazla  $\pm \% 26$  olduğu gözlenirki bu da kabuk kritik hızından uzaklığı ifade eder.

### 3.3 Karışımın Hava ile Karşılaşma Açısı

Dışmekte olan iç ve kabuğa, içlerin ayıklanması amacıyla, gönderilecek havanın yatıyla yaptığı açı ( $\alpha$ ) bulunacaktır. İç yerfıstığının uzağa, kabuğun ise yakına taşınmalarını gerektirdiğinden, kritik hal olarak etkili izdüşüm alanlarda (S) iç için en büyük izdüşüm alan, kabuk için ise en küçük izdüşüm alan dikkate alınmıştır, Şekil 2. Buna göre şunlar yazılır:

$$S'_i = (1 - \cos \alpha) \pi r^2 + S \cos \alpha ; S'_k = \pi r^2 (1 - \sin \alpha) / 2 + S \sin \alpha \quad (11)$$



Şekil 2. İç ve Kabuğun hava ile karşılaşma konumları.

X ve Z eksenleri sırasıyla aşağıya doğru dikey ve sağa doğru yatay yönleri göstermek üzere,  $V_h$  hızındaki havanın iç ve kabuk üzerindeki fiziksel etkileri;

$$F_z = k S^1 V_h^2 \cos \alpha \quad ; \quad F_x = k S^1 V_h^2 \sin \alpha \quad (12)$$

şeklinde ifade edilen kuvvetlerdir. Her iki mateyal için de hareket denklemleri şunlar olur:

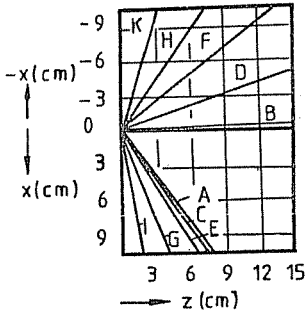
$$m\ddot{z} = F_z \quad ; \quad m\ddot{x} = mg - F_x \quad (13)$$

Sınır değerleri altında integraller iç (i) ve kabuk (k) için şu sonuçlara yol açar;

$$X_i = [m_i g / (k_i S_i^1 V_h^2 \cos \alpha) - \tan \alpha] Z_i \quad (14)$$

$$X_k = [m_k g / (k_k S_k^1 V_h^2 \cos \alpha) - \tan \alpha] Z_k \quad (15)$$

$\alpha$  açısının  $15^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 75^\circ$  değerlerinde yörünge eğrileri iç için ( $X_i, Z_i$ ) ve kabuk için ( $X_k, Z_k$ ), (14), (15) ve (11) kullanılarak Şekil 3 de çizilmiştir. Grafik incelendiğinde en uygun sonucun  $75^\circ$  de olduğu görülür.



$\alpha^\circ$	İÇ	KABUK
15	A	B
30	C	D
45	E	F
60	G	H
75	I	K

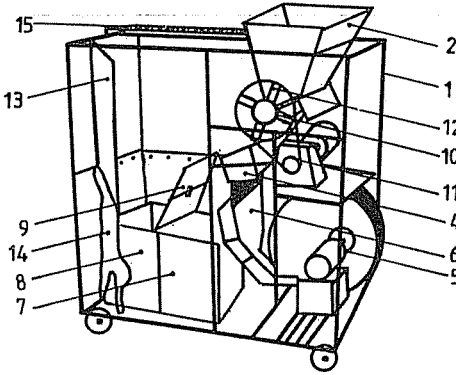
Şekil 3. İç ve Kabuk yörüngeleri.

#### 4. SİSTEM TASARIM VE İMALATI

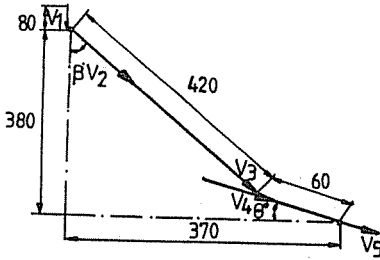
Elde edilen kuramsal değerlere dayanarak hava ile ayırma işini deneysel olarak da gerçekleştirebilecek bir sistemin tasarım ve imalatı yapılmıştır. Şekil 4. Taşıyıcı gövde (1) çeşitli profillerden kaynakla imal edilmiştir. Besleme deposu (2) galvanizli saçtan, 7 kğ'lık ürün alacak şekilde yapılmıştır.

Besleme çarkı (3), üzerinde 1,5 mm kalınlığında 33 mm derinliğinde 45° lik aralıklarla 8 adet levhanın yer aldığı, st 37 malzemesinden 30 mm çaplı bir mildir. Karışımındaki iç ve kabukların havayla karşılaşmadan önce hızlarını denetlemek amacıyla açılabilir konumları ayarlanabilen iki düzlem levhadan oluşan kayma olukları (4) kullanılmıştır.

Şekil 5 de görülen eğik düzlemlerde yerçekimi kuvveti, hava ve sürtünme dirençleri dikkate alınarak yazılan hareket denklemleri başlangıç koşullarının da gözönüne alınmasıyla çözülmüş ve buradan eğik düzlemlerin başlangıç ve bitimindeki iç ve kabuk hızları ( $V_1, V_2, V_3, V_4, V_5$ ) ayrı ayrı bulunmuştur, [ 5 ] . Söz konusu hızların  $\theta$  ayar parametresinin 0 ile 30° değerleri arasındaki değişimi şekil 6 da verilmiştir.



Şekil 4. Deney Düzenegi

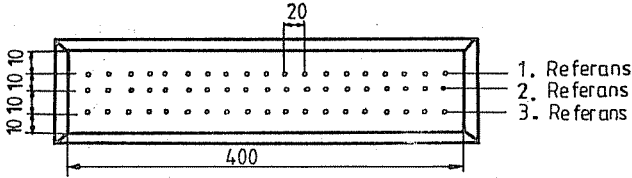


Şekil 5. Kayma oluklarının konumları ve materyal hızları

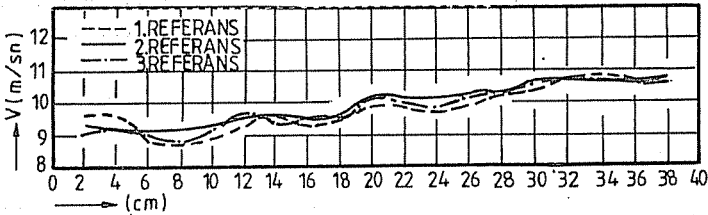
Besleme düzeneğinden çıkan materyalde zarar olup olmadığını belirlemek amacıyla deneyler yapılmıştır. Kabağın zarar görmesi önemli olmadığından deneylerde sadece 1 kg lık iç yerfıstığı kullanılmıştır. Her çarkla beşer deney yapılarak besleme sonrasında zarar gören yerfıstıkları saptanmıştır. Daha önce sözü edilen kasnak hızlarında ortalama zedelenme oranı sırasıyla binde olarak 7,8;10,4; 13,4 ve 16,0 bulunmuştur.

## 5.2 Hava Hız Profili

Körükten gelen havanın çıkış kesitindeki profilinin düzgün olması istenir. Bu amaçla çıkış kesitine katlı tel elek yerleştirilmiş ve kesitin Şekil 7 de gösterilen noktalarında hava hızı ölçümleri bir manometre yardımıyla yapılmıştır. Ortaya çıkan hava hız dağılımı Şekil 8 de verilmiştir. Buna göre 1.,2. ve 3. referans çizgilerindeki ortalama hızların sırasıyla 9,8;9,9 ve 9,8 m/s ; en çok oynama genişliğinin ise  $\pm 1$  m/s olduğu saptanmıştır.



Şekil 7. Hava hızı ölçüm noktaları

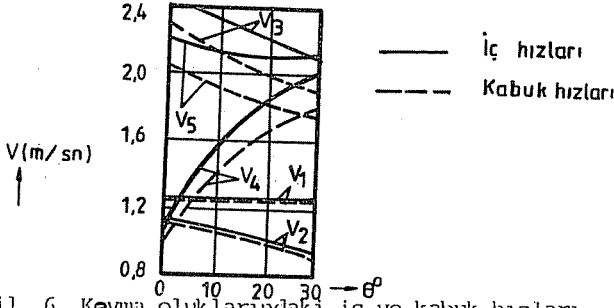


Şekil 8. Hava çıkış hız dağılımı

## 5.3 İç ve Kabağın Ayrılması

### 5.3.1 Kuramsal İnceleme

Bu bölümde, yatayla  $\theta$  açısı yapan eğik düzlemde  $V_5$  hızıyla gelen materyal ile yataya göre  $\alpha$  açısında  $V_h$  hızıyla gönderilen hava karşılaştığında ortaya çıkan yörünge eğrileri incelenecektir. 3.3 nolu bölümdeki (13) nolu hareket denklemleri kritik ve sınır koşulları altında çözümlerse, iç ve kabuk için zamana (t) bağlı olarak şu yörünge koordinatları (z,x) belirlenecektir.



Şekil 6. Kayma oluklarındaki iç ve kabuk hızları

Hava üfleme düzeneği, Alarko  $A_2$  tipi bir körük (5) ve buna ekli, 1 mm lik saçtan 40x400 mm boyutlarında çıkış kesitine sahip, yatayla  $75^\circ$  yapan bir hava gönderme kanalından (6) meydana gelmektedir. Sırada, önde 34 cm genişliğinde, 45 cm boyunda, 46 cm derinliğinde, 1 mm kalınlığında galvanizli saçtan iç deposuyla (7), arkada benzer şekilde 29x45x46 cm boyutlarında aynı malzemeden yapılmış bir kabuk deposu (8) bulunmaktadır. İç deposuna, uç koc finatları değiştirilebilecek şekilde, saçlardan imal edilmiş engel düzlemi (9) mafsallanmıştır. Bir elektrik motoru ve buna bağlı, 32 dev/dk'lık çıkış hızında bir dişli kutusu (11) yataklarla (10) desteklenmiştir. Kayış kasnak düzeneği (12), sırasıyla 6;9;12,7;13,3 dev/dk.'lık hızları sağlayacak kasnakların kullanılmasına elverişli biçimde düzenlenmiştir. Ayrıca karışımın parçacıklarının çevreye saçılmasını önlemek bir saç kapak sistemi (13) ve onun hemen altına, depolarda toplanmayı kolaylaştırıcı kort bezi (14) ile yukarısına havanın dışarı çıkmasına olanak tanıyan bir tel elek (15) yerleştirilmiştir.

## 5. DENEYLER

### 5.1 Besleme Debisi

İki Kg.lık iç-kabuk karışımı besleme deposuna doldurulduktan sonra dişli çark harekete getirilmiştir. Beşer saniye aralıklarla çark durdurularak akan materyal ölçülmüştür. Deneyler her çark için dörder kez yinelenmiştir. Alınan ortalama sonuçlara göre 6;9;12,7;13,3 dev/dk'lık kasnak hızlarında sırasıyla 126,189,267,280 kg/h debi değerleri bulunmuştur. Besleme çarkı boşluklarının tamamen dolacağı ve karışım yoğunluğunun hareket sırasında değişmediği varsayımlarıyla bulunacak kuramsal debi değerlerinin her çarkta, deneysel debi değerlerinden yaklaşık değişmez % 11 lik bir fazlalık gösterdiği görülmüştür. Bu bir ölçüt faktörü olarak görülebilir.

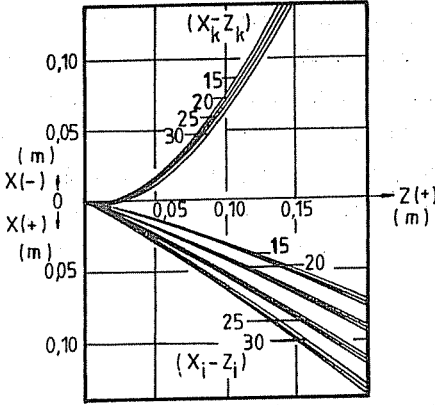
$$Z_i = [(1 - \cos(\theta + \alpha)) \pi r^2 + S \cos(\theta + \alpha)] k_i \cos \alpha \frac{V_h^2}{m_i} t^2 / 2 + V_{i5} \cos \theta t \quad (16)$$

$$X_i = \{g - [(1 - \cos(\theta + \alpha)) \pi r^2 + S \cos(\theta + \alpha)] k_i \sin \alpha \frac{V_h^2}{m_i}\} t^2 / 2 + V_{i5} \sin \theta t \quad (17)$$

$$Z_k = [(1 - \sin(\theta + \alpha)) \pi r^2 / 2 + S \sin(\theta + \alpha)] K_k \cos \alpha \frac{V_h^2}{m_k} t^2 / 2 + V_{k5} \cos \theta t \quad (18)$$

$$X_k = \{g - [(1 - \sin(\theta + \alpha)) \pi r^2 / 2 + S \sin(\theta + \alpha)] K_k \sin \alpha \frac{V_h^2}{m_k}\} t^2 / 2 + V_{k5} \sin \theta t \quad (19)$$

Yukarıdaki bağıntılarla hava hızındaki  $\pm 2\%$  lik dalgalanma ile  $\theta$  açısının  $15^\circ, 20^\circ, 25^\circ, 30^\circ$  değerlerine karşı gelen iç ve kabuk yörüngeleri Şekil 9 da çizilmiştir. Eğrilerin incelenmesinden  $\theta$  nın büyük değerleri için kabuğun Z ekseninin altına daha fazla düştüğü görülmektedir.



Şekil 9. Deney düzeneğindeki kuramsal iç ve kabuk yörüngeleri

### 5.3.2 Verim Tanımları

Önerilen makina modeli üzerinde içlerin kabuklardan ayrılma deneylerini değerlendirebilmek için bir verim tanımı yapılmalıdır.

Besleme deposuna konan karışımdaki iç miktarı  $i$ , kabuk miktarı  $k$  olsun. Ayırma işlemi sonunda iç deposunda toplanan iç miktarı  $i'$ , kabuk miktarı  $k'$ ; kabuk deposunda biriken kabuk miktarı  $k''$ , iç miktarı  $i''$  ise şunlar yazılır:

$$i = i' + i'' \quad ; \quad k = k' + k'' \quad (20)$$

Makinaya giriş ve çıkıştaki karışım oranları da şöyle olur:

$$\beta_i = i / (i + k) \quad ; \quad \beta_k = k / (i + k) \quad (21)$$

$$h_i = i' / (i' + k') \quad ; \quad h_k = k'' / (i'' + k'') \quad (22)$$

İçin ve Kabuğun verimleri ( $\eta_i, \eta_k$ ) ile toplam verim ( $\beta_p$ ) şöyle tanımlanır:

$$\eta_i = i'/i \quad ; \quad \eta_k = k''/k \quad ; \quad \beta_p = \beta_i \eta_i + \beta_k \eta_k \quad (23)$$

### 5.3.3 Deneyler

1 Kğ lık yarfıstığının kırılmasıyla elde edilen 650 gr iç ve 350 gr kabuğun meydana getirdiği karışımla makinada deneyler yapılmıştır. Deneylerde dikkate alınan değişkenler besleme çarkı hızı, kayma oluklarının eğimi, engel düzlemi uç koordinatlarıdır. 4 çarkla yürütülen deneylerde en iyi sonuç 6 dev/dk lık hızda, 15° lik kayma oluşu konumunda ve daha önce belirlenen 9,8 m/s lik hava hızında alınmıştır. Bu işletim değerlerinin, karışımın kayma düzlemlerinden tek katman halinde akarak tane ve kabukların birbirleri üzerindeki hava etkilerini engellemekle, kuramsal varsayımlara yaklaştığı gözlenmiştir. Başlangıç noktası hava çıkış kesitinin ekseninde, y düşey yukarıya doğru, x yatay sola doğru (+) yönleri göstermek üzere alınan bir başvuru eksen takımına göre engel düzleminin uç koordinatları değiştirilmiş ve çizelge 2 de görülen sonuçlar elde edilmiştir.

Çizelge 2 Deney Sonuçları

X(cm)	15	15	15	16	16	16	17	17	17
y(cm)	3	4	5	3	4	5	3	4	5
i'(gr)	540,0	590,0	600,0	620,0	640,0	647,3	620,0	645,0	645,0
k'(gr)	30,0	35,0	40,0	20,0	25,0	30,0	35,0	40,0	50,0
i''(gr)	110,0	60,0	50,0	30,0	10,0	2,7	30,0	5,0	5,0
k''(gr)	320,0	315,0	310,0	330,0	325,0	320,0	315,0	310,0	300,0
$\eta_i$	0,830	0,907	0,923	0,953	0,984	0,995	0,953	0,992	0,992
$\eta_k$	0,914	0,900	0,885	0,942	0,928	0,914	0,900	0,85	0,857
$\beta_p$	0,749	0,821	0,829	0,900	0,931	0,936	0,874	0,912	0,893

Çizelgenin incelenmesinden 126 kg/h lık besleme debisinde, engel levhanın köşe koordinatları x = 16 cm, y = 5cm olduğundan iç veriminin % 99,5 ; kabuk veriminin % 91,4 ve toplam verimin % 93,6 olduğu görülür.

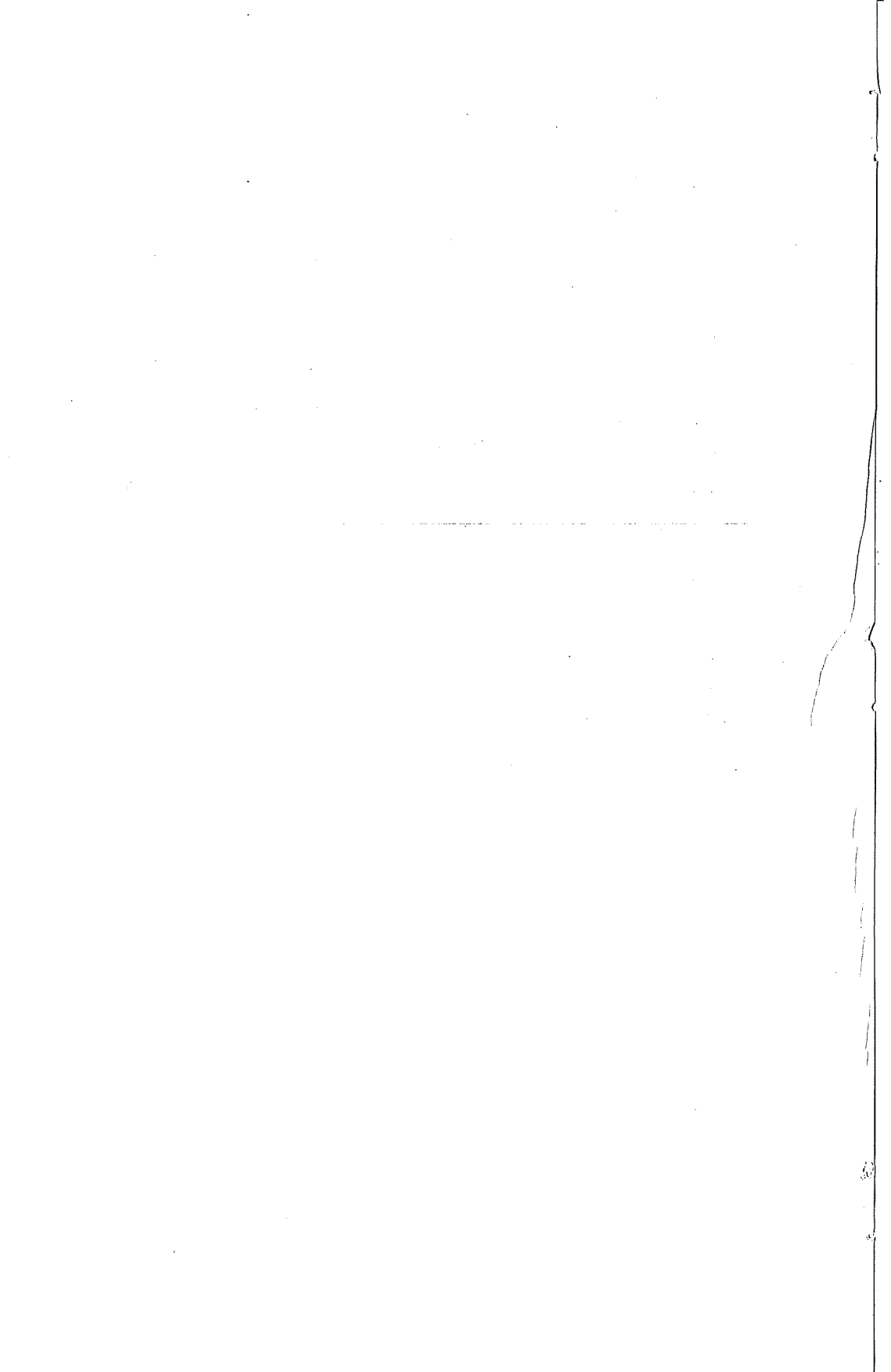


## 6. SONUÇ

Bu çalışmada Türkiye'de üretilen yerfıstığı türlerinin iç,kabuk ve karışımlarının katı ve yığma yoğunlukları, sürtünme katsayıları, havaya karşı gösterdikleri direncin hızla değişimi, direnç sabitleri,kritik hızları gibi fiziksel ve aerodinamik özellikleri belirlenerek, içleri ve kabukları hava yoluyla ayıracak bir makinanın tasarım değerlerinin bulunmasında kullanılmıştır. Sadece işlevsel bakımdan ele alınan tasarım imalat olanaklarının artması, ergonomik,maliyet,estetik gibi çeşitli ölçütlerin de dikkate alınmasıyla daha da iyileştirilebilecektir.

## KAYNAKLAR

- [1] J.E.SHELLARD and R.H. MACMILLAN : Aerodynamic Properties of Threshed Wheat Materials,J.Agric. Engg.Res. 23 (1978), 273-281.
- [2] E. MUTAF : Tohum Temizleme ve Sınıflandırma Makinaları E.Ü.Ziraat Fak. Yayınları, 47, E.Ü. Matbaası, İzmir, 1961
- [3] I.H. Shames : Mechanics of Fluids, Mc Graw-Hill Book Co New York, 1962
- [4] N.GEREN : Karşıt Döner Silindirli Yerfıstığı Temizleme ve Sınıflandırma Makinası Tasarımı, Ç.Ü. Fen Bil.Enst. Mak.Müh.Anabilim Dalı Y. Lisans Tezi, Adana, 1987
- [5] S.MISTIKOĞLU : Yerfıstığı İç Ayırma Makinası Tasarımı, Ç.Ü. Fen Bil. Enst. Mak.Müh. Anabilim Dalı Y.Lisans Tezi, Adana 1987 .



## DERGIYE GÖNDERİLECEK MAKALELER İÇİN YAZIM KURALLARI

- 1- Gönderilecek makaleler, Mühendislik Bilimleriyle ilgili başka bir yerde yayınlanmamış orjinal bir araştırma niteliğinde olmalıdır. Çeviri ve derleme makaleler kabul edilmez. Yazı dili Türkçe'dir.
- 2- Dergi ofset tekniği ile basılacağından, düzeltilmiş kesin makale silintisiz ve normal IBM karakteriyle 1 orijinal ve 2 kopya olarak gönderilmelidir. Makaleler ilk gönderilirken normal bir daktilo makinası ile yazılabilir. Düzeltmeler yazarlar tarafından yapılır.
- 3- Sayfa solda 4 cm, diğer yönlerde 3 cm boşluk bırakılarak doldurulmalı, ilk sayfada başlık üstten 5 cm boşluk bırakılarak yazılmalıdır.
- 4- Makalenin başlığı metne uygun kısa ve açık ifadeli olmalıdır. Başlık büyük harflerle ve sayfa ortalanarak yazılmalıdır.
- 5- Makale 1.5 satır aralıkla yazılmalıdır. Alt başlıklarla ilk paragraf ve paragraflar arasında 1.5 aralık bırakılmalıdır.
- 6- Yazar ad ve soyadları ünvan belirtilmeden başlığın 1 cm altına sayfa ortalanarak yazılır. Yazar sayısı birden çok ise hepsi alt alta yazılır. Yazar adresi (Üniversite, Fakülte, Bölüm, Şehir) ilk sayfanın altına çizgi çekildikten ve (X) , (X X)... v.b.g. işaretlerle yazar adlarının sağ üstünde belirtildikten sonra dipnot olarak verilmelidir.
- 7- Makaleler, çizelge, şekil ve fotoğraflarla birlikte en fazla 15 sayfa olmalıdır.
- 8- Şekil ve grafikler çini mürekkep ile aydınlar kağıdına veya beyaz kuşe kağıda çizilmeli, resimler parlak fotoğraflar kartına siyah-beyaz ve net basılmış olmalı hepsi şekil olarak numaralandırılıp, şekil altı yazılmalı ve metin uygun yere yerleştirilmelidir.
- 9- Çalışma herhangi bir kurumun desteği ile yapılmış ise, bu ilk sayfa altına başlıkta (X) ile belirtildikten sonra, dipnotu olarak yazılmalıdır.
- 10- Başlıklar 1., 2.,... ve alt başlıklar da 1.1, 1.2,... v.b.g. numaralandırılıp alt başlıklar küçük harflerle, fakat kelime baş harfleri büyük olarak yazılmalıdır.
- 11- Metindeki eşitlikler (1), (2),.. v.b.g. numaralandırılmalı ve numaralar sayfanın en sağına yerleştirilmelidir. Daktilogda bulun-

mayan işaretler, siyah çini mürekkep ve şablon kullanılarak (veya elle çok düzgün bir şekilde) yazılmalıdır.

- 12- Makalede sayfa numaraları üst sağ köşeye kurşun kalem ile yazılmaktadır.
- 13- Makalenin bölümleri aşağıdaki sıraya göre olmalıdır: Türkçe başlık özet, İngilizce başlık ve özet, Metin, Teşekkür (gerekli ise) ve Kaynaklar.
- 14- Özetler en az 5, en fazla 10 satır olmalıdır. Özetten sonra makalenin İngilizce başlığı büyük harfler ve sayfa ortalanarak yazılıp, bunun altına da "Abstract" İngilizce olarak verilmelidir.
- 15- Metinde mutlaka giriş ve sonuç bölümleri bulunmalıdır. Ara bölümler Materyal ve Metod, Deneysel çalışma, Teorik Esaslar gibi başlıklar veya alt başlıklar şeklinde düzenlenebilir.
- 16- Metin içinde Kaynaklara atıfta bulunulmak istenildiğinde, yazar adı verilerek veya verilmeksizin kaynak numarası köşeli parantez içinde gösterilecektir. Numaralandırma metinde verilmiş sırasına göre yapılmalıdır. İki'den fazla yazar sayısı durumunda ilk iki yazar adı yazılıp, Türkçe kaynaklarda "ve di" yabancı kaynaklarda "et al" ibaresi eklenir. Kaynak makale ise, önce yazar adı baş harfi, yazarın soyadı, makalenin adı (yalnız ilk kelimenin baş harfi büyük), Derginin adı veya varsa kısaltılmış adı, dergi cilt ve sayısı, parantez içinde senesi ve en sonunda başlangıç ve bitiş sayfaları tire ile ayrılarak verilir. Kaynak bir kitap ise yazar adının ilk harfi, soyadı, kitap adı (kelime baş harfleri büyük), yayınevi, yayın yeri, yayın yılı ve gerekliyse sayfa numarası verilir.

ÖRNEK:

- [1] A.E.Bergles, Recent development in convective heat transfer augmentation, Appl. Mechs, Rev., 26 (1973), 675-682,
- [2] P.J. Roache, Computational Fluid Dynamics, Hermose Publisher, Albuquerque, 1976, (Tez, teblig, rapor da makaleye benzer biçimde kaynak olarak verilir.)

- 17- Yazara bir adet dergi ücretsiz olarak gönderilir ve makale için bir telif hakkı ödenmez.
- 18- Dergiye gönderilen yazılar, yayınlansın veya yayınlanmasın iade edilmez.
- 19- Makaleleri yayınlama yetkisi Dergi Yayın Kuruluna aittir.
- 20- Dergiye gönderilecek makaleler aşağıdaki adrese gönderilmelidir:

Çukurova Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi  
Dergi Yayın Kurulu Başkanlığı  
Balcalı/ADANA