

Bol. Kit
20.04.03

ÇUKUROVA UNIVERSITY
JOURNAL OF FACULTY OF ENGINEERING AND ARCHITECTURE

CİLT 17
VOL

SAYI 1-2
NO

Haziran / Aralık 2002
June / December

ISSN 1019-1011

İÇİNDEKİLER (CONTENTS)

Yatay Konsantrik ve Eksantrik Borularda Heyelanlı Akış Tipinin İncelenmesi <i>Investigation of Slug Flow in Horizontal Concentric and Eccentric Ducts</i> Tuncay YILMAZ, Sarp KOP.....	1
Havlu Kumaşlarda Performans Özelliklerini Etkileyen Parametrelerin İncelenmesi <i>An Investigation on the Parameters Affecting the Performance Properties of the Towels</i> Belkıs ZERVENT, Erdem KOÇ	9
Betonarme Yapılarda Deprem Hasarlarının Belirlenmesi ve Güçlendirme Projesi Uygulama Örneği <i>The Determination of Earthquake Damages at RC Buildings and an Application of Strengthening Project</i> İbrahim Ö. DENEME, Hüseyin R. YERLİ	21
Temel Sistemi Güçlendirme Yöntemlerinin Karşılaştırılması <i>Comparison of Base System Strengthening Methods</i> İbrahim Ö. DENEME, Hüseyin R. YERLİ	31
Yapı Üretiminde Maliyet Muhasebesi ve Vergilendirme Uygulamalarının Değerlendirilmesi <i>The Accounting Costs of Construction and Tax Evaluation</i> M.Emin ÖCAL, M.Salih İNCİ	43
Viskoelastik Doğru Eksenli Çubukların Dinamik Davranışı <i>Dynamic Response of Viscoelastic Straight Beams</i> Fâruk Fırat ÇALIM, Beytullah TEMEL	59
Behrek Batoliti Batı Kesiminin Petrografik ve Jeokimyasal Özellikleri, Orta Anadolu <i>Petrographic and Geochemical Properties of West of Behrek Batholite, Central Anatolia</i> Mustafa AÇLAN	71
Berke Barajı ve Çevresinin Depremselliği <i>Earthquake Activity Around the Berke Dam</i> Kenan SIGİN, Cavit DEMİRKOL	89

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK-MİMARLIK FAKÜLTESİ
DERGİSİ**

Çukurova University, Journal of Faculty of Engineering and Architecture

Sahibi

Tuncay YILMAZ
Çukurova Üniversitesi
Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dekanı

Editör

Mesut ANIL

YAYIN KURULU

Mesut ANIL Beşir ŞAHİN
Recep YURTAL Hasan ÇETİN
Osman BABAARSLAN

YAZI İNCELEME KURULU (Editorial Board)

(SÜREKLİ)

İ.Deniz AKÇALI (Ç.Ü.)	Nur AKIN (İ.T.Ü.)
Ergin ARIOĞLU (İ.T.Ü.)	Orhan AKSOĞAN (Ç.Ü.)
Ahmet AYHAN (G.Y.T.E.)	Sedat TEMUR (Sel.Ü.)
A.Feyzi BİNGÖL (F.Ü.)	Baki CANIK (A.Ü.)
Cavit DEMİRKOL (Ç.Ü.)	İlhan ERHAN (M.S.Ü.)
Aziz ERTUNC (S.D.Ü.)	Cahit HELVACI (D.E.Ü.)
M.Baki KARAMIŞ (E.Ü.)	Erdal KEREY (İ.Ü.)
Erhan KIRAL (Ç.Ü.)	Salih KIRKGOZ (Ç.Ü.)
Erdem KOÇ (Ç.Ü.)	Engin MERİÇ (İ.Ü.)
Güven ONAL (İ.T.Ü.)	Işık ÖZPEKER (İ.T.Ü.)
Kazım PIHTILI (F.Ü.)	Senai SALTOĞLU (İ.T.Ü.)
Hamit SERBEST (Ç.Ü.)	Vedia TOKER (A.Ü.)
Bedri TUÇ (G.Ü.)	İbrahim UZMAY (E.Ü.)
Servet YAMAN (Ç.Ü.)	Cengiz YETİŞ (Ç.Ü.)
Yücel YILMAZ (İ.T.Ü.)	Tuncay YILMAZ (Ç.Ü.)

(Bu Sayıda Görüşlerinden Yararlanılan Diğer Hakemler)

Şaziye ABACI (Bozdağ) (Ç.Ü.)	Mehmet ARDIÇLIOĞLU (Er.Ü.)
Mesut BAŞIBÜYÜK (Ç.Ü.)	Ali BERKTAY (Sel.Ü.)
Murat BİKÇE (M.K.Ü.)	Fuat BUDAK (Ç.Ü.)
Orhan BÜYÜKALACA (Ç.Ü.)	Nihat CELİK (Ç.Ü.)
Hakan COBAN (S.D.Ü.)	Murat ERİC (Mim.Sinan Ü.)
Erkin ERTEN (Ç.Ü.)	Fatma GÖKTEPE (S.D.Ü.)
Selçuk KAÇIN (M.K.Ü.)	Ahmet Mahmut KILIÇ (Ç.Ü.)
A.Hakan ONUR (9 Eylül Ü.)	Erol ÖZER (Mersin Ü.)
Ümit ÖZER (Ç.Ü.)	Osman PARLAK (Ç.Ü.)
Galip SEÇKİN (Ç.Ü.)	A.Kamil TANRIKÜLU (Ç.Ü.)
Sedat TÜRKMEN (Mersin Ü.)	Asaf VAROL (Fırat Ü.)
Ergül YAŞAR (Ç.Ü.)	Hüseyin R.YERLİ (Ç.Ü.)

YAZISMA ADRESİ

Ç.Ü., Mühendislik-Mimarlık Fakültesi
Dergi ve Yayın Kurulu Başkanlığı
01330 Balcalı / ADANA

Tel : (322) 338 63 57 Fax : (322) 338 61 26

(Bu sayı Ç.Ü. Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Güçlendirme Derneği tarafından yayınlanmıştır).

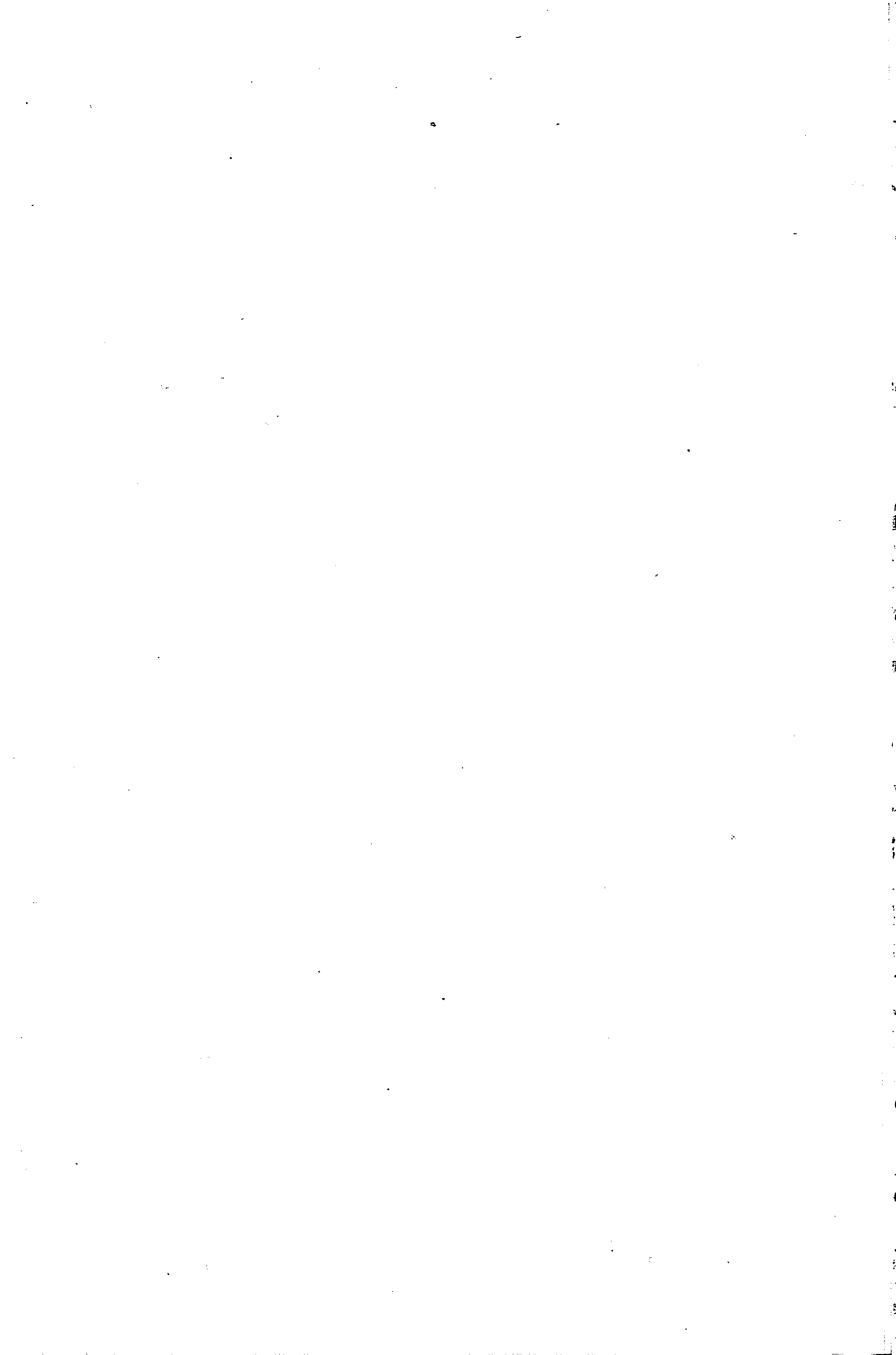
ÖNSÖZ

Fakülte Dergimizin 17.cilt 1-2. sayısını maalesef yine gecikmeyle yayınlayabildik. 2002 yılına ait bu cilt'in gecikmeyle yayınlanmasının en önemli sebebi maddi imkansızlıklardır. Bundan sonra yayınlanacak olan 18.cilt (2003)'in gecikmeden yayınlanmasına gayret edilecektir.

Bu sayımızda toplam 18 makaleye yer verilmiştir. Dergimizde daha önce yönetimce alınan bir karar sebebiyle ancak fakülte mensuplarımızın ya bizzat kendileri veya başka bir üniversitede çalışan araştırmacılarla ortak olarak gerçekleştirilen yayınlarına yer verilmektedir. Zaman zaman diğer üniversitelerden gelen yayınlara olumsuz cevap vermemizin sebebi budur.

Ç.Ü.Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi geçen sayıdan bu yana Fakültemiz Güçlendirme Derneği tarafından yayınlanmaktadır. Makale veren değerli yazarlarımıza, büyük bir özveriyle derginin dizgisini yapan Yayın Bürosu sekreteri Filiz Demirkıran'a ve basımını büyük bir titizlikle gerçekleştiren Üniversitemiz Matbaası yetkililerine teşekkür etmeyi görev biliriz.

Yayın Kurulu





ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK-MİMARLIK FAKÜLTESİ
DERGİSİ



ÇUKUROVA UNIVERSITY
JOURNAL OF FACULTY OF ENGINEERING AND ARCHITECTURE

CİLT
VOL 17

SAYI
NO 1-2

Haziran / Aralık
June / December 2002

ISSN 1019-1011

İÇİNDEKİLER (CONTENTS)

Yatay Konsantrik ve Eksantrik Borularda Heyelanlı Akış Tipinin İncelenmesi <i>Investigation of Slug Flow in Horizontal Concentric and Eccentric Ducts</i> Tuncay YILMAZ, Sarp KOP.....	1
Havlu Kumaşlarda Performans Özelliklerini Etkileyen Parametrelerin İncelenmesi <i>An Investigation on the Parameters Affecting the Performance Properties of the Towels</i> Belkıs ZERVENT, Erdem KOÇ	9
Betonarme Yapılarda Deprem Hasarlarının Belirlenmesi ve Güçlendirme Projesi Uygulama Örneği <i>The Determination of Earthquake Damages at RC Buildings and an Application of Strengthening Project</i> İbrahim Ö. DENEME, Hüseyin R. YERLİ	21
Temel Sistemi Güçlendirme Yöntemlerinin Karşılaştırılması <i>Comparison of Base System Strengthening Methods</i> İbrahim Ö. DENEME, Hüseyin R. YERLİ	31
Yapı Üretiminde Maliyet Muhasebesi ve Vergilendirme Uygulamalarının Değerlendirilmesi <i>The Accounting Costs of Construction and Tax Evaluation</i> M.Emin OCAI, M.Salih İNCİ	43
Viskoelastik Doğru Eksenli Çubukların Dinamik Davranışı <i>Dynamic Response of Viscoelastic Straight Beams</i> Faruk Fırat ÇALIM, Beytullah TEMEL	59
Behrek Batoliti Batı Kesiminin Petrografik ve Jeokimyasal Özellikleri, Orta Anadolu <i>Petrographic and Geochemical Properties of West of Behrek Batholite, Central Anatolia</i> Mustafa AÇLAN	71
Berke Barajı ve Çevresinin Depremselliği <i>Earthquake Activity Around the Berke Dam</i> Kenan SİGIN, Cavit DEMİRKOL	89

Berke Barajı (Osmaniye) Rezervuar Alanı ve Çevresinde Görülen Karstlaşma Olayları <i>Karstification Reservoir Area and Around the Berke Dam Site (Osmaniye)</i> Hasan ÖZCAN, Cavit DEMİRKOL	99
Behrek Batoliti'ndeki (Orta Anadolu) Kuvarslı Monzonitlerde Magma Karışım Süreçlerinin Mikroskopik Kanıtları <i>Microscopics Evidences for Magma Mixing Processes in the Quartz Monzonite of the Behrek Batholite (Central Anatolia)</i> Mustafa AÇLAN	109
Abanoz Yayla (Anamur-Mersin) Dolayı Karaisalı Kireçtaşının Sedimanter Petrografik Özellikleri <i>Sedimentary Petrographic Properties of the Karaisalı Limestone: Abanoz Yayla (Anamur-Mersin) Area</i> Cengiz YETİŞ	117
Menekşe Yöresi Killerinin Camiş Atığı İle Belirli Oranlarda Karıştırılarak Tuğla Olabilirliğinin Araştırılması <i>The Investigation of Brick Possibility By Mixing Both Karaisalı Menekşe Village Clay and the Tailing of Camiş Mining Co.</i> Sabahatdin SAKATOĞLU, Mesut ANIL	135
Sağlıklı/Tarsus Bölgesindeki Taş Ocaklarından Kaynaklanan Hava Kirleticilerinin Dağılım Modelleri <i>Dispersion Modeling of Air Pollutants from Quarries of Sağlıklı/Tarsus Vicinity</i> Mesut ANIL, Suphi URAL, Özen KILIÇ	145
Afşin-Elbistan (B) Linyit Sahabındaki Örtü Tabakalarının Kazılabilirlik Özelliklerinin İncelenmesi <i>Investigation of the Diggability Properties of Overburden Layers in Afşin-Elbistan (B) Coal Field</i> Suphi URAL	155
İstanbul'da 1900'lü Yıllara Ait Kargir Eserlerin Taş Yüzeylerinin Onarımlarında Yapay Malzeme Kullanım Analizi <i>The Analysis of the Use of Artificial Materials to Repair the Stone Surfaces of Stone Buildings During the 1990's in Istanbul</i> Seyhan YARDIMLI	161
Adana Kenti Yüzeysel Akışa Geçen Yağmur Sularının Karakterizasyonu <i>The Characterisation of Urban Stormwater Runoff in Adana</i> Halil Kabak, Zeliha SELEK, Ahmet YÜCEER	177
Su Kaynaklarının Planlanmasında ÇED Uygulamaları ve Tepeköy Barajı Örneği <i>Environmental Impact Assessment (EIA) Application in Water Resources Planning and Example of Tepeköy Dam</i> Zeliha SELEK, Zeki BOZKURT, Bülent SELEK	191
Adana İlindeki Endüstriyel Sektörlerin Kirleticilik Oranlarının Tahmini <i>Estimating of Rational Pollution Load for Industry Sectors in Adana</i> Fuat BUDAK, Ahmet ATLI	203

YATAY KONSANTRİK VE EKSANTRİK BORULARDA HEYELANLI AKIŞ TİPİNİN İNCELENMESİ

Tuncay YILMAZ ve Sarp KOP

Ç.Ü., Makine Mühendisliği Bölümü, Adana / Türkiye

ÖZET : Mühendislik uygulamalarında sıkça meydana gelen iki fazlı akışa en basit örnek, bir boru içerisinde gaz ve sıvının beraberce akmasıdır. Bu çalışmada, yatay konsantrik ve eksantrik borular içindeki iki fazlı gaz-sıvı akışları incelenmiş ve literatürdeki bir eksikliğin giderilmesine çalışılmıştır. İlk olarak, gözlemlenen akış rejimleri Baker ve Weisman'nın akış diyagramlarına göre değerlendirilmiştir. Bu çalışmada özellikle heyelanlı akış tipi incelenmiştir. Konsantrik veya eksantrik yatay bir boru içindeki çift fazlı gaz-sıvı akışı ile dairesel yatay bir boru içindeki gaz-sıvı akışı arasındaki farklar araştırılmıştır. Gaz ve sıvı debileri, iç içe iki boru arasındaki eksantrisite değiştirilerek, akış rejimlerinde meydana gelen değişimler araştırılmıştır.

INVESTIGATION OF SLUG FLOW IN HORIZONTAL CONCENTRIC AND ECCENTRIC DUCTS

ABSTRACT : Two-phase flow in pipes is often encountered in engineering applications. Liquid and gas flowing in a pipe of different cross-sectional area is a simple example of two-phase gas-liquid flow. In this study, gas-liquid flows in horizontal concentric and eccentric pipes have been examined to fill up the deficiency in the literature. In the first step, the observed flow patterns have been compared with the flow pattern maps of Weisman and Baker. Especially slug flows have been examined in a detailed manner using both empirical calculation methods and experimental results. Differences of flow patterns between concentric, eccentric and circular pipe flow parameters have been examined. Particularly, variations of flow regimes with respect to gas and liquid flow rates and eccentricity of two pipes have been determined.

1. GİRİŞ

Gaz-sıvı akışları, gaz ve sıvıların beraberçe çeşitli kanallarda ve cihazlarda akmasıdır. İki fazlı akışlar kimyasal gaz-sıvı reaktörleri, dolgu veya elekli abzorpsiyon ve rektifikasyon kuleleri, soğutma kuleleri, soğutma ve iklimlendirme elemanları, ısı değıştiricileri gibi cihazlarda görülebilir.

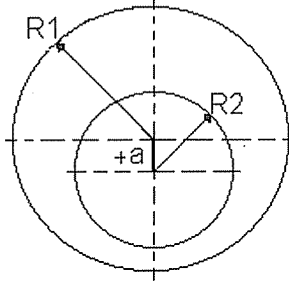
Gaz ve sıvının beraberçe akmalarından dolayı, gaz-sıvı akışları tek fazlı akışlardan çok daha karmaşıktır. Tek fazlı akış, yalnız laminer veya türbülanslı olarak sınıflandırıldıkları halde, gaz-sıvı akışında her faz için ayrı ayrı laminer veya türbülanslı olma durumu dikkate alınır [1].

İki fazlı akışta akış rejimleri; akış yönü, akışkanın özellikleri, boru çapı, basınç, kanal geometrisi, kütlelel debi, ısı akışı gibi birçok parametreye bağlıdır [2].

Bu çalışmada kullanılan konsantrik ve eksantrik kanal Şekil-1'de gösterilmiştir. Bu kanaldaki eksantrisite aşağıdaki gibi tanımlanır;

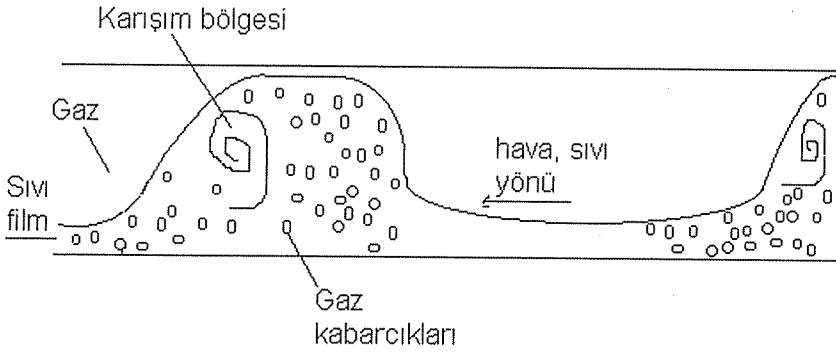
$$ecc = \frac{a}{(R_1 - R_2)} \quad (1)$$

Eksantrisite, ecc , -1 ile 1 arasında değişmektedir. Eğer eksantrisite, $ecc=0$ ise içteki boru konsantrik (eş merkezli) biçimde yerleştirilmiştir. Eğer $ecc=1$ ise içteki boru test borusunun dibine temas ediyor demektir. Eğer $ecc=-0.5$ ise içteki boru test borusunun merkezinden test borusu yarıçapının yarısı kadar yükseklikte demektir. Eğer $ecc=-1$ ise içteki boru test borusunun üstüne temas ediyor demektir [3].



Şekil 1. Kanalın önden görünüşü

Heyelanlı akış Şekil-2'de şematik olarak gösterilmiştir. Burada sıvı tüm boruyu kaplayabilmektedir. Tepe şeklindeki sıvı akışında hava kabarcıkları bulunabilmektedir. Heyelanlı akışın şekli su ve havanın debisine göre değişmektedir. Su debisi sabit tutulup hava debisi kontrollü olarak azaltılınca; sıvı filmin inceliş, gaz kısmının küçüldüğü bunlara paralel olarak heyelanlı akış boyu, akış frekansı ve sıvı içindeki kabarcıkların azaldığı belirlenmiştir. Bu çalışmada heyelanlı akış türü incelenmiştir. Heyelanlı akış türü İngilizce "slug flow" un karşılığı olarak kullanılmıştır.



Şekil 2. Heyelanlı akış

2. DENEY DÜZENEGİ

Düzenek Şekil-3'de görüldüğü gibi hidrolik akışkan olan su ve beraberindeki diğer ikinci akışkan olan havayı, bir pompa vasıtasıyla sürekli sirküle eden bir devreyi kapsamaktadır.

Sistemde dolaşan akışkanın debisi 5 nolu vana ile kontrol altında tutulmaktadır. Sistemden pompaya dönen akışkan debisi 26 nolu bypass vanası ile tekrar depoya iletilmektedir. Böylece suyun depodan taşması önlenmektedir.

Sistemde su ve havanın debisini ölçmek üzere 6 ve 10 nolu iki farklı rotometre kullanılmıştır. 27 nolu hava basınç regülatörü ile de sisteme gönderilen hava basıncı ayarlanmaktadır. Kompresör, açma-kapama valfi, termometre, basınç regülatörü, manometre, hava rotometresi ve kontrol vanasından oluşan hava sağlama sisteminde kompresör hacmi 150 m^3 olup 8-12 bar arasındaki basınç değerleri arasında çalışmaktadır. Minimum ve maksimum debisi sırasıyla 1 ve $8 \text{ m}^3/\text{h}$ dir.

Su depolama tankı, su debisi kontrol vanası, su rotometresi, hava-su ayrılma tankı, filtre, pompa, su dönüş hattı ve su taşıma hattından oluşan su sağlama sisteminde su düzeneğe 6 m yükseklikten 53 mm çapındaki galvanizli borular vasıtasıyla, 0.3 m^3 hacmindeki 1 nolu su depolama tankından sağlanmaktadır. 6 nolu rotometrenin minimum ve maksimum debisi sırasıyla 0.2 ve $1.6 \text{ m}^3/\text{h}$ dir.

Hava-gaz karışımı 14 nolu test borusundan çıkarak atmosfere açık 24 nolu ayrıştırma tankına dökülür. Buradan su 0.25 m^3 hacmindeki 23 nolu su emme tankına geçerken hava da atmosfere gider. Su buradan da basınç farkı ve debisi sırasıyla 20 mSS ve $14 \text{ m}^3/\text{h}$ olan pompa vasıtasıyla tekrar 1 nolu tanka gönderilir.

Sistemde kullanılan 16 ve 17 nolu basınç çeviricilerinin kullanım mesafesi 0 ve 1 Psi (0 ve 6895 Pascal) olup, basınç farkı ΔP ise 14 nolu test borusuna bağlı 15 nolu basınç prizleri vasıtasıyla ölçülmektedir.

3. DENEYSEL SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada ilk olarak akış rejimleri boş dairesel boruda gözlemlenmiştir. Bu gözlemleri takiben ikinci kısımda da 40 mm çapındaki deney borusunun içerisine 25

mm çapında ikinci bir borunun yerleştirilerek eksantrisitesi (konsantrik, eksantrik-alt, eksantrik-üstorta, eksantrik-üst) değiştirilmek suretiyle akış rejimlerinde meydana gelen değişiklikler gözlemlenmiştir. Sonuçlar Baker [4] ve Weisman'ın [5] akış diyagramlarıyla karşılaştırılmıştır.

Bu diyagramlarda belirtilen hızlar;

$$u_L = \frac{\dot{M}_L}{A\rho_L} \quad (2)$$

$$u_G = \frac{\dot{M}_G}{A\rho_G} \quad (3)$$

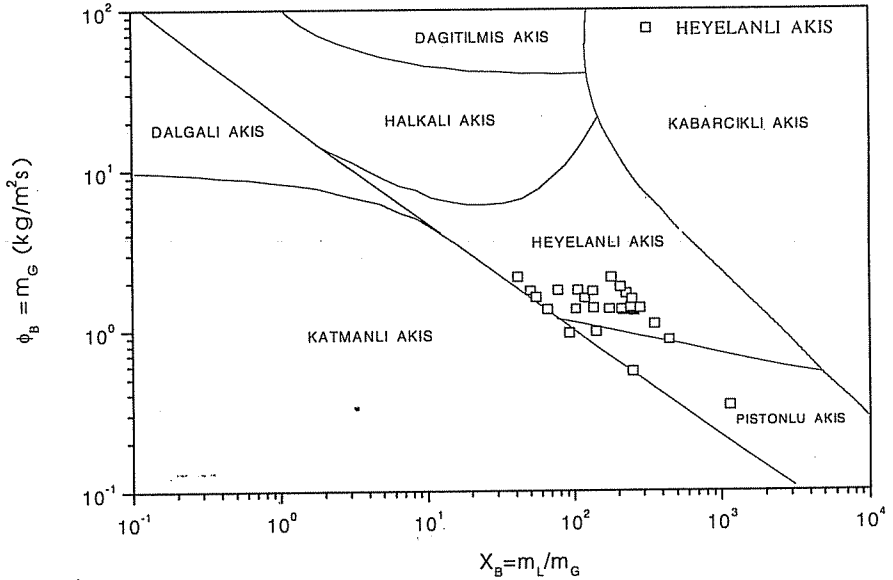
şeklinde tarif edilmiştir. Burada ρ_L ve ρ_G sıvı ve gazın yoğunluğudur. \dot{m}_L ve \dot{m}_G de

$$\dot{m}_G = \frac{\dot{M}_G}{A} \quad (4)$$

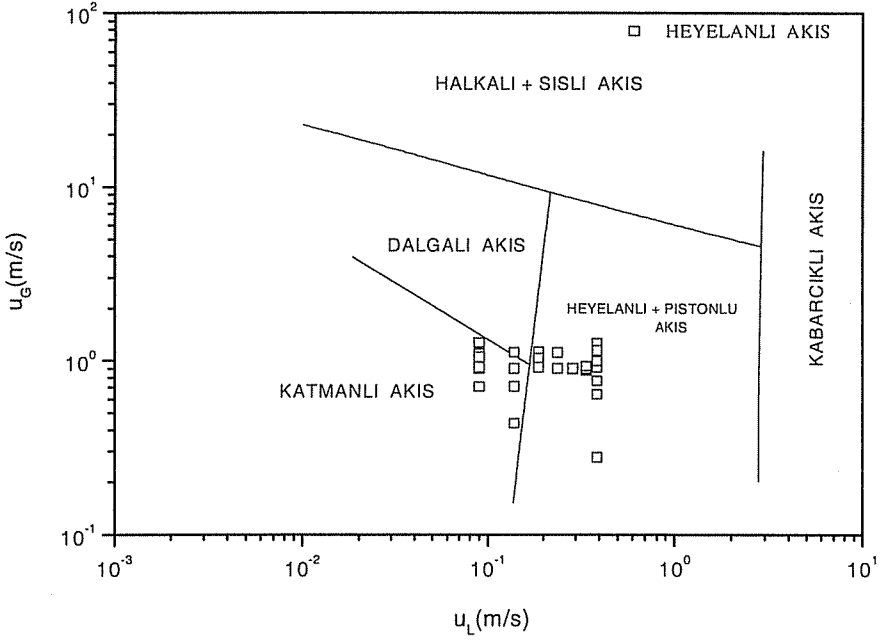
$$\dot{m}_L = \frac{\dot{M}_L}{A} \quad (5)$$

olarak tarif edilmiştir. \dot{M}_L ve \dot{M}_G sıvı ve gazın kütle debileri, A da gaz ve sıvının aktıkları kanal kesit alanıdır.

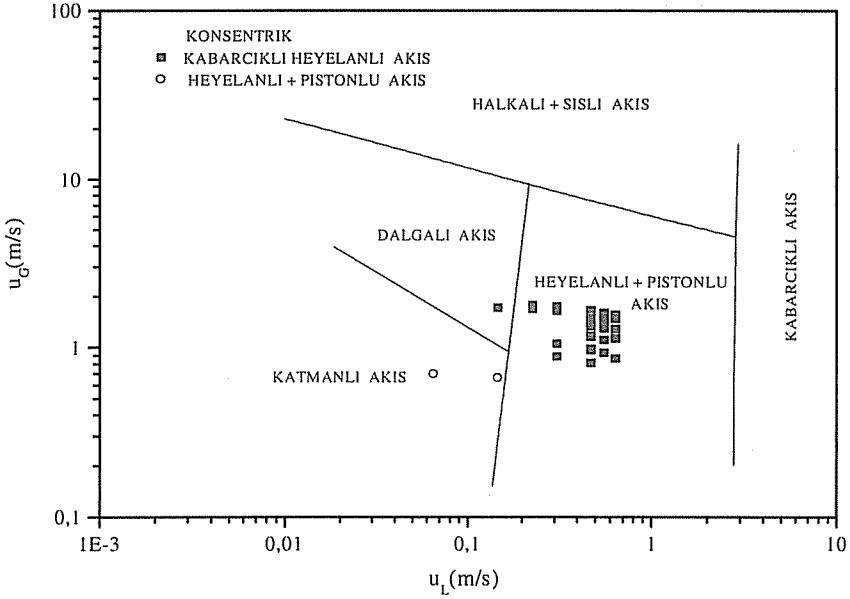
Boş dairesel tüpe gözlemlenen akış rejimleri Şekil-4,5'den görüldüğü gibi Baker'in [4] akış modeli haritasındaki akış tahminleriyle uyum içinde oldukları görülmektedir. Baker'in [4] akış tahminlerinin Weisman'e [5] göre daha iyi olduğu şekillerden anlaşılmaktadır.



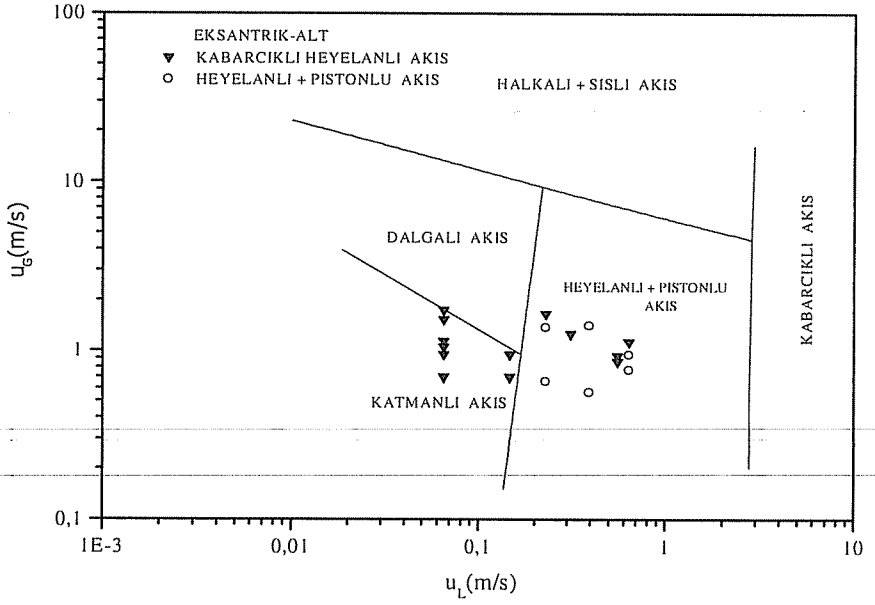
Şekil 4. Baker akış modeli haritasında heyelanlı akış gözlemleri



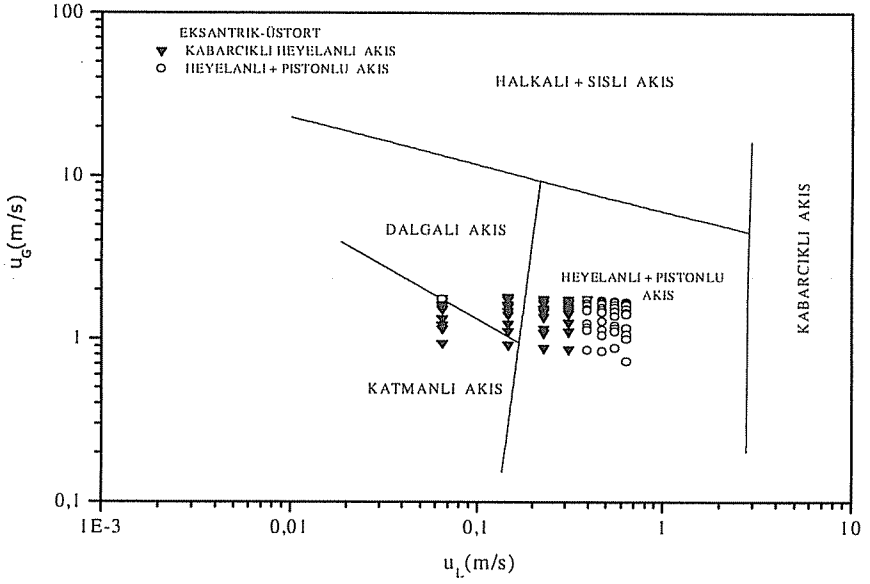
Şekil 5. Weisman akış modeli haritasında heyelanlı akış gözlemleri



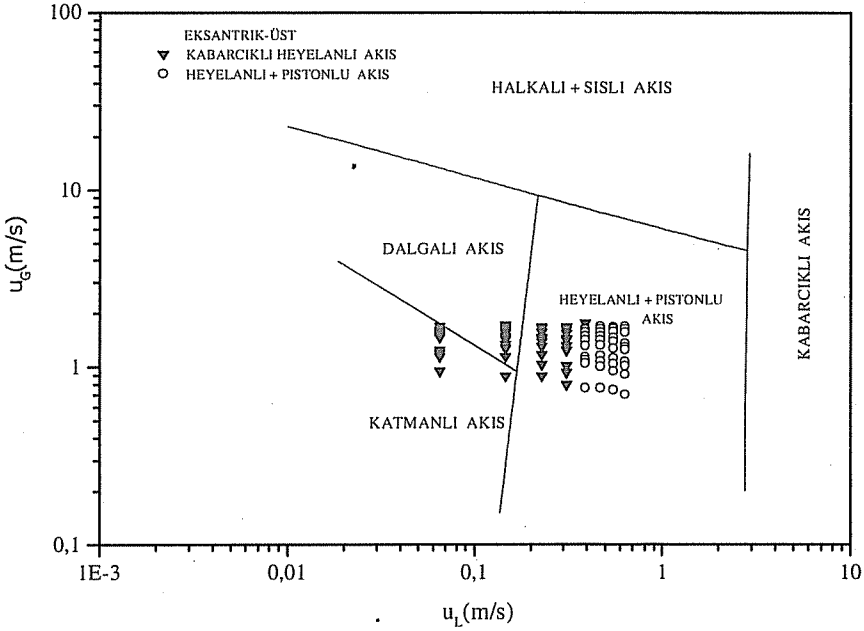
Şekil 6. Weisman'ın haritasında konsantrik deneylerde gözlemlenen akış modelleri



Şekil 7. Weisman'ın haritasında eksantrik-alt deneylerde gözlemlenen akış modelleri



Şekil 8. Weisman'ın haritasında eksantrik-üstorta deneylerde gözlemlenen akış modelleri



Şekil 9. Weisman'ın haritasında eksantrik-üst deneylerde gözlemlenen akış modelleri

İkinci kısımda yapılan deneylerle gözlemlenen akış rejimleri boş dairesel boruda gözlemlenen akış rejimlerinden tamamiyle farklıdır. Gözlemlenen akış rejimleri Weisman'ın [5] akış modeli diyagramında tartışılmıştır. Şekil- 6, 7, 8 ve 9'dan görüldüğü gibi eksantrisitenin (konsantrik, eksantrik-alt, eksantrik-üstorta, eksantrik-üst) değiştirilmesi suretiyle gözlemlenen akış rejimleri boş dairesel boruda gözlemlenen akış rejimlerinden daha yüksek sıvı hızlarında gözlemlenmiştir.

4. SONUÇ

Konsantrik ve eksantrik halkalı akıştaki iki fazlı akışta, heyelanlı akış karakteristikleri boş dairesel tüpdekinden tamamiyle farklıdır. Bunun sonucu olarak basınç kayıpları, akış rejimleri ve diğer parametreler iç içe iki boru arasındaki eksantrisitenin değiştirilmesine bağlı olarak farklılıklar göstermektedir.

5. SEMBOLLER

a	Eksantrisite uzunluğu
R_1	Dış boru yarıçapı
R_2	İç boru yarıçapı
u_G	Gaz hızı
u_L	Sıvı hızı
Φ_B	Değer koordinatı (y-ekseni)
X_B	Değer koordinatı (x-ekseni)

\dot{m}_G	Özgül gaz kütle debisi
\dot{m}_L	Özgül sıvı kütle debisi
\dot{M}_G	Gaz kütle debisi
\dot{M}_L	Sıvı kütle debisi
ρ_G	Gaz özgül ağırlığı
ρ_L	Sıvı özgül ağırlığı
A	Kanal kesit alanı

6. KAYNAKLAR

1. Yılmaz,T., “Gas-Liquid Flows and Heat Transfer”, Ç.Ü. Mühendislik Mimarlık Fakültesi, 2002.
2. Danışman,H., “Investigation of Gas Liquid Two Phase Flows in Horizontal Circular Pipes with Eccentrically Inserted Rods”, Çukurova University Institute of Natural and Applied Sciences, PhD Thesis, 2002.
3. Kop,S., “Investigation of Slug Flow in Tubes with Various Inserts”, Çukurova University Institute of Natural and Applied Sciences , MSc Thesis, 2002.
4. Baker,O., “Simultaneous Flow of Oil and Gas”, Oil Gas Journal, Vol. 53, 1954.
5. Weisman,J., Duncan,D., “Effects of Fluid Properties and Pipe Diameter on Two-Phase Flow Patterns in Horizontal Lines”, Int. J. Multiphase Flow, Vol. 5, 1979.

HAVLU KUMAŞLARDA PERFORMANS ÖZELLİKLERİNİ ETKİLEYEN PARAMETRELERİN İNCELENMESİ

Belkıs ZERVENT ve Erdem KOÇ

Ç.Ü., Tekstil Mühendisliği Bölümü, Adana/Türkiye

ÖZET : *Bu çalışmada havlu kumaşların hav yüksekliği, gramaj, yumuşatıcı türü, renklendirme şekli gibi bazı parametrelerinin mamulün performans özelliklerine (yumuşaklık, hidrofilite ve boyut değişimi) olan etkisini belirlemek amacıyla numune havlular ile deneysel bir çalışma yürütülmüştür. Elde edilen sonuçlar değerlendirilerek havluların fiziksel özellikleri ve üretim parametrelerinin havlu performansına olan etkisi belirlenmeye çalışılmıştır.*

AN INVESTIGATION ON THE PARAMETERS AFFECTING THE PERFORMANCE PROPERTIES OF THE TOWELS (TERRY CLOTHES)

ABSTRACT : *In this experimental study, it was aimed to investigate the relationship between the performance properties of towels (terry clothes) and its some properties such as pile highness, weight per square-meter, type of softener and dyeing process. For this purpose, the selected towel samples were tested and the results obtained were analysed.*

1. GİRİŞ

Havlular suyu kolaylıkla emebilen, genellikle kurulama amaçlı olarak kullanılan, ilmek ipliği boyalı ve/veya boyasız olabilen, bir veya iki yüzü ilmekli olarak çeşitli en ve boyalarda dokunan veya örülen, kenarı özel örgü tipi ile pekiştirilmiş mamuller olarak tanımlanabilmektedirler. Havlular standartlara uygun olarak gramajlarına göre; çok ağır, ağır, orta, hafif olarak, kullanıldıkları yere ve boyutlarına göre ise; el havluları, yüz havluları, banyo-plaj havluları ve hamam havlu takımı olarak sınıflandırılabilir (1).

Havlular kumaşlar ile bez kumaşların fiziksel özellikleri, sadece havlularda bulunan bazı özellikler dışında hemen hemen aynıdır. Havlularda, düz dokuma veya örme kumaşlardan farklı olarak bordür, hav yüksekliği, kısa hav mesafesi, hav sağlamlığı gibi kavramlar da tanımlanmaktadır.

Havlular kumaşların kullanım amacına uygun olarak sahip olmaları gereken; su emicilik, yumuşaklık ve boyut değişimi gibi birtakım özellikler mevcuttur. Kurulama amaçlı olarak kullanıldıkları için bir havluda bulunması gereken en önemli özellik hidrofilite başka bir ifadeyle su emiciliktir. Ayrıca cilde temas söz konusu olduğu için yumuşaklık derecelerinin yüksek olması ve hijyen açısından sık yıkanmaları nedeniyle yıkamadan sonraki boyut değişimi yüzdesinin düşük olması istenmektedir.

Bu çalışmada havlu kumaşların performans özelliklerini etkileyen parametrelerin belirlenmesi amacıyla değişik işletmelerden temin edilen farklı özelliklere sahip numunelerin öncelikle hav yüksekliği, gramaj, sıklık, iplik numarası gibi fiziksel özellikleri belirlenmiş, işletmelerden alınan bilgiler doğrultusunda yumuşatıcı türü, renklendirme şekli gibi üretim parametreleri tespit edilmiş, ardından hidrofilite, boyut değişimi ve yumuşaklık derecelerini tespit etmek amacıyla çeşitli testler uygulanmıştır. Elde edilen bu veriler birlikte değerlendirilerek havlu kumaşların fiziksel özellikleri ve üretim parametrelerinin performans özelliklerine olan etkisi belirlenmeye çalışılmıştır.

2. HAVLU KUMAŞLARIN PERFORMANS ÖZELLİKLERİNİN TESPİTİ

Havlular kumaşlarda kaliteyi belirleyen özelliklerden yumuşaklık, boyut değişimi ve hidrofilite derecelerinin tespit edilmesi amacıyla kullanılan yöntemlerden bazıları TSE tarafından standart hale getirilmiştir. Bu çalışmada numune olarak kullanılan havluların hidrofilite dereceleri TS 866, yumuşaklık dereceleri TS 1409, boyut değişimi yüzdesi ise TS 392 nolu standartlar esas alınarak belirlenmiştir.

2.1. Hidrofilite Derecesinin Tespiti

Çalışma kapsamında numunelerin hidrofilite derecelerini belirlemek amacıyla kullanılan Batma Testi TS 866 "Kasarlı Pamuklu Tekstil Mamullerinin Su Emme Özelliğinin Tayini" adlı standart esas alınarak uygulanmaktadır. Bu yöntemde kumaşlardan alınan 7,5x7,5 cm boyutlarındaki numuneler su dolu bir kaba bırakılmakta ve numunenin suyu emerek tamamen batmaya kadar geçen süre (batma süresi) tespit edilmektedir. Bu sürenin artması numunenin hidrofilite derecesinin düşmesi anlamına geldiğinden numunelerin mümkün olduğunca kısa sürede batması istenmektedir. TS 629'a göre hidrofil bir havlunun en fazla 100 sn'de suya batması gerekmektedir.

2.2. Yumuşaklık Derecesinin Tespiti

Numunelerin yumuşaklık derecelerini belirlemek için TS 1409'a göre uygulanan bu yöntemde "Değişmez Açılı Deney Düzenegi" kullanılmaktadır. Sistemin esası, yatay olarak sabitlenmiş belirli ebatlardaki numunenin kendi ağırlığıyla, belirli bir açrıya kadar yatay konumdan sapma gösterdiği uzunluğun (sarkma uzunluğunun) ölçülmesi ve bu değer kullanılarak formüller yardımıyla eğilme uzunluğu ve eğilme dayanımının hesaplanmasıdır. Eğilme dayanımı, numunenin eğilmeye karşı gösterdiği direnç olduğundan söz konusu değerın yüksek olması mamulün dökümlülüğünün ve buna bağılı olarak yumuşaklığının düşük olması anlamına gelmektedir.

2.3. Boyut Değişiminin Tespiti

Tekstil mamullerinin boyut değişimi miktarı TS 392 "Pamuklu Kumaşlarda Yıkamadan Sonraki Boyut Değişimi Tayini" adlı standart esas alınarak tespit edilmektedir. Bu standarda göre mamul üzerine atkı ve çözgü yönünde 3'er adet 50 cm uzunluğunda işaretlemeler yapılmakta ve bu şekilde hazırlanan deney numunesi standarda uygun olarak yıkanmaktadır. Yıkama işlemi sonrası kurutulanan numunenin üzerindeki işaretlemeler tekrar hassas olarak ölçülmekte ve meydana gelen boyutsal değişim yüzde olarak hesaplanmaktadır.

3. DENEYSEL ÇALIŞMA VE BULGULAR

Deneyisel çalışma kapsamında ilk olarak işletmelerden temin edilen 42 adet havlunun temel fiziksel özellikleri belirlenmiştir. Söz konusu havluların arasından numune olarak seçilen 28 adet havlunun hav yüksekliklerinin 38-78 cm aralığında, atkı sıklıklarının 15-22 tel/cm, çözgü sıklıklarının 23-29 tel/cm, gramajların 358-586 gr/m² aralıklarında değiştiği tespit edilmiştir. Tüm numunelerin zemin ipliklerinin çift kat, atkı ipliklerinin tek kat olduğu ve hav çözgü ipliklerinin ise 7 numune dışında tek kat olduğu görülmüştür. Ayrıca deneysel çalışma kapsamında incelenen numunelerin atkı ipliklerinin 33-49 Tex, zemin çözgü ipliklerinin 23-29 Tex, hav çözgü ipliklerinin ise 27-36 Tex aralığında değiştiği tespit edilmiştir (2).

Ayrıca işletmelerden alınan bilgiler ve yapılan gözle muayeneler sonucu numunelerin bazı üretim parametreleri de belirlenmiştir. Numune olarak kullanılan 28 havlunun 1 adedi baskı yöntemiyle, 6 adedi ipliği boyalı olarak, 16 adedi topu boyalı olarak renklendirilmiş, geriye kalan numuneler ise optik beyazlatma işlemine tabi tutulmuştur. Bunun yanısıra numunelerin 2 adedinin anyonik, 1 adedinin noniyonik, 2 adedinin katyonik yumuşatıcı ile geri kalan 23 numunenin ise silikon yumuşatıcı ile muamele edildiği tespit edilmiştir (2).

Fiziksel özelliklerin ve üretim parametrelerinin yanısıra TS 1409, TS 392 ve TS 866 nolu standartlar esas alınarak tüm havluların eğilme dayanımları (yumuşaklık dereceleri), boyut değişimi yüzdeleri ve batma süreleri (hidrofilite dereceleri) de belirlenmiştir.

Bu çalışmada, seçilmiş numunelerin eğilme dayanımı, batma süresi ve boyut değişimi değerlerinin söz konusu havluların gramaj ve hav yüksekliklerinin değişmesi halinde göstereceği davranış ile çeşitli üretim parametrelerinden (renklendirme yöntemi, yumuşatıcı türü vb) etkileniş şekli irdelenmiştir. Bu amaçla söz konusu parametrelerin etkisiyle performans özelliklerinde meydana gelecek sapmanın miktarını belirlemek

amacıyla numuneler için beklenen/olması gereken batma süresi ve eğilme dayanımı değerleri hesaplanmıştır.

3.1. Yumuşaklık Derecesini Etkileyen Parametrelerin İncelenmesi

Yumuşaklık derecesini etkileyen faktörlerin çok fazla olması nedeniyle beklenen eğilme dayanımı değerlerinin belirlenmesinde teorik bir modelleme yapılamamış ve denklem oluşturulamamıştır. Temel olarak silikon yumuşatıcı ile işlem görmüş, topu boyalı olarak renklendirilmiş ve bukle olarak üretilmiş numunelerin eğilme dayanımları esas alınmıştır. Başka bir ifadeyle bu özellikleri taşıyan numunelerin, ölçülen eğilme dayanımı değerlerinin beklenene çok yakın (yaklaşık olarak eşit) olduğu kabul edilmektedir.

Esas alınan numunelerin gramaj veya hav yüksekliği değerleri ile eğilme dayanımları arasında bir oran belirlenip, sayılan özelliklerin tümünü taşımayan numunelerin gramaj veya hav yüksekliklerine karşılık gelen tahmini/olması beklenen eğilme dayanımı değerleri, bu oran kullanılmak suretiyle belirlenmiştir. Grafiklerde beklenen değerlerin değişimi kesikli çizgiyle, ölçülen değerlerin dağılımı ise aynı renk sürekli çizgiyle gösterilmektedir.

TS 1409 esas alınarak yapılan testler sonucu eğilme dayanımı en yüksek (en sert) havlunun 401.66 mg cm ile 40 nolu numune, en düşük havlunun (en yumuşak) ise 120.07 mg cm'lik dayanımla 14 nolu numune olduğu tespit edilmiştir.

3.1.1 Eğilme Dayanımı-Hav Yüksekliği-Gramaj Değişimi

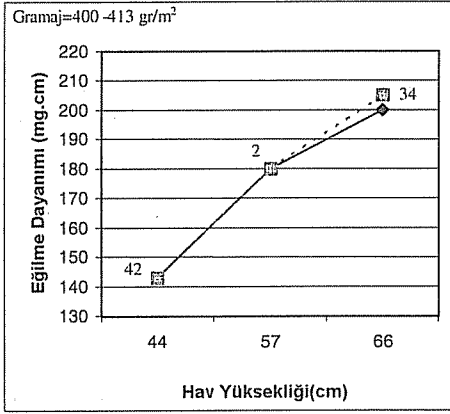
Numunelerin eğilme dayanımı değerleri ile hav yükseklikleri ve gramajları arasındaki değişim Şekil 1'de verilmektedir. Şekil 1 (a), (b) ve (c)'deki grafiklerin oluşturulmasında hav yüksekliği dışındaki tüm fiziksel özellikleri (sıklık, iplik numarası, iplik katı vb) birbirine çok yakın olan numuneler seçilmiş ve sadece hav yüksekliğinin değişmesi halinde eğilme dayanımının göstereceği davranış belirlenmiştir. Diğer grafiklerde ise gramaj dışındaki tüm fiziksel özellikleri birbirine çok yakın olan numuneler seçilerek gramajın dayanıma etkisi görülmeye çalışılmıştır.

Genel olarak hav yüksekliği arttıkça eğilme dayanımında da artış meydana gelmektedir. Benzer davranış gramajın artması halinde de görülmektedir. Ancak bazı numunelerin dayanımları, kesikli çizgi ile ifade edilen beklenen eğilme dayanımı değerlerinin üstünde veya altında kalarak sapma göstermiştir.

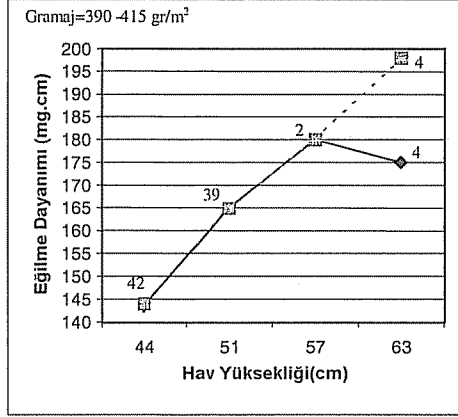
Şekil 1 (a)'da gramajı 400-413 gr aralığında olan hav yükseklikleri farklı 3 numunenin eğilme dayanımı-hav yüksekliği değişimi verilmektedir. Bu numunelerden sadece 34 nolu havlu referans alınan özelliklerin dışında kadife olarak üretilmiş olup beklenenin altında bir dayanıma sahip olmuştur. Bu durumun numunenin kadife olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Şekil 1 (b)'de ise 4 nolu numunenin genel davranıştan sapma göstererek beklenenin altında bir eğilme dayanımına sahip olduğu görülmekte olup bu durumun katyonik yumuşatıcı ile işlem görmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Şekil 1 (c)'de değerlendirilen 6 nolu numune anyonik yumuşatıcı, 25 nolu numune ipliği boyalı olarak üretilmiştir. Bu numunelerin batma sürelerinin beklenenin üstünde gerçekleştiği, bunun muhtemel nedeninin havluların üretim parametrelerindeki farklılık olduğu sanılmaktadır.

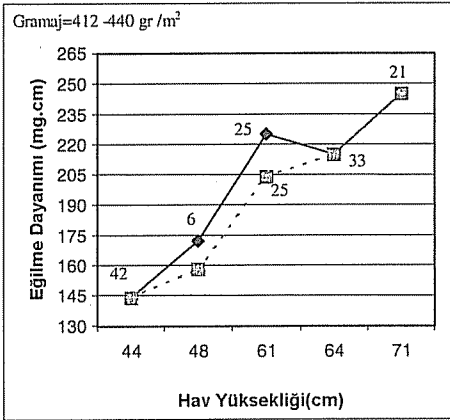
HAVLU KUMAŞLARDA PERFORMANS ÖZELLİKLERİNİ
ETKİLEYEN PARAMETRELERİN İNCELENMESİ



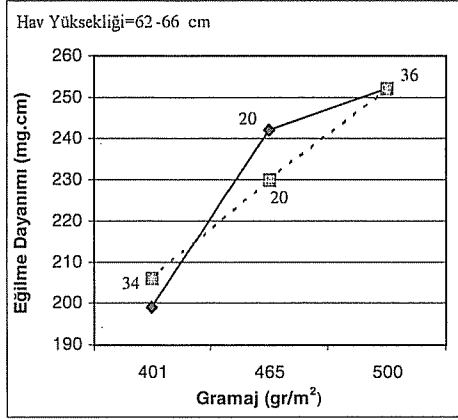
(a)



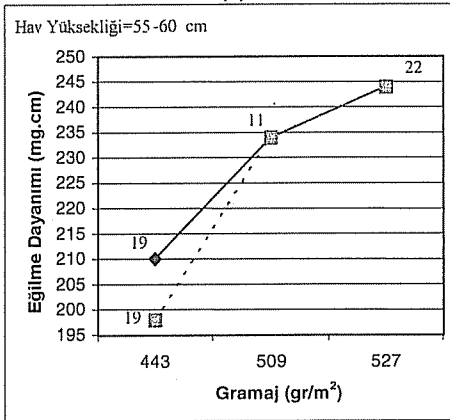
(b)



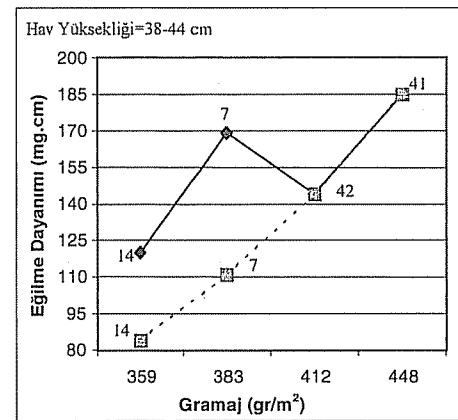
(c)



(d)



(e)



(f)

Şekil 1. Eğilme Dayanımı-Hav Yüksekliği ve Eğilme Dayanımı-Gramaj Değişimi

Hav yükseklikleri birbirine çok yakın olan numunelerin gramaj-eğilme dayanımı değişimi Şekil 1 (d)'de verilmektedir. Bu grafikte 34 nolu numune için Şekil 1 (a)'da hesaplanmış olan beklenen eğilme dayanımı değeri kullanılmıştır. 34 nolu numunenin eğilme dayanımının beklenenin altında çıkmasının nedeninin diğerlerinden farklı olarak kadife olması, 20 nolu numunenin dayanımının olması gerekenin üstünde çıkmasının nedeninin ise ipliği boyalı olarak üretilmesi olduğu sanılmaktadır.

Diğer numunelerden farklı olarak hem ipliği boyalı hem de kadife olarak üretilmiş olan 19 nolu numunenin değerlendirildiği Şekil 1(e)'de görüldüğü gibi numunenin eğilme dayanımı beklenenin üstünde gerçekleşmiş olup, buna bağlı olarak havlunun renklendirme metodunun ipliği boyalı olmasının yumuşaklık derecesine etkisinin, kadife olma durumuna oranla daha fazla olduğu söylenebilmektedir.

Şekil 1 (f)'de ise 7 ve 14 nolu numuneler beklenenin üstünde bir dayanım göstermiş olup her iki numunenin de bu davranışının üretimlerinde kullanılan yumuşatıcıdan kaynaklandığı düşünülmektedir. Şekilden bu numunelerin anyonik yumuşatıcı yerine silikonla işlem görmesi halinde daha yumuşak bir tuşeye sahip olacakları görülmektedir.

3.2. Hidrofiliteyi Etkileyen Parametrelerin İncelenmesi

Numunelere uygulanan batma testi sonucu elde edilen batma süreleri değerlendirildiğinde numune olarak seçilen 28 havlu arasında en yüksek hidrofilite derecesi (en düşük batma süresi) 2 sn ile 21 nolu numuneye ait iken, en yüksek batma süresine sahip havlunun 6 nolu numune (500 sn) olduğu tespit edilmiştir.

Çalışma kapsamında, numunelerin gramaj ve hav yüksekliği ile çeşitli üretim parametrelerinin hidrofiliteye olan etkisi irdelenmiştir. Bunun için dağılımda sapmalara neden olan numuneler için tahmini/olması beklenen batma süreleri, eğilme dayanımına benzer şekilde belirlenmiş ve grafiklerde kesikli çizgiyle gösterilmişlerdir.

3.2.1. Hidrofilite - Hav Yüksekliği - Gramaj Değişimi

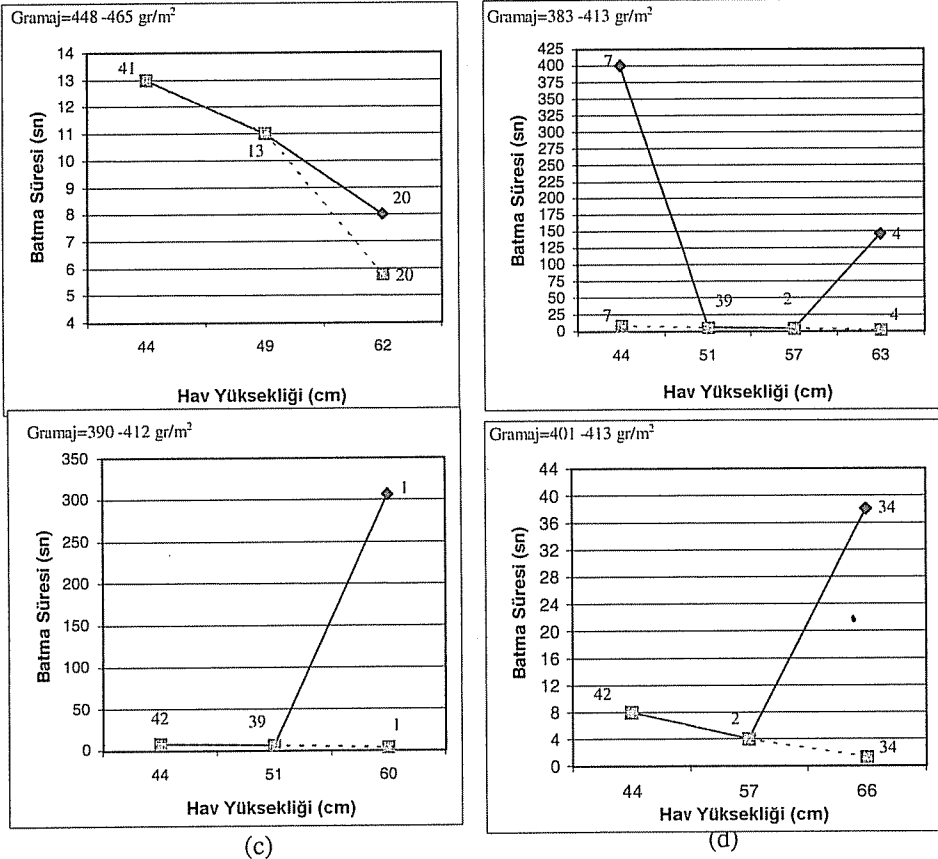
İncelenen numunelerin batma süreleri ile hav yüksekliği ve gramajları arasındaki değişim Şekil 2'de verilmektedir. Grafiklerin oluşturulmasında hav yüksekliği dışındaki tüm fiziksel özellikleri (sıklık, gramaj, iplik numarası gibi) birbirine çok yakın olan numuneler seçilerek sadece hav yüksekliğinin değişmesi halinde batma sürelerinin göstereceği davranış tespit edilmiştir.

Şekil 2'de görüldüğü gibi genel olarak hav yüksekliğinin artması halinde batma süresi azalmakta ve buna bağlı olarak hidrofilite derecesi (havlunun su emme yeteneği) yükselmektedir. Ayrıca elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde havlu gramajı ile hidrofilite derecesi arasında izah edilebilir sistematik bir ilişki tespit edilememiştir.

Şekil 2 (a)'da irdelenen 20 nolu numunenin genel davranıştan sapma gösterdiği ve beklenenden yüksek bir sürede battığı görülmektedir. Özellikleri irdelendiğinde diğerlerinden farklı olarak ipliği boyalı olduğu anlaşılmakta ve söz konusu sapmanın bu özelliklerden ileri geldiği düşünülmektedir.

7 nolu numunenin (noniyonik yumuşatıcılı) ve 4 nolu numunenin (kasyonik yumuşatıcılı) batma sürelerinin beklenen değerlerin üstünde gerçekleşmesinin kullanılan yumuşatıcılardan kaynaklandığı düşünülmektedir (Şekil 2 (b)). Benzer durum Şekil 2 (c)'de görülen 1 nolu numune için geçerlidir. Bu numune aynı grafikte değerlendirilen diğer havlulardan farklı olarak baskı yöntemiyle renklendirilmiştir. Bu

şartlarda 306 sn'de batan numunenin topu boyalı olarak renklendirilmesi halinde batma süresinin belirgin bir şekilde düşeceği ve 2 sn'de batacağı şekilden görülmektedir. 34 nolu numunenin beklenenin çok üstünde batma süresine sahip olduğu Şekil 2 (d)'de görülmekte olup bu numunenin özellikleri irdelendiğinde kadife olduğu ve sapmanın bu özellikten kaynaklanabileceği anlaşılmaktadır.



Şekil 2. Batma Süresi-Hav Yüksekliği Değişimi

3.2.2. Yıkama İşleminin Hidrofiliteye Etkisi

Bu çalışmada, havlularda yıkamadan sonraki boyut değişimini miktarının belirlenmesi amacıyla TS 392'ye göre uygulanan yıkama işleminin, mamulün batma süresine olan etkisi de belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla, yıkanmış olan havlulara TS 629'a göre batma testi uygulanmış ve yıkamadan sonraki hidrofilite dereceleri belirlenmiştir. Yapılan bu işlem ile elde edilen yıkamadan sonraki batma süreleri Çizelge 1'de verilmektedir. Çizelgeden tüm numunelerin batma sürelerinin yıkama sonrası belirgin bir şekilde düştüğü görülmektedir. Yıkama öncesi batma süreleri çok yüksek olan tüm

havluların yıkama işleminden sonra batma sürelerinin 30 sn'nin altına düştüğü görülmektedir. Bu durumda yıkanmadan önce kumaşın batma süresinin yüksek çıkmasına neden olan renklendirme şekli ve yumuşatıcı türü gibi parametrelerin yıkama işlemiyle etki derecelerinde düşüş olduğu söylenebilmektedir.

Çizelge 1. Yıkama Öncesi ve Sonrası Batma Süreleri

Numune No	Yıkamadan Önceki Batma Süresi (Sn)	Yıkamadan Sonraki Batma Süresi (Sn)	Numune No	Yıkamadan Önceki Batma Süresi (Sn)	Yıkamadan Sonraki Batma Süresi (Sn)
1	306	7	23	9	2
2	4	3	24	4	2
3	16	3	25	7	2
4	146	11	26	8	2
8	16	3	27	25	25
9	*	17	28	10	2
10	*	6	29	*	3
11	32	3	30	*	16
12	159	2	31	73	3
13	11	3	32	3	4
15	22	3	33	3	3
16	14	3	34	38	4
17	66	4	35	*	14
18	7	3	36	44	4
19	29	3	37	14	3
21	2	3	38	27	3
22	13	3	39	6	3

*: Söz konusu numunelerin batma süreleri 500 sn. den yüksek çıkmıştır.

3.3. Boyut Değişimini Etkileyen Parametrelerin İncelenmesi

Havlulardaki boyut değişimi miktarı ile hav yüksekliği ve gramaj gibi temel fiziksel özelliklerin arasındaki ilişkinin belirlenebilmesi amacıyla, incelenen numune havlular TS 392 nolu standarda uygun olarak yıkanmış ve hem atkı hem de çözümlü yönündeki boyut değişimi %'leri hesaplanmıştır. Elde edilen değerlere göre, numune olarak seçilen havluların 2 adedinin hem atkı hem de çözümlü yönündeki boyut değişimi değerleri, 7 numunenin ise atkı veya çözümlü yönündeki çekme miktarları kabul edilebilir limitlerin üstünde çıkmıştır. Söz konusu limitler atkı yönünde %2, çözümlü yönünde %4 civarındadır.

3.3.1. Boyut Değişimi-Hav Yüksekliği-Gramaj Değişimi

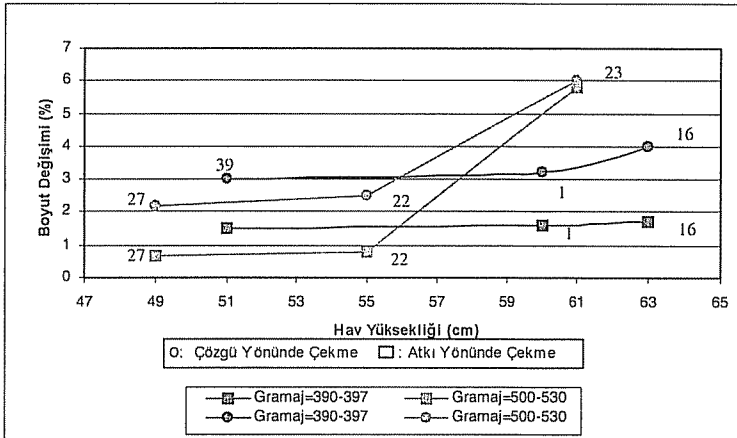
Yıkama işlemi sonucu havlularda meydana gelen atkı ve çözümlü yönündeki boyut değişimi miktarının hav yüksekliğinin ve gramajın değişmesi halinde gösterdiği davranış Şekil 3'de verilmektedir. Şekil 3 (a) ve (b)'deki grafiklerde her renk ayrı gramaj aralığındaki numune gruplarının hav yüksekliği-boyut değişimi ilişkisini göstermekte olup hem atkı hem de çözümlü yönündeki çekme değerleri şekilden okunabilmektedir. Söz konusu grafiklerin oluşturulmasında hav yüksekliği dışında tüm fiziksel özellikleri birbirine yakın olan numunelerin seçilmesine özen gösterilmiştir.

Diğer grafiklerde ise her renk ayrı hav yüksekliği aralığındaki numune gruplarının gramaj-boyut değişimi ilişkisini göstermektedir.

Genel olarak hav yüksekliği arttıkça boyut değişiminin atkı ve çözgü yönünde artış gösterdiği ve numunelerin büyük bir kısmında çözgü yönündeki çekmenin daha yüksek olduğu şekilde görülebilmektedir. Ayrıca benzer şekilde gramaj arttıkça sabit hav yüksekliği değerinde boyut değişimi yüzdesinin hem atkı hem de çözgü yönünde azaldığı da şekilden görülmektedir.

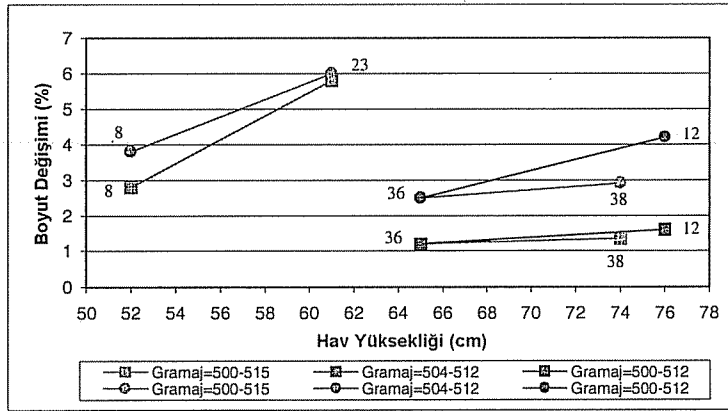
Şekil 3 (a)'da gramajları aynı aralıkta değişen ancak hav yükseklikleri farklı numune gruplarına ait hav yüksekliği-boyut değişimi ilişkisi verilmektedir. 39-1 ve 27-22 nolu numune çiftlerinin atkı ve çözgü yönündeki çekme miktarları ile hav yükseklikleri arasındaki değişimi gösteren doğruların eğiminin birbirine yakın olduğu, ancak 22 ve 23 nolu numunelere ait doğruların ise farklı bir eğime sahip oldukları görülmektedir. Bu durumun 23 nolu numunenin ipliği boyalı olarak üretilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. 1 ve 16 nolu numune çiftine ait doğruların eğimin küçük bir sapma gösterdiği ancak 22-23 nolu numunelere göre ihmal edilebilir düzeyde olduğu görülmektedir.

8-23, 36-12 ve 36-38 nolu numune çiftlerine ait hav yüksekliği-boyut değişimi davranışı Şekil 3 (b)'de verilmekte olup, grafikteki iki seriyi oluşturan numunelerin gramajları ve hav yüksekliklerinin aynı aralıkta değişmesine rağmen bu numunelere ait çözgü yönündeki boyut değişimi-hav yüksekliği değişimini gösteren doğruların üstüste çakışmadığı görülmektedir. 38 ve 12 nolu numunelerin özellikleri irdelendiğinde 12 nolu numunenin ipliği boyalı ve katyonik yumuşatıcı olarak üretildiği, çekme miktarının muhtemelen kullanılan yumuşatıcı nedeniyle beklenenin üstünde olduğu ve eğimde sapma meydana geldiği düşünülmektedir.

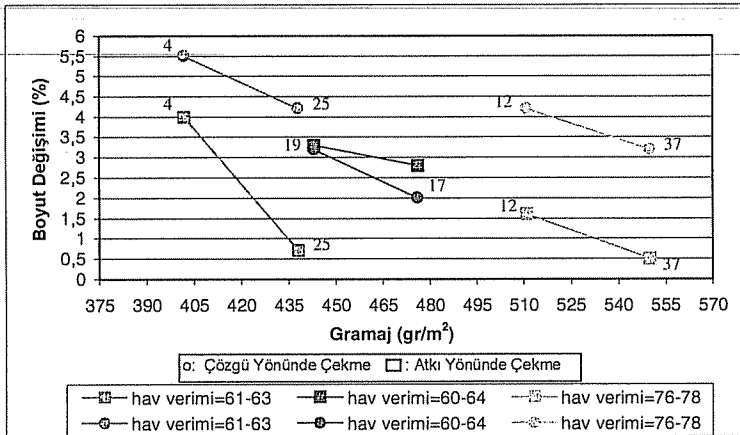


(a)

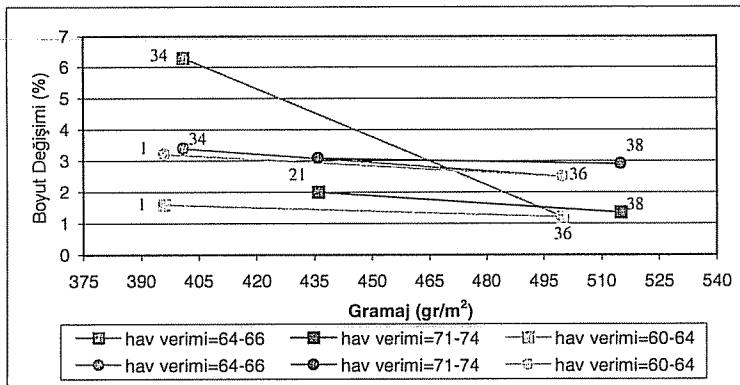
Şekil 3. Boyut Değişimi-Hav Yüksekliği ve Boyut Değişimi-Gramaj İlişkisi



(b)



(c)



(d)

Şekil 3'ün devamı. Boyut Değişimi-Hav Yüksekliği ve Boyut Değişimi-Gramaj İlişkisi

Şekil 3 (c)'de incelenen 17 ve 19 nolu kadife numuneler dışındaki havluların çözgü yönündeki çekme yüzdelерinin atkı yönündeki çekme miktarlarından yüksek olduğu görülmektedir. 4-25 nolu numune çiftine ait doğrular paralel olmayıp farklı eğimlere sahip oldukları görülmekte ve bunun 4 nolu numunenin katyonik yumuşatıcı ile işlem görmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Şekil 2 (d)'de ise Şekil 3 (c)'ye benzer bir davranış gözlenmiş, sadece diğer grafiklerde olduğu gibi 34 nolu kadife numunenin atkı yönündeki çekmesi çözgü yönünden yüksek çıkmıştır.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Numune olarak kullanılan havluların performans özelliklerini belirlemek amacıyla uygulanan testlerin sonuçları ile numunelerin fiziksel özellikleri ve üretim parametrelerinin birlikte değerlendirilmesiyle ulaşılan sonuçlar ve bu sonuçların genel değerlendirmesi aşağıda her performans özelliği için ayrı ayrı verilmiştir.

a) Yumuşaklık (Eğilme Dayanımı)

1. Genel olarak hav yüksekliğinin artması halinde eğilme dayanımı değerlerinin de artış eğiliminde olduğu belirlenmiştir. Gramajın artması halinde de eğilme dayanımında benzer bir davranış tespit edilmiştir.

2. İstenilen yumuşaklığı sağlamak amacıyla kullanılan yumuşatıcı maddenin türünün eğilme dayanımına etkisinin yüksek olduğu belirlenmiştir. En düşük yumuşatma etkisi noniyonik yumuşatıcılarla elde edilirken, katyonik yumuşatıcıların mamule kazandırdığı yumuşaklık derecesi en üst düzeydedir. Bunları silikon ve anyonik yumuşatıcılar izlemektedir.

3. Kadife havluların yumuşaklık derecesinin bukle olanlara oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bunun kadife üretiminde, havluları oluşturan kapalı ilmeklerin kesilerek açık uçlu hale getirilmesinden ve kesim işlemi ile kadife yapılan tarafın hav yüksekliğinde düşüş meydana gelmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

4. İpliği boyalı havluların eğilme dayanımının genellikle aynı fiziksel özelliklere sahip topu boyalı havlulara oranla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bunun, ipliği boyalı havluların doku oluşturma işleminden sonraki üretim prosesinin daha kısa, buna bağlı olarak ipliklerde meydana gelebilecek aşınmanın daha az olmasından ileri geldiği sanılmaktadır.

5. Yapılan değerlendirmeyle yumuşatıcı türünün eğilme dayanımına etkisinin renklendirme yöntemine göre daha fazla olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca renklendirme yönteminin de havlunun kadife olma durumuna oranla etkisinin daha yüksek olduğu görülmektedir.

b) Hidrofilite (Batma Süresi)

1. Genel olarak hav yüksekliğinin artması halinde havlunun suya batma süresinin azaldığı, su emme yeteneğinin yükseldiği tespit edilmiştir. Gramaj ile havluların hidrofilite dereceleri arasında ise izah edilebilir sistematik bir ilişki tespit edilememiştir.

2. Yumuşatıcı maddelerin, mamulün hidrofilitesine de etkisinin büyük olduğu görülmektedir. En yüksek hidrofilite derecesi (en düşük batma süresi) silikon yumuşatıcı ile muamele edilmiş havlularda görülmüştür. Bu yumuşatıcı dışındaki yumuşatıcı maddelerin hidrofiliteyi belirgin ölçüde düşürdüğü tespit edilmiştir.

3. Baskılı havluların hidrofiliteleri, baskı ile renklendirilmiş bölgelerde yüzeyi kaplayan film tabakası nedeniyle düşük olmakta ve buna bağlı olarak batma süresi

yüksek bir değer almaktadır. Ayrıca ipliği boyalı havluların hidrofilitelerinin topu boyalı olanlara göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

4. Kadife havluların batma sürelerinin bukle olanlara oranla daha yüksek çıktığı belirlenmiştir. Bunun nedeni; kadife işlemi esnasında bukle şeklindeki havluların uçları kesildiği için hav yüksekliğinin düşmesi, kesilen uçların açılarak havlu yüzeyini kaplaması ve böylece suyla temas eden yüzeyin azalarak emiciliğin düşmesidir.

5. Ev tipi yıkama işlemi sonrası batma sürelerinde görülür bir azalma gerçekleşmiş, başka bir ifadeyle tüm havluların yıkama sonrası hidrofilleştiği tespit edilmiştir.

c) Boyut Değişimi (Çekme)

1. Yıkama işlemi sonucu havlularda meydana gelen atkı ve çözgü yönündeki boyut değişiminin genellikle çekme olarak gerçekleştiği belirlenmiştir. Kadife havlular dışında tüm numunelerin çözgü yönündeki çekme miktarının atkı yönüne oranla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Kadifelerde ise bunun tersi bir durum söz konusudur.

2. Genel olarak hav yükseklikleri arttıkça boyut değişimi miktarının da arttığı gözlenmiştir. Gramajın artması halinde ise sabit hav yüksekliğinde atkı ve çözgü yönündeki çekme miktarının azaldığı tespit edilmiştir.

3. Katyonik yumuşatıcılar ile işlem görmüş olan havlularda boyut değişimi miktarı diğerlerine oranla yüksek olmuştur. Bu durumun söz konusu maddelerin yıkama işlemiyle materyalden uzaklaşması sonucu havlunun hidrofilitelerinin artmasından ve buna bağlı olarak meydana gelen boyut değişiminin yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

5. KAYNAKLAR

1. TS 629, "Havlular ve Havlu Kumaşlar", Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1991.
2. Zervent, B., "Havlu Üretimi ve Ürün Kalitesine Etki Eden Parametrelerin İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana, 2002.
3. TS 1409, "Dokunmuş Tekstil Mamullerinin Eğilme Dayanımı Tayini", Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1974.
4. TS 866, "Kasarlı Pamuklu Tekstil Mamullerinin Su Emme Özelliğinin Tayini", Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1985.
5. TS 392, "Pamuklu Kumaşlarda Yıkamadan Sonraki Boyut Değişmesinin Tayini", Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1973.
6. Çoban, S., Cireli, A., "Tutumun Sayısal Olarak Değerlendirilmesi", Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi, Sayı 3, 247 – 252, 1991.
7. Bozgeyik, K., "Havlularla İlgili Kalitatif Bir Araştırma", Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir, 1991.
8. Alpay, H.R., Anış, P., "Havlu Kumaşlarda Nem Çekmeye Etki Eden Strüktür Özelliklerinin Bilgisayarda Modellenmesi", Tekstil ve Teknik Dergisi, Sayı 4, 60-66, 1989.

BETONARME YAPILARDA DEPREM HASARLARININ BELİRLENMESİ VE GÜÇLENDİRME PROJESİ UYGULAMA ÖRNEĞİ

İbrahim Ö. DENEME ve Hüseyin R. YERLİ
Ç. Ü., İnşaat Mühendisliği Bölümü, Adana/Türkiye

ÖZET : Tüm yapılar yük etkisi ile şekil değiştirirler. Bu şekil değiştirmeler eğer yükler belli değerlerin altında ise elastiktir. Yükler büyük olduğu zaman özellikle deprem gibi durumlarda yapı rijitliğini ve dayanımını kaybeder ve hasarlar oluşur. Özellikle ülkemiz gibi aktif deprem bölgesi olan ülkelerde kurallara uygun olarak inşa edilmeyen betonarme yapılarda çeşitli sebeplerle deprem etkisi altında önemli hasarlar meydana gelmektedir. 17 Ağustos 1999 İzmit ve 12 Kasım 1999 Düzce depremlerinde oluşan hasarlar ve can kayıpları bunun en acı örnekleridir.

Bu çalışmada, İzmit depreminde hasar gören bir yapı için hasar tespiti yapılmış, yapı için mevcut beton dayanımı ve donatı durumları ile zemin özellikleri belirlenerek güçlendirme projesi hazırlanmış ve güçlendirme projesinin uygulanmasında karşılaşılan sorunlar ele alınmıştır. Güçlendirme çalışmasında yatay kuvvetlerin oluşturduğu deplasmanlarda "kolon mantolama + perdeleme" sistemi sayesinde yapı rijitliği artırılarak sınırlandırma yapılmıştır.

THE DETERMINATION OF EARTHQUAKE DAMAGES AT RC BUILDINGS AND AN APPLICATION OF STRENGTHENING PROJECT

ABSTRACT : All structures deform under loading. In case of service loads, structures behave elastically. If loads are abnormal or uncommon, especially earthquake loads, structures lose their strength and stiffness due to geometric and material nonlinearities. At the RC buildings in active seismic zone countries like our country, which was constructed unsuitable of rules, important damages occur with various reasons under earthquake effects. Damages and deaths, that have been occurred at 17 August 1999 İzmit and 12 November 1999 Düzce earthquakes, are the most sadly illustrations.

In this paper, for a damaged structure, damage determining was made, for that structure extant values of concrete resistance, steel conditions and soil properties are being defined, also the strengthening project was prepared and the difficulties of applying project had been mentioned. At the strengthening study the displacements, constituted owing to the horizontal forces, are being limited with increasing the structural stiffness by "over coated + shear wall" systems.

1. GİRİŞ

Deprem etkisi altındaki yapının davranışında, yapı ağırlığı, yapının taşıyıcı elemanlarının konumu, boyutları zemin özellikleri, yapı-zemin etkileşimi, gibi etkenlerin yanında yapının mimari tasarımı da önemli yer tutmaktadır. Betonarme taşıyıcı elemanlarda bu nedenlerden dolayı hasarlar oluşmaktadır. Bu hasarların etkilerinin ortadan kaldırılıp yapı güvenliğinin tekrar sağlanarak yapının hizmete geçirilebilmesi için onarım ve/veya güçlendirmesi gerekmektedir.

Güçlendirme uygulaması İzmit ilindeki bir yapı için yapılmıştır. Yapı bodrum ve 5 kattan ibaret olup her katta 3 daire olmak üzere toplam 15 dairedir.

Bu çalışmada, yapı için yerinde inceleme ve araştırmalar yapılarak hasar noktaları tespit edilip, oluşan hasarların nedenleri belirlenmiştir. Yapı için güçlendirme projesi hazırlanarak temel takviyesinden söz edilmiştir.

2. AMAÇ

Deprem yükleri etkisi altında betonarme yapıların taşıyıcı elemanlarında çeşitli şekillerde hasarlar oluşmaktadır. Yapı güvenliğinin yeniden sağlanması için tüm sistemin ve hasar görmüş elemanların onarılması ve/veya güçlendirilmesi gerekmektedir. Özellikle yeni deprem yönetmeliğine uygun olmayan yapılarda hasar görmemiş sistemlerin de güçlendirilmesi gerekebilmektedir. İzmit Depreminden sonra bu bölgede güncel bir konu olarak son üç yıldır zorunlu bir uygulama alanı bulmuştur.

Çalışmada; deprem yükleri etkisi altında yapı davranışına etki eden yerel zemin koşullarının özellikleri yerinde yapılacak çalışmalarla gerçekçi olarak belirlenecek, projeye uygunluk ve beton kalitesi tayin edilerek tüm sistemin güvenilirliğini sağlamak için yetersiz elemanları da kapsayacak şekilde güçlendirme projesinin belirlenmesi çalışmaları yapılacaktır.

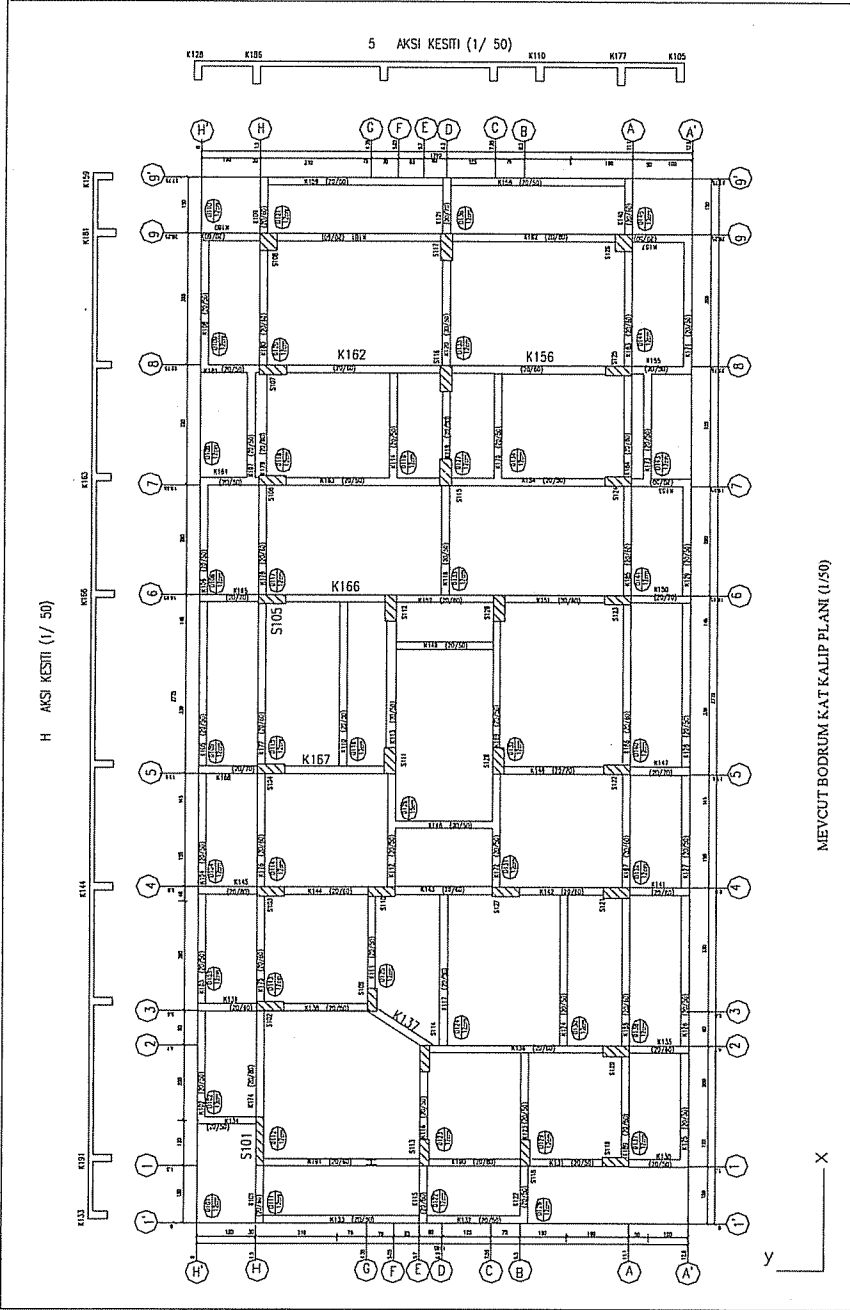
3. HASAR BELİRLEME ÇALIŞMALARI

Plan üzerinde H-H aksındaki S101 kolonunda çatlak ve donatı akması, S105 kolonunda çatlak gözlenmiştir. Kiriş hasarları ise bodrum kat kalıp planındaki 2-2 ve 3-3 aksları atasındaki diyagonal K137 kirişinde ve 8-8 aksındaki K156 ve K162 kirişlerinde, kesme çatlakları, 6-6 aksındaki K166 kirişinde ve 5-5 aksındaki K167 kirişinde, kesme ve eğilme çatlakları olarak meydana gelmiştir. Kiriş ve kolon enine donatıları projede $\phi 8/15$ iken yerinde daha seyrek konulduğu belirlenmiştir. Ayrıca düğüm noktalarında donatı sıklaştırmasına yapı genelinde uyulmadığı görülmüştür.

Yapı, betonarme çerçevesi bir sistem olarak imal edilmiştir. Yapı için verilen kalıp planlarında y-y ve x-x yönlerindeki aks süreklilikleri mevcut olmayıp ayrıca x-x yönünde saplamalar ve rijitlik düzensizlikleri de dikkat çekmiştir. Yapı temel sistemi x-x yönünde sürekli temel olup y-y yönünde bağ kirişleri ile birbirlerine bağlanmıştır.

Zemin emniyet gerilmesinin hesaplarda $\sigma_{em} = 20 \text{ t/m}^2$ olarak alındığı, ayrıca bir zemin etüdü yapılmadığı belirlenmiştir. Yapıda oluşan çatlakların zeminde oluşan farklı oturmalarından kaynaklandığı belirlenmiştir. Yapı için mevcut bodrum kat planı Şekil 1' de verilmektedir.

BETONARME YAPILARDA DEPREM HASARLARININ BELİRLENMESİ VE GÜÇLENDİRME PROJESİ UYGULAMA ÖRNEĞİ



Şekil 1. Mevcut yapı bodrum kat kalıp planı

4. MALZEME ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

İmalat sırasında yapılan işçilik hataları, malzeme ve zemin özellikleri de yapının dayanımı ve yatay yükler etkisi altındaki davranışlarında önemli yer tutmaktadır. Yapıya ait olan bu özelliklerin yerinde ve laboratuvarında yapılacak deneylerle sağlıklı bir şekilde tespit edilmesi gerekmektedir.

Beton kalitesinin belirlenmesi için rasgele kolonlardan bodrum ve zemin katta karot numuneler alınmıştır. Bu bölgelerde microcovermeter ile gerekli ultrason okumaları da yapılmıştır. Mevcut yapının proje beton dayanımı BS16 olarak hesaplar yapılmış, fakat yapılan deneyler sonucunda beton dayanımının BS12 olduğu tespit edilmiştir.

5. GÜÇLENDİRME PROJESİ ÇALIŞMALARI

Çoğunlukla yapıların deprem etkilerine karşı koyabilmelerinde önemli katkıya sahip olan betonarme perdeler kullanılmamakta yada düzensiz yapı planları teşkil edilmektedir. Deprem perdeleri sayesinde yapının yatay ötelenme rijitliği artırılırken, depremin yol açtığı ötelenme ve görelî kat deplasman miktarları ile kolonlara etki eden yatay kesit tesirleri azalmaktadır. İyi tasarlanmış bir perde-çerçeve sisteminde deprem kuvvetleri perde çerçeveler tarafından bir etkileşim içerisinde taşınırlar.

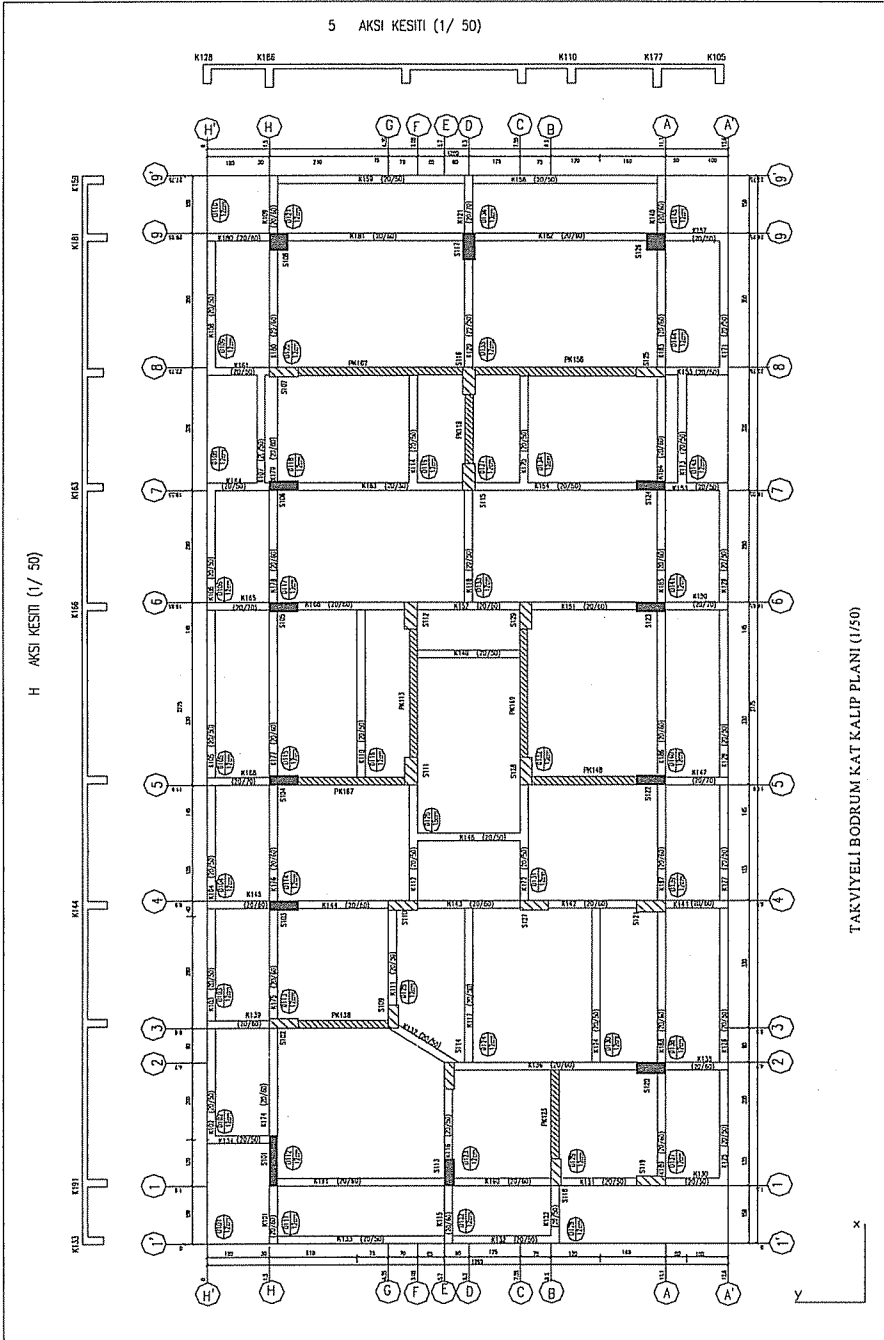
Yapı malzeme özellikleri, hasarlar ve yerel zemin koşullarının belirlenmesinin ardından ikinci aşama olan onarım ve güçlendirme projesinin hazırlanmasına geçilir. Mevcut duruma ve güçlendirilmiş duruma göre sistem çözülür. Mevcut durum çözümünde beton çeliği BÇI, beton mukavemeti BS12 ve zemin emniyet gerilmesi 15 t/m² alınmıştır.

Güçlendirme projesinin çözümünde beton çeliği BÇI, beton mukavemeti BS16 ve zemin emniyet gerilmesi 15 t/m² alınmıştır. Bu çalışmada, güçlendirme sistemi seçilirken önce hasarlı ve kesitleri yetersiz olan kolonlar mantolanmıştır. Bu çözüm sonucunda ise mevcut sistem çözümünde kesitleri yeterli çıkan bazı kolonlara gelen ilave etkilerden dolayı kesitleri yetersiz olmuştur. İkinci çözümde hasarlı ve kritik kolonların mantolanmasının yanında hasarlı kirişlerin altına 6 adet perde eleman ilave etmek suretiyle perdeli sistem olarak güçlendirme yapılmak istenmiştir. Fakat bu sistemde de istenilen elde edilememiştir. Bazı elemanların kesitleri yetersiz çıkmıştır. Üçüncü çözümde ise bu defa yine hasarlı kolonlar ve kritik kolonlar mantolanıp, perde elemanlarının yeri değiştirilerek ve sayıları 8 adete çıkarılarak çözüm yapılmıştır. Fakat yine kesitleri yetersiz olan elemanlar çıkmıştır. Dördüncü çözümde ise mantolanan kolonlar yine hasarlı kolonlar ve mevcut durumda kesitleri yetersiz çıkan kolonlardır ve perde eleman sayısı 9 adete çıkarılmıştır. Sonuçlar itibarıyla kesiti yetersiz eleman kalmamıştır. Böylece mevcut yapı için en uygun güçlendirme proje olarak benimsenmiştir. Güçlendirme projesi olarak belirlenen projenin kalıp planı Şekil 2'de verilmektedir.

5.1. Betonarme Kolon Takviyeleri

Hasarlı kolonlar için kolon mantolaması her kenarda 15 cm örtü beton imal edilerek yapılmıştır. Kolon bütünlüğünü tekrar sağlayan ve düşey yük kapasitesini artıran mantolama, eğilme kapasitesini de artırmaktadır. Yapıya ilave edilen perde elemanlar sayesinde olası bir deprem anında hasarlı kolonların kesme kuvveti ve eğilme momenti değerleri düşürülmüş olmaktadır.

BETONARME YAPILARDA DEPREM HASARLARININ BELİRLENMESİ VE
GÜÇLENDİRME PROJESİ UYGULAMA ÖRNEĞİ



Şekil 2. Takviyeli yapı bodrum kat kalıp planı

5.2. Betonarme Perde Takviyeleri

Betonarme perde takviyeleri yapı boyunca ve planda verilen yerlerde yapılacaktır. Perdeler son kat dökülmesine kadar devam edecektir. Yapılan güçlendirme işlemi sırasında mevcut yapı katlarına eklenen perde elemanların alanları Tablo 1’de görülmektedir.

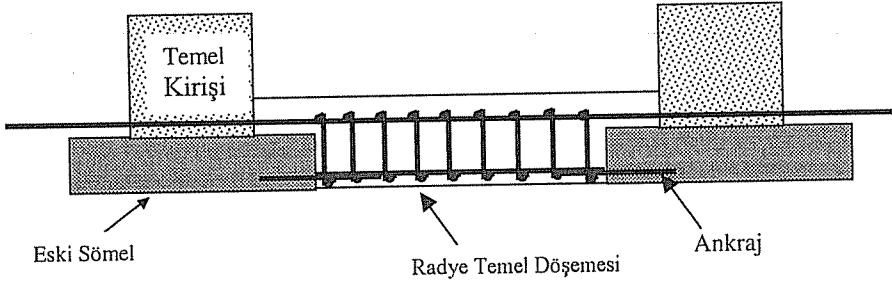
Tablo 1. Yapıya eklenen perdelerin her kattaki alanları

Kat No	Perde alanı (m ²)
Bodrum Kat	6.825
1. Kat	7.095
2. Kat	7.415
3. Kat	7.755
4. Kat	7.755
5. Kat	7.755
TOPLAM	44.6

5.3. Temel Takviyesi

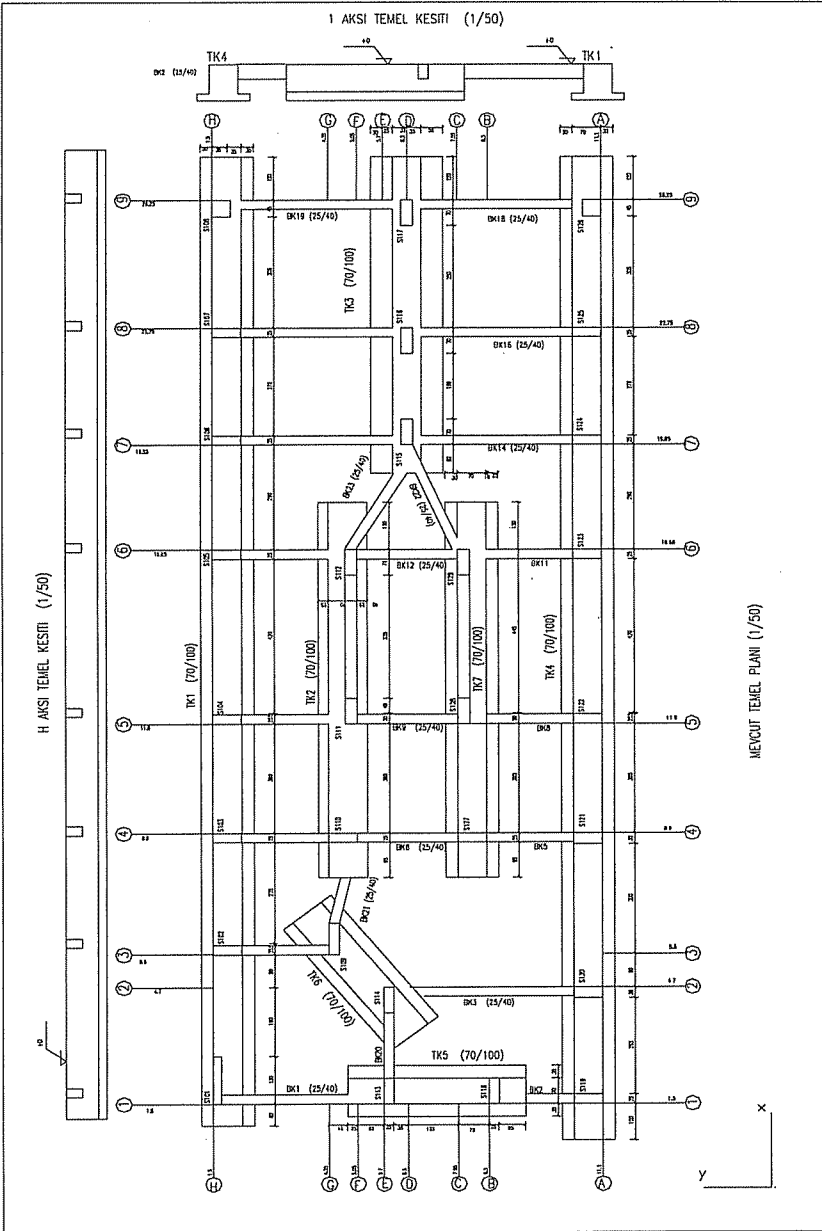
Yapı temeli güçlendirme sonrası yapıyı taşıyacak özellikte olmadığından yapı temel sistemi 35 cm yüksekliğinde radye temel sistemi olarak yeniden tasarlanmıştır. Mevcut temeldeki bağ kirişleri kırılarak mütemadi temel sisteminin aralarına döşemeler ilave edilerek yapı temel sistemi radye temel sistemine dönüştürülmüştür. Radye plakları ile mevcut mütemadi temelin birbirine yük aktarımını sağlamak için ankraj filizleri ekilecektir. Bu filiz ekimi sırasında ankraj boylarına dikkat edilmeli, genişliği az olan temel kirişlerinde ankraj ekimi yerine kiriş tamamen delinerek iki komşu döşeme donatıları birbiriyle direkt olarak bağlanmalıdır.

Yapı temeline etkileyen maksimum zemin gerilmesi 14.956t/m² dir. Mevcut yapının temel kalıp planı Şekil 4’de, güçlendirilmiş temel kalıp planı ise Şekil 5’de, verilmiştir.

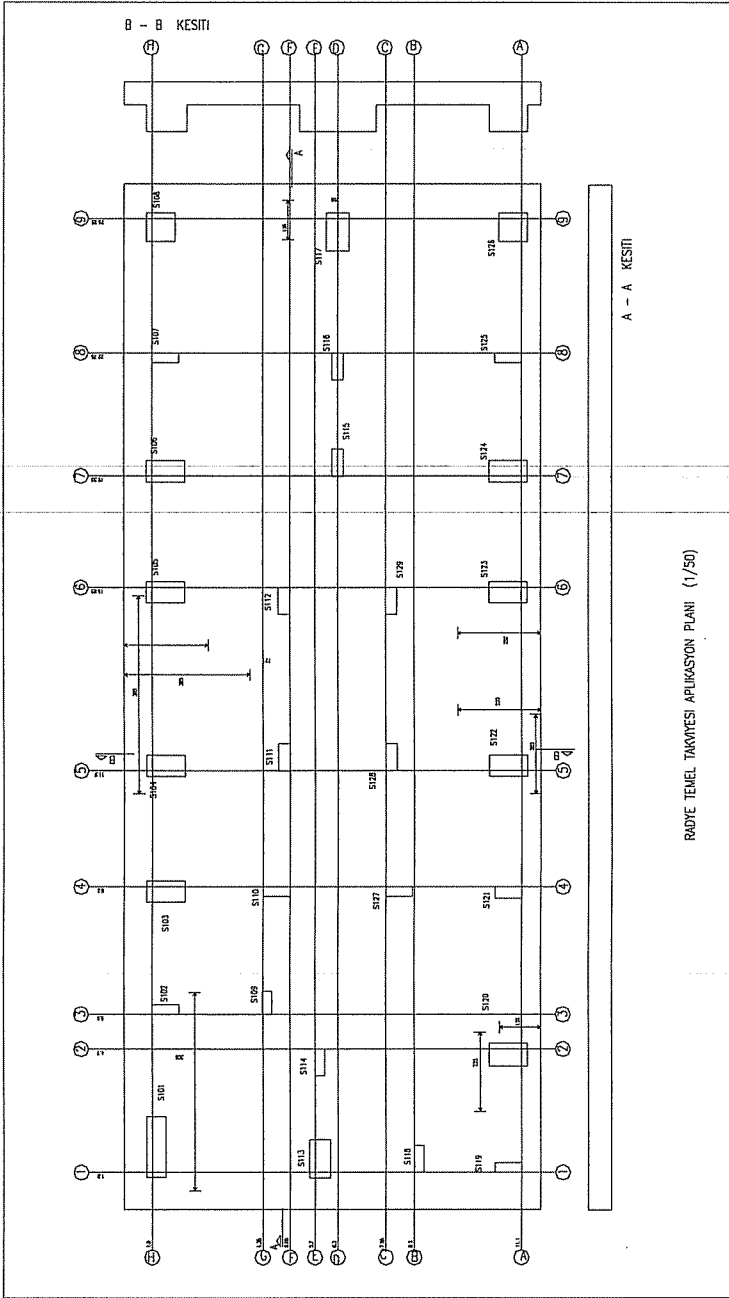


Şekil 3. Mevcut temelin radye temele dönüştürülmesi detayı

BETONARME YAPILARDA DEPREM HASARLARININ BELİRLENMESİ VE
GÜÇLENDİRME PROJESİ UYGULAMA ÖRNEĞİ



Şekil 4. Mevcut yapı temel kalıp planı



Şekil 5. Takviyeli yapı radye temel kalıp planı

6. SONUÇLAR

Seçilen yapı için değişik sistemler verilerek tekrarlı çözümler yapılmıştır. Bu çözümler öncelikle mevcut yapının yerindeki beton mukavemetine göre analizidir. Ayrıca planda değişik perde ve kolon takviye oluşuna göre 4 çözüm daha yapılmıştır. Uygun güçlendirme için çözümler arasında kıyaslama yapılarak aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

1- Kolon takviyesine nazaran perde takviyesi ile yapı periyotlarının azaldığı tespit edilmiştir. Bu da yapının süneklik düzeyinin artırılması ile mümkün olmuştur. Perde katkısının kolon katkısına nazaran daha fazla oranla oluştuğu beklenildiği üzere bulunmuştur.

2- Toplam yüklerin (yatay + düşey) daha çok takviye elemanları tarafından aktarıldığı için, kesiti yetersiz eleman sayısı önemli ölçüde azalmıştır. Tüm sistemde hasarlı kırışlar dışında takviye gerektirecek kırışe rastlanmamıştır.

3- Göreli kat deplasmanları perde takviyesi sonucunda azaltılmıştır. Bu ise yapı elemanlarının kesme kuvvetlerini azaltıp sonuçta kırış elemanların kesme dayanımları yeterli kalmıştır.

4- Her elemanın takviyesi yerine, mimari olarak ölü duvarların betonarme perde yapılması, yapı kullanımını etkilememiş olması da ilave bir avantaj teşkil etmiştir.

5- Tüm sistemin perde takviyesi ile kurtarılması sonucu, perdeler çok büyük kesit tesiri aldığından dolayı temelde gerilme dağılımı olumsuz yönde etkilenmiştir. Bu nedenle temel takviyesi zorunlu olmuştur. Ancak mevcut temelin takviyesiz halde de yetersiz olduğu düşünülürse, perde ile takviye nedeni ile temelde takviye çıkmamıştır.

6- Temel takviyesi için, zemin iyileştirmesi yerine, gerilmelerin zemin emniyet gerilmelerinden küçük kalacak şekilde temel sistemi seçilmiştir. Bu temel, 15 t/m² zemin emniyet gerilmesinden aşağıda kalacak şekilde gerilmelerin oluşmasını verecek radye temel sistemi ile sağlanmıştır.

Yapılarda hasar oluşması istenilen bir durum değildir. Olası yatay kuvvetler ile oluşan hasarlar can kaybı olmayacak mertebelerde kalmalıdır. Bu gibi yapılarda da güçlendirme projeleri titizlikle hazırlanmalıdır. Ayrıca, uygulamada güçlendirme projesinin tatbiki gerek beton gerekse donatı açısından itina ile yapılmalıdır.

Yapılacak takviye projelerinde, değişik kolon ve perde düzenleri için sistemin çözülmesi ile nihayi güçlendirmeye ulaşılmalıdır. Çünkü rastgele seçilecek perdeler çözüm sonucunda yapıya burulma vereceğinden istenilen katkıyı sağlamamış olabilmektedir.

7. KAYNAKLAR

1. Deneme, İ.Ö., "Depremde Hasar Gören Yapıların Güçlendirilmesi", Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2001

2. TÜBİTAK, "Betonarme Binaların Onarım ve Güçlendirilmesi", Kurs Notları, İMO, 1999

3. Bayülke, N., "Depremlerde Hasar Gören Yapıların Onarım ve Güçlendirilmesi", Türkiye İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi, İzmir, 1999

4. Türk Standartları, "Betonarme Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları (TS500)", Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2000

5. Demir, H., "Depremlerden Hasar Görmüş Betonarme Yapıların Onarım ve Güçlendirilmesi", İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul, 1992.

TEMEL SİSTEMİ GÜÇLENDİRME YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

İbrahim Ö. DENEME ve Hüseyin R. YERLİ
Ç. Ü., İnşaat Mühendisliği Bölümü, Adana/Türkiye

ÖZET : Bir yapının hasarsız olarak ekonomik ömrünü tamamlayabilmesi için yapının güçlü temeller üzerine inşa edilmesi gerekmektedir. Özellikle deprem gibi durumlarda yapılara beklenmeyen büyüklükte yatay yükler etki etmektedir. Bunun sonucu olarakta yapıda hasarlar oluşmaktadır. Bu hasarlar eğer temelde oluşmaya başlarsa yapının üst katlarına önemli hasarlar olarak yansır. Temel hasarları, ya zemin taşıma gücünün belirlenmesinde gerekli hassasiyetin gösterilmemesi yada civar bölgelerde yapılan deneylerin yapının yapılacağı bölge için de esas alınması ile oluşmaktadır. Doğru olarak yapılmayan zemin etütleri sonucunda yapı sistemi için uygun olmayan temel seçimleri yapılabilmekte, bu nedenle oluşan farklı oturmalar sonucunda yapıda hasarlar oluşabilmektedir. Özellikle ülkemiz gibi aktif deprem bölgesi olan ülkelerde kurallara uygun olarak yapılmayan zemin etütleri ciddi problemlere yol açmaktadır.

Bu çalışmada, İzmit depreminde hasar gören bir yapının, mevcut temel sistemi incelenecek ve bu yapı temeli, için çeşitli güçlendirme yöntemleri karşılaştırılacaktır.

COMPARISON OF BASE SYSTEM STRENGTHENING METHODS

ABSTRACT : A structure should be constructed strong base system for completing its economical life without any damages. Horizontal forces with an unexpected largeness, effect to structures especially earthquake conditions. As a result of this the structure has damages. If that damages start at the base system it will go up to structure important damages. Base damages being composed of either not to display the necessary sensitive at defining the strength of soil or accepting the experimental values, which was found for neighborhood region , to the structure region. The wrong base system model can be choosen unless finding the strength of soil correctly, because of that the different settlements will be constituted, as a result the damages can be occurred. In active seismic zone countries like our country making the soil experiments unsuitable gets serious problem.

In this paper, base system of a structure was damaged at İzmit earthquake will investigate and different strengthening methods will be comparison for this base sytem.

1. GİRİŞ

Temel sisteminin davranışında, yapı ağırlığı, yapının taşıyıcı elemanlarının konumu, boyutları, zemin özellikleri, yapı-zemin etkileşimi, gibi etkenler önemli yer tutmaktadır. Bir yapı için uygun olmayan temel sisteminin o yapının altına inşa edilmesi ile yapının taşıyıcı elemanlarında ve temel sisteminde hasarlar oluşmaktadır.

Bu çalışmada, güçlendirme uygulaması İzmit ilindeki bir yapı için hazırlanmıştır. Yapı bodrum ve 5 kat tan ibaret olup her katta 3 daire olmak üzere toplam 15 dairedir. Temel sistemi için yerinde inceleme ve araştırmalar yapılmıştır. Temel sistemi seçimi için gerekli olan, zemin araştırmaları, mevcut temel sisteminin eksiklikleri ve mevcut temel sisteminin malzeme özellikleri belirlenmiştir. Temel sistemi güçlendirme projeleri hazırlanıp en uygun, en ekonomik ve en kolay uygulanabilecek yöntem belirlenmeye çalışılmıştır.

2. AMAÇ

Deprem yükleri etkisi altında betonarme yapıların taşıyıcı elemanlarında çeşitli şekillerde hasarlar oluşmaktadır. Yapı güvenliğinin yeniden sağlanması için temelden başlayarak tüm sistemin ve hasar görmüş elemanların onarılması ve/veya güçlendirilmesi gerekebilir.

Çalışmada, deprem yükleri etkisi altında yapı davranışına etki eden yerel zemin özellikleri yerinde yapılan çalışmalarla gerçekçi olarak belirlenmiş olup, yapı sistemi için en uygun temel sistemi güçlendirme projesinin belirlenmesine çalışılmıştır.

3. ZEMİN ARAŞTIRMALARI

3.1. Arazi Durumu ve Zemin Profili

Zemin araştırmaları yapılan inşaat arazisinde yapılan dinamik sonda ve jeofiziksel çalışmalarda yer altı suyuna rastlanmamıştır. Bölgede yapılan su sondajından görülen genel tabakalaşma durumu Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Zemin tabakalaşma durumu

DERİNLİK (m)	ZEMİN CİNSİ
0.00 – 10.00	Kahverengi Kil (Yer yer ince ve orta kum içermekte)
10.00 – 40.00	Kahverengi Siltli Kumlu Kil
40.00 – 70.00	Kahverengi Kil

3.2. Arazi Çalışmaları

Araştırma konusu yapının temel zemini taşıma gücünü ve zemin geoteknik parametrelerini belirlemek için jeofizik yöntemlerden sismik kırılma uygulaması ve iki adet dinamik sonda aleti ile deneyler yapılmıştır. Dinamik sonda sonuçları incelendiğinde genel zemin kıvamı ve serbest basınç mukavemetlerindeki değişim Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Zemine ait dinamik sonda değerleri

Derinlik (m)	SPT Eş Değeri	Kıvrım	Serbest Basınç Muk. (kg/cm ²)
0.50	8-15	Katı	1.00-2.00
1.00	8-15	Katı	1.00-2.00
1.50	8-15	Katı	1.00-2.00
2.00	8-15	Katı	1.00-2.00
2.50	8-15	Katı	1.00-2.00
3.00	15-30	Çok Katı	2.00-4.00
3.20	15-30	Çok Katı	2.00-4.00

3.3. Zemin Yapısının Geoteknik Değerlendirmesi

Yapı temel zemini ‘‘Kahverengi Kumlu Siltli Kil’’ tabakasıdır. Bu tabaka temel tabanı altında katı kıvrımdadır. Yapı temel zemini olarak bu tabaka, taşıma gücü ve oturma problemlerine oldukça güvenilir bir yapılanma göstermektedir. Genel oluşum, tabakalaşma durumu, jeolojik yapılanma ve yeraltı su seviyesi durumları göz önüne alındığında temel sistemi ve yapı ile ilgili kısımların hesaplamalarında kullanılacak olan zemin emniyet gerilmesi 15 t/m² alınabilir. Temel zemini ile ilgili diğer geoteknik parametreler, içsel sürtünme açısı 15°, kohezyon 3.00 t/m², zemin yatak katsayısı 1500 t/m³, zemin grubu C, yerel zemin sınıfı Z3 olarak belirlenmiştir.

4. GÜÇLENDİRME PROJESİ ÇALIŞMALARI

4.1. Mevcut Temel Sisteminin Analizi

Yapı temel sistemi x-x yönünde sürekli temel olup y-y yönünde bağ kirişleri ile birbirlerine bağlanmıştır. Mevcut temel projelendirilmesinde zemin emniyet gerilmesinin hesaplarda $\sigma_{em} = 20$ t/m² olarak alındığı, ayrıca bir zemin etüdü yapılmadığı belirlenmiştir. Yapıda oluşan çatlakların zeminde oluşan farklı oturmalardan kaynaklandığı, ayrıca temel sisteminde y-y yönünde açılmalar da belirlenmiştir. Yapıya ait temel sistemi kalıp planı Şekil 1’ de verilmiştir.

Yapıya uygulanacak olan güçlendirme projesinden sonra temel sisteminin maruz kalacağı maksimum gerilme 55.23 t/m² olarak hesaplanmıştır.

4.2. Radye Temel Uygulaması

Yapı temeli güçlendirme sonrası yapıyı taşıyacak özellikte olmadığından yapı temel sistemi 40 cm yüksekliğinde radye temel sistemi olarak yeniden tasarlanmıştır. Mevcut temeldeki bağ kirişleri kırılarak mütemadi temel sisteminin aralarına döşemeler ilave edilerek yapı temel sistemi radye temel sistemine dönüştürülmüştür. Radye plakları ile mevcut mütemadi temelin birbirine yük aktarımını sağlamak için ankraj filizleri ekilecektir. Bu filiz ekimi sırasında ankraj boylarına dikkat edilmeli, genişliği az olan temel kirişlerinde ankraj ekimi yerine kiriş tamamen delinerek iki komşu döşeme donatıları birbiriyle direkt olarak bağlanmalıdır. Böylece yapı temeline etkileyen maksimum gerilme 14.956 t/m² ye indirilebilecektir. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı 2002 Birim Fiyatları kullanılarak yapılan hesaplamalar sonucunda yapı temel sisteminin radye temel sistemine dönüştürülmesinin maliyeti yaklaşık olarak 37.385.000.000 TL bulunmuştur. Radye temel kalıp planı Şekil 2’de verilmiştir.

4.3. Mini Kazık Uygulaması

Temel sisteminde 20 cm çapında kazık sistemi uygulanmıştır. Bu uygulama ile yapıya ait yükler daha sağlam zemin tabakalarına aktarılacaktır. Böylece zemin taşıma gücü artacak, farklı oturmalar azalacaktır. Kazık sistemi içine 15 cm çapında ve 2mm et kalınlığında St34 malzemesinden yapılmış olan borular kullanılmıştır. Hesaplar yapılırken 400 dozlu çimento-kum karışımı esas alınmıştır.

Beton tarafından taşınan kuvvet:

(400 dozlu çimento kum karışımının emniyet gerilmesi 75 kg/cm² alınmıştır)

$$F_b = \sigma_{em} * A_b = 23562 \text{ kg} \quad (1)$$

Çelik tarafından taşınan kuvvet:

(St 34 çelik boruların emniyet gerilmesi 1400 kg/ cm² alınmıştır.)

$$F_c = \sigma_{em} * A_c = 6553 \text{ kg} \quad (2)$$

Zeminin emniyetli bir şekilde taşıyabileceği kuvvet;

$$Q_d = Q_{uç} + Q_f \quad (3)$$

$$Q_d = A_{uç} * q_d + A_f * f_s$$

$$q_d = 9c + \gamma D_f \quad (4)$$

γD_f : İfadeyi emniyetli tarafta kalmak için ihmal edilirse,

$$Q_d = \frac{\pi D^2}{4} * 9 * c + \pi * D * D_f * \alpha * c = 9896 \text{ kg} \quad (5)$$

olarak bulunur.

Burada;

q_d : Kazık ucunun oturduğu zeminin yaşama gücü

c : Kohezyon katsayısı (3 ton/m²)

A_f : Zemindeki kazık alanı

D_f : Zemindeki kazık boyu

α : Azaltma faktörü

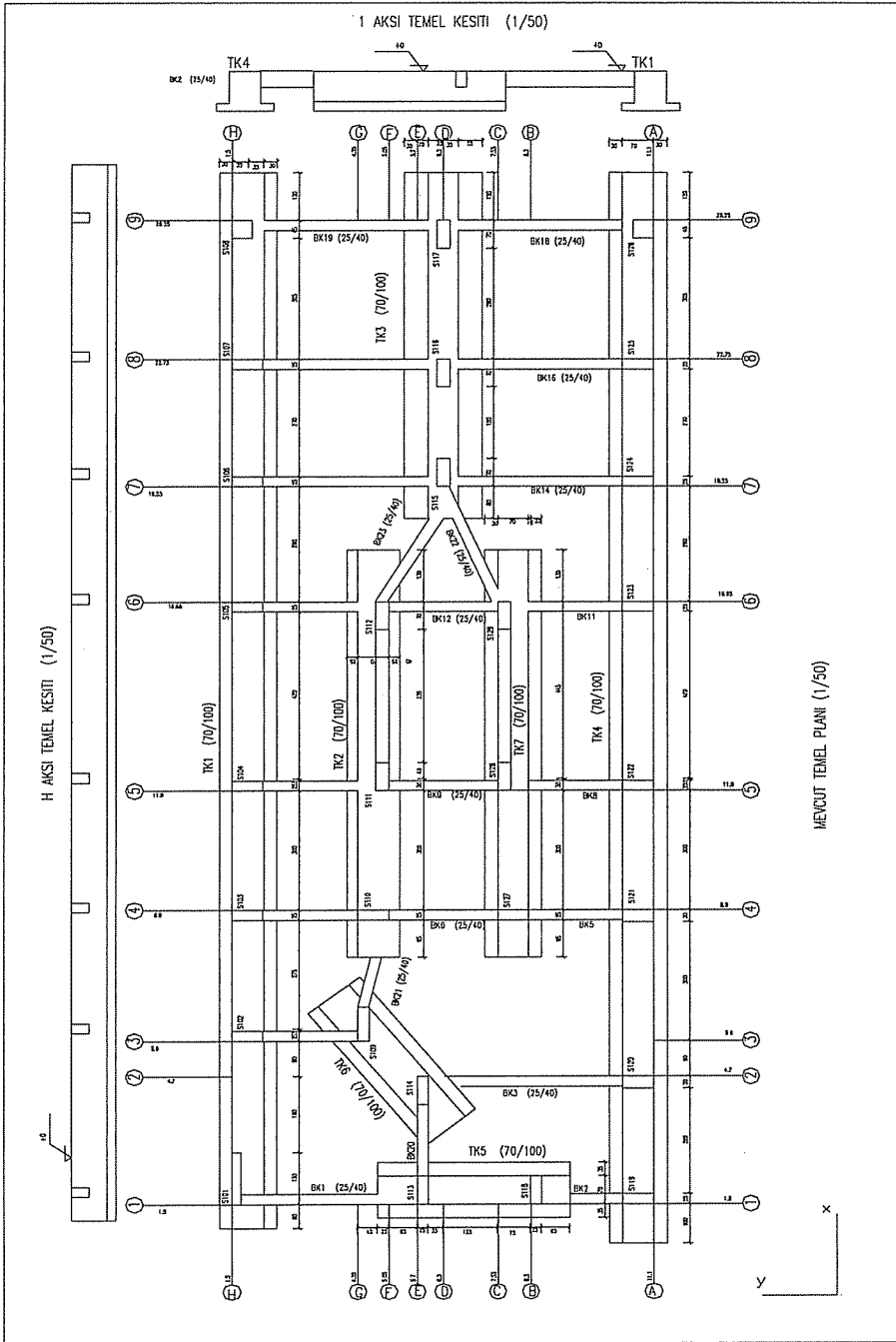
Bir kazığın taşıma gücü;

$\Sigma F = F_b + F_c$ olursa; $\Sigma F = 30.115$ ton olarak hesaplanır.

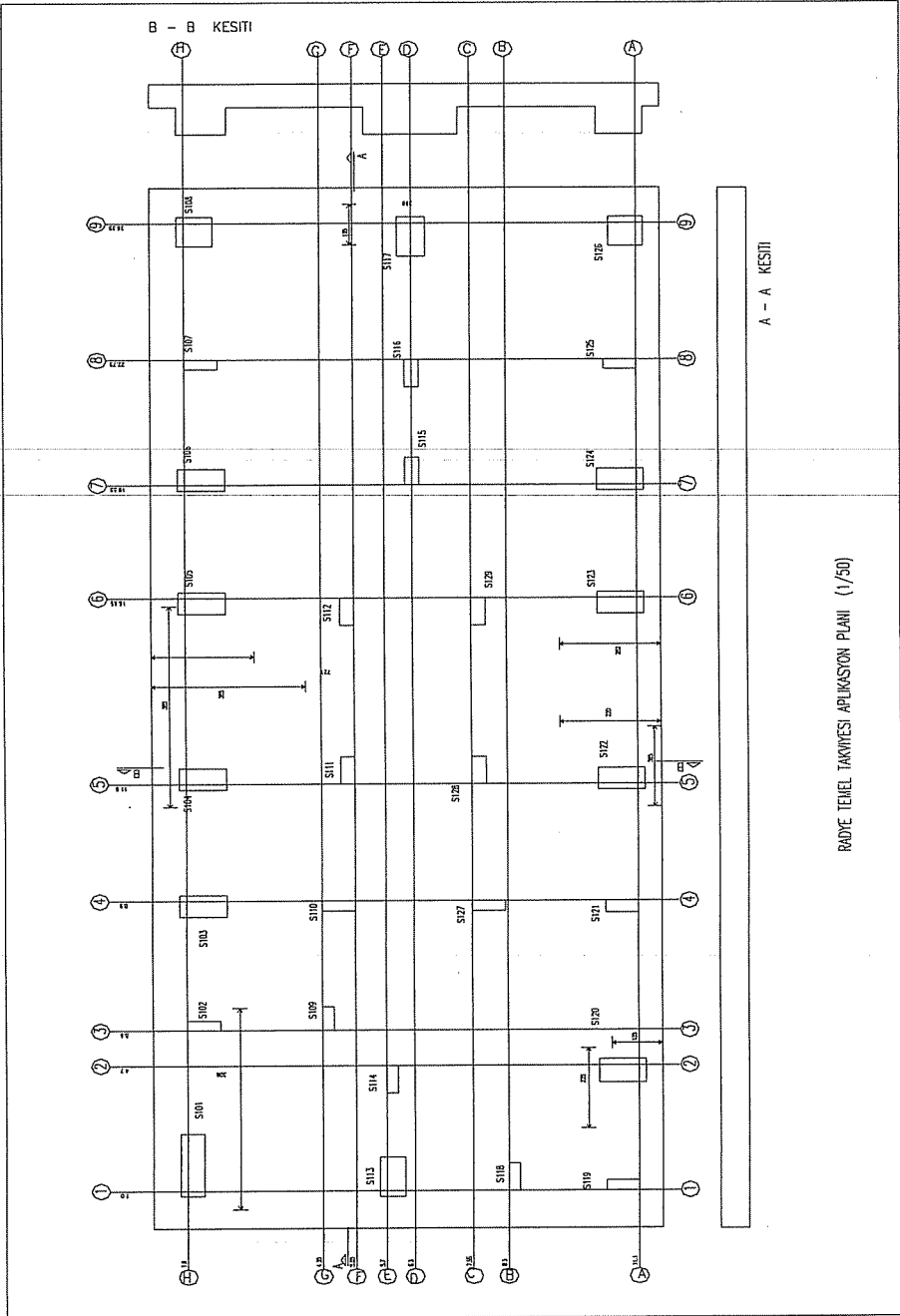
O halde bir kazığın ve zeminin emniyetli şekilde taşıyabileceği kuvvet 9750 kg olarak belirlenmelidir.

Temel sisteminde mevcut olan momentler ampatman uç noktasına olan mesafelere bölünerek aksenal kuvvet etki ediyormuş gibi düşünülerek, mevcut aksenal kuvvetlerle toplanıp bir kolon etrafındaki kazık sayısı bulunur. Kazıkların uygulanması sırasında aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:

- 1- En az 3 kazık üzerinde yükleme deneyi yapılacaktır.
- 2- Güvenli taşıma gücü sağlanacak seviyeye kadar foraj yapılacaktır.
- 3- Enjeksiyondan önce kuyular en az 15 dakika temizlenecektir.



Şekil 1. Mevcut temel kalıp planı



Şekil 2. Takviyeli yapı radye temel kalıp planı

4- Ucu askı bağlantılı borular kuyuya indirilirken, kuyu dibine kaçırılmamalıdır.

5- Gerekli basıncın sağlanabilmesi için 20 cm'lik muhafaza en az 75 cm sağlam zemine sokulmalıdır.

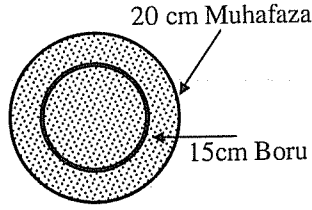
6- Kuyu suyunun dışarı atılması için kuyu dibinden basınçsız enjeksiyon yapılacaktır.

7- Muhafazalar beton son pirizini almadan çekilecektir.

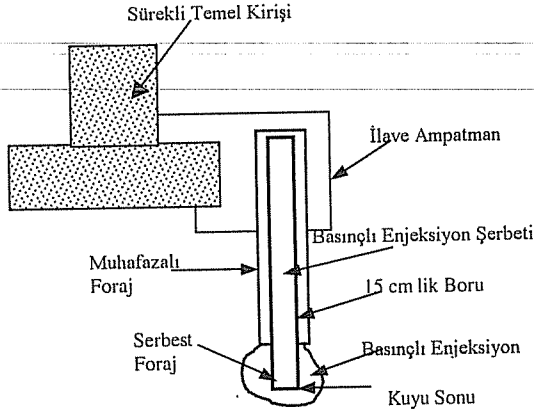
Yapılan piyasa araştırmalarında 20 cm çapında mini kazık uygulamasının fiyatı 70.000.000 TL/m olarak belirlenmiştir. Bu çalışmadaki her kazık 6m boyunda olduğundan bir kazık için 420.000.000 TL maliyet bulunmuştur. Temel sisteminin mini kazık uygulaması ile güçlendirilmesinin maliyeti ise 75.600.000.000 TL olarak belirlenmiştir.

Tablo 3. Mini kazık yerleştirilmesi

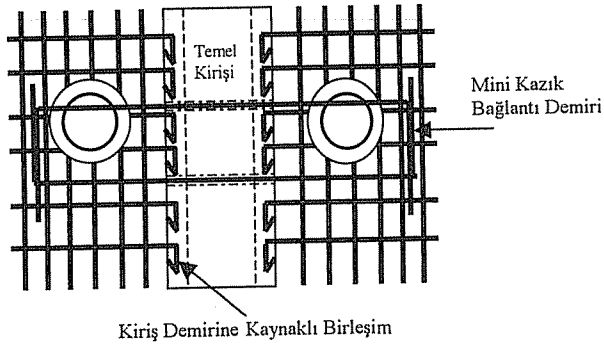
Temel No	Kolon No	Etkiyen N(t)	Etkiyen M(tm)	Eksantriste (e) (m)	N=M/e (t)	Mini Kazık Sayısı
TK1	S101	92.23	30.95	1.15	26.92	12
	S102	72.20	0.54	1.15	0.46	8
	S103	51.67	7.33	1.15	6.37	6
	S104	87.40	6.16	1.15	5.35	10
	S105	65.38	6.97	1.15	6.06	8
	S106	68.98	7.09	1.15	6.16	8
	S107	31.20	0.56	1.15	0.49	3
	S108	51.45	10.20	1.15	8.87	7
TK2	S110	40.05	0.66	1.10	0.60	5
TK3	S115	38.10	6.45	1.40	4.60	5
	S116	31.13	6.48	1.40	4.61	4
	S117	59.58	18.25	1.40	13.04	8
TK4	S119	32.43	0.70	1.00	0.70	4
	S120	127.74	7.49	1.00	7.49	14
	S121	57.60	1.26	1.00	1.26	6
	S122	90.76	6.40	1.00	6.40	10
TK4	S123	62.85	7.44	1.00	7.44	7
	S124	66.84	7.54	1.00	7.54	7
	S125	28.26	0.60	1.00	0.60	3
	S126	49.52	10.87	1.00	10.87	7
TK5	S113	49.34	16.28	1.00	16.28	8
	S118	38.74	5.52	1.00	5.52	5
TK6	S109	58.33	2.07	1.10	1.88	6
	S114	39.50	3.38	1.10	3.07	5
TK7	S127	45.87	0.60	1.00	0.60	5
	S128	108.52	6.03	1.00	6.03	12
	S129	72.30	6.02	1.00	6.02	7



Şekil 3. Mini kazık üst görünüşü



Şekil 4. Mini kazık teşkili



Şekil 5. Mini kazık bağlantı detayı

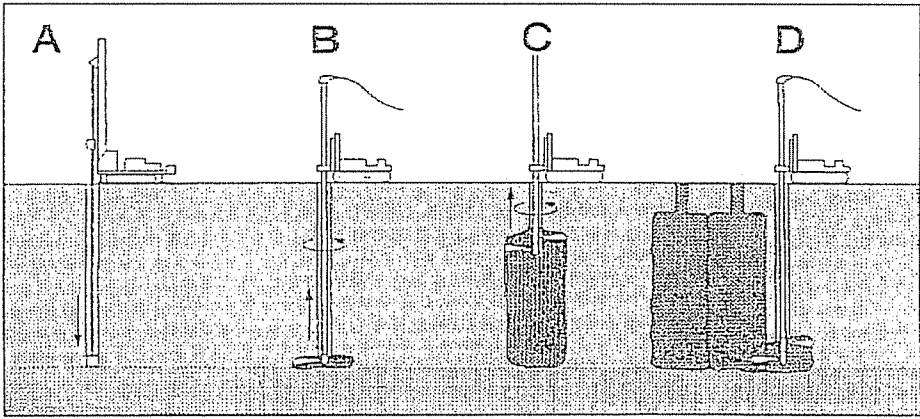
4.4. Yapı Temel Sistemi için Zeminin İyileştirilmesi (Jet Grouting)

Zemin emniyet gerilmelerinin yeterli olmadığı durumlarda kullanılan bir sistemdir. Uygulama esnasında zaman kaybı ve ekonomik açıdan pahalı olduğu için çok zorunlu olmadıkça kullanılmamaktadır. Bu yöntem ile zemin sıkılaşıyor farklı oturmalar azalır, zeminin taşıma gücü artar. Binaya gelen yükler jet grout kolonları tarafından taşınır.

İncelenen yapıya uygulanması ise yapının mevcut sürekli temel sistemi kirişleri yanına yapılacak jet grout kolonları temel sisteminin yanına ilave edilecek olan 35 cm kalınlığında ve 1m genişliğindeki ampattanların altında kalarak yapı yüklerinin taşınması sağlanacaktır. Bir jet grout kolonunun taşıma gücü kapasitesi mini kazık hesaplarında değinildiği gibi zeminin emniyetli bir şekilde taşıyabileceği kuvvet olan 9750 kg olarak belirlenmiştir.

Yapılan piyasa araştırmalarında 40 cm çapında jet grout kolonun uygulamasının fiyatı 60.000.000 TL/m olarak belirlenmiştir. Bu çalışmadaki her kolon 6m boyunda olduğundan bir kolon için 360.000.000 TL maliyet bulunmuştur. Temel sistemi zeminin jet grouting yöntemi ile iyileştirilmesinin maliyeti ise 64.800.000.000 TL olarak belirlenmiştir. Jet grouting yöntemi ile ilgili detaylı bilgi aşağıda verilmektedir.

Bu yöntemde zemin içinde ufak çaplı (90 mm) bir delik açılarak istenilen derinliğe ulaşılır. Sonra delgi borusu yukarıya doğru çekilirken basınçlı çimento harcı püskürtmek suretiyle zemin parçalanır, bunun sonucu olarak bir zemin – çimento (soilcrete) kolonları oluşturulur. Bu uygulamayla ilgili genel görünüş şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. Jet Grouting ile bir kolonun yapıma prensibi

- A : Delme Aşaması
- B : Aşındırma ve yerinde karıştırma işlemi
- C : Kolonun gelişimi
- D : Tamamlanmış kolonlarla perde şeklinde elemanların yapımı.

Jet Grouting yapımında üç sistem kullanılmaktadır. En uygun sistemin seçimi zemin türüne, uygulamaya ve bu uygulama için gerekli betonun fiziksel özelliklerine bağlıdır.

4.4.1. Tekli Sistem (Çimento Süspansiyonu)

Çimento süspansiyonu ile istenilen elemanı üretmek ve zemini aşındırmak için kullanılır (Şekil 7). Tekli sistem, en basit sistem olup geniş bir uygulama alanına sahiptir. Tekli sistemde delgi borusu altındaki bir ağızlıktan basınçlı su verilerek istenilen derinliğe ulaşılır. Sonra su ağızlığı kapatılır ve delgi borusunun yanlarındaki 1.5 mm – 3 mm çaplı ağızlıklardan harç püskürtülmeye başlanır. Püskürtülen harç ile zemin örselenirken zemin-çimento karışımı (soilcrete) oluşturulur. Tekli sistemde atık az olur.

Tekli sistemde elde edilen kolon çapları, ince daneli zeminlerde 40 - 80 cm, kaba daneli zeminlerde ise 50 ile 120 cm arasında değişir.

4.4.2. İkili Sistem (Çimento Süspansiyonu ve Basınçlı Hava Destekli)

Çimento süspansiyonu bir hava kılıfı içinde püskürtülür. Harç ağızlarının etrafına yerleştirilmiş birleşik nozulların içinden hava püskürtülmesiyle aşınma fazla olur ve daha büyük çaplar elde edilir (Şekil 7).

İkili sistemde iyileştirilecek olan zemin, harç ve hava jetinin birleştirilmesi ile aynı anda kırılması, toprağın kısmen alınması ve karıştırılması esasına dayanır. Bu yöntemde 80-140 cm çapında kolonlar elde edilebilir. İkili sistemde, eşmerkezli iki borudan oluşan delgi borusu kullanılarak iç ağızlıktan harç, iki halka arasından hava basılmak sureti ile, su veya harcın bir hava kılıfı içinde daha dar açı ile zemine etkimesi sağlanarak, etki artırılır.

İkili sistemin en önemli mahsuru çimento basılan zeminin hava içeriğini artırmasıdır. Elde edilen zemin çimento karışımının mukavemeti ikili sistemde diğer sistemlerden daha düşüktür.

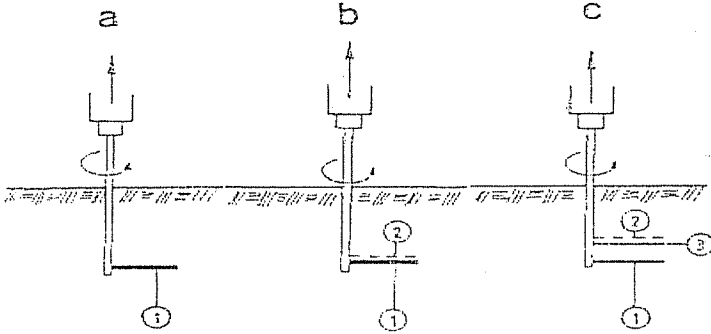
4.4.3. Üçlü Sistem (Çimento Süspansiyonu, Basınçlı Hava ve Su ile Destekli)

Zemin hava kılıflı bir su jeti ile örselenir. Hava kılıflı su jeti harç nozulunun biraz yukarısına yerleştirilmiş birleşik nozul ile sağlanır. Harç ise borunun daha aşağısında yer alan bir ağızlıktan püskürtülür (Şekil 7).

Üçlü sistemde su basıncı 400-600 bar, hava basıncı 7-17 bar ve enjeksiyon harcı basıncı 20-60 bar arasındadır. İkili ve üçlü sistemlerde delgi borusu, iki veya üç kanaldan püskürtme yapılmasına imkan verir. Püskürtme sistemi üç ayrı birleşik çıkışlı roddan meydana gelmiştir.

İmal edilen jet grout kolonlarının yeterli olup olmadıklarına, belirli değişkenlerin değerlerinin ölçülmesi ile karar verilir. Bu değişkenler;

- 1- Zemin / çimento karışımının kalitesi
- 2- Yapılmış kolonun bütünlüğü ve boyu
- 3- Kolonun çapı
- 4- Kolonun geçirimsizliği
- 5- Zemin / çimento karışımının mukavemeti
- 6- Kolonun taşıma gücüdür.



Şekil 7. Jet Grouting'in Farklı Sistemleri

- | | |
|---------------------|---------------------------|
| a. Tekli Sistem (S) | 1. Çimento süspansiyonu |
| b. İkili Sistem (D) | 2. Basınçlı hava destekli |
| c. Üçlü Sistem (T) | 3. Basınçlı su destekli |

5. SONUÇLAR

Yapılan analizlerde mevcut temel sisteminin mevcut yapı yüklerini taşıyamayacak durumda olduğu anlaşılmıştır. Yapılan zemin etüdlerinde temel zemininin taşıma gücü 15 t/m^2 olduğu bulunmuştur. Güçlendirmeden sonra yapı temeline etkileyen maksimum gerilme 55.23 t/m^2 olduğu bulunmuştur. Ayrıca mevcut temel sisteminin yanlara doğru açılmak suretiyle bina aksından sapmalar belirlenmiştir.

1- Mevcut temel sistemi radye temele dönüştürüldüğünde temele etkileyen maksimum gerilme 14.956 t/m^2 ye indirilmiştir.

2- Radye temel sistemi ile diğer güçlendirme sistemleri olan mini kazık uygulaması ve jet grouting arasında, ekonomiklik, yapıma zamanı ve kolaylık açısından bir değerlendirme yapılacak olursa radye temel sistemi öne çıkmaktadır.

3- Mini kazık uygulaması ve jet grouting yöntemleri uygulanırken sondaj yapılması esnasında oluşacak titreşim sonucunda zaten hasarlı olan yapı sistemi olumsuz etkilenecektir.

4- Yapılma esnasında özel işçilik istememesi yönünden de radye temel uygulaması avantajlıdır.

5- Temel sisteminin üzerinde bina olması dolayısıyla çalışma sahasının dar ve genişletilemez olması da radye temel uygulaması için bir üstünlük sağlamaktadır.

6- Mini kazık uygulamasında ve jet grouting uygulamasında mevcut temel ile yapılacak kolonlar arasında bağlantıyı sağlamak için yapılması gereken ampatmanlar birbirlerine çok yakın olacaktır. Bu yüzden radye temel uygulaması daha avantajlı bir hal almaktadır.

Uygulamada güçlendirme projesinin tatbiki gerek beton gerekse donatı açısından itina ile yapılmalıdır. Ayrıca yapı hasarlarının biran evvel giderilip yapının tekrar faaliyete geçirilmesi açısından da zamana karşı bir yarış olacağı unutulmamalıdır.

6. KAYNAKLAR

1. Deneme, İ.Ö., “Depremde Hasar Gören Yapıların Güçlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2001.
2. Bayülke, N., “Depremlerde Hasar Gören Yapıların Onarım ve Güçlendirilmesi”, Türkiye İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi, İzmir, 1999.
3. Mut, M. T., “Jet Grouting Metodu ile Zemin Islahı”, Zemin Mekaniği ve Temel Müh. 2. Ulusal Kongresi, Yıldız Teknik Üniversitesi, 1998.
4. TÜBİTAK, “Betonarme Binaların Onarım ve Güçlendirilmesi”, Kurs Notları, İMO, 1999.
5. Demir, H., “Depremlerden Hasar Görmüş Betonarme Yapıların Onarım ve Güçlendirilmesi”, İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul, 1992.

YAPI ÜRETİMİNDE MALİYET MUHASEBESİ VE VERGİLENDİRME UYGULAMALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

M. Emin ÖCAL ve M. Salih İNCİ
Ç.Ü. İnşaat Mühendisliği Bölümü, Adana/Türkiye

ÖZET : İnsanlık tarihi kadar eski olan inşaat işleri, önemli bir sektör dalını oluşturmaktadır. Bu temel endüstri dalı, son yıllarda tüm dünya ülkelerinin ekonomilerinde itici bir güç, diğer sektörlerle sağladığı katkılar nedeniyle önemli bir sektör olma özelliğini sürdürmektedir. Bununla birlikte inşaat işlerinde sürenin bir yılı aşması maliyetlerin birikmesine neden olmasından dolayı bu özelliğiyle de inşaat işletmeleri diğer sanayi işletmelerinden ayrılmaktadır.

Bu çalışmada, yapı üretiminde maliyetlerin doğru tespit edilebilmesi için, inşaat faaliyetlerinde uygulanan mevcut muhasebeleştirme yöntemleri üzerinde durularak, inşaat maliyetlerinin maliyet muhasebesi sistemiyle uyumlaştırılması, vergilendirme esaslarının ve sorunlarının irdelenmesi amaçlanmıştır.

THE ACCOUNTING COSTS OF CONSTRUCTION AND TAX EVALUATION

ABSTRACT : Consturction is as old as human history. It is an important sector. This basic industrial branch became a strong economical power. Also, it has become a special sector by helping other sectors. If a piece of construction takes more than a year to finish, the cost of that property rises. This causes the construction sector to be seperated. From other industrial sectors.

In this study, to establish the cost of the production of structure, the compatibility costs of construction to the accountancy cost system by applying the accountancy methods on the construction activities, the inspection of tax basis and problems is aimed.

1. GİRİŞ

Gelişimi insanlık tarihiyle başlayan inşaat sektörü, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde olduğu gibi, ülkemizde de ekonominin itici gücü olarak temel bir endüstri dalını oluşturmaktadır. Bu temel endüstri dalı, özellikle ülkemiz ekonomisinin dinamik bir yapısı olduğu gerçeği de gözönüne alındığında, alt yapı yatırımları, enerji, turizm ve diğer sektörlerin bütün yatırım aşamasındaki yapılar inşaat sektörünün katkıları ile gerçekleşmiştir. Ayrıca bu sektör, ülkemizde istihdam yaratmak, bağlı sektörlerle iş imkanı, yurt dışı ihalelerde önemli oranda döviz kazandırması sektörün önemini daha da arttırmaktadır. Bu nedenle, inşaat sektörü ile ilgili yapılacak bilimsel çalışmalar inşaat işletmelerinin rekabet gücünü arttırmada önemli katkılar sağlayacaktır.

Bu koşullar altında, muhasebe elemanları ile teknik elemanlar tarafından oluşturulabilecek bir sistemin kurulması gereksinimi doğmaktadır. Böyle bir sistem kurulduğu zaman, teklif çalışmalarında elde edilen tahmini inşaat maliyetleri ile fiili maliyetler aynı esaslar içerisinde işlem görebilecek bir nitelik kazanacaktır. İşletmeler buna bağlı olarak, ekonomik kaynaklarını daha verimli bir şekilde kullanabilme imkânına sahip olabilecektir.

2. İNŞAAT İŞLETMELERİNDE MUHASEBE VE MALİYET HESAPLARI

2.1. İnşaat Muhasebesi

İnşaat muhasebesi inşaat işletmelerindeki, finansal karakterli olaylara ilişkin bilgilerin derlemesi, kayıtlanması, sınıflandırılması, raporlanması, analiz edilerek yorumlanması ve ilgili kişi ve gruplara sunulması işlevlerinin yerine getirilmesidir (1).

İnşaat muhasebesindeki temel yaklaşım, diğer endüstrilerde kullanılan muhasebe sistemleriyle aynı esaslara bağlı olmasına karşın, bu muhasebe alanının kendine özgü birtakım özellikleri ve bu özelliklerden ortaya çıkan bazı sorunları bulunmaktadır.

İnşaat endüstrisinin diğer ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de genel ekonomiyi itici ve geliştirici niteliği göz önüne alındığı takdirde bu endüstri dalındaki muhasebenin karşı karşıya olduğu sorunların çözülmesi ve endüstrinin etkin bir muhasebe sistemine kavuşturulması önemlidir.

2.2. İnşaat İşletmelerinde Maliyet Hesabı Modelleri

Maliyet hesabı modellerine yönelik sistemleştirme çabalarındaki davranış pratikte egemen olan ve ağırlıklı olarak işletmelerde kullanım alanı bulan önemli modellerin sistemleştirilmesine yönelmektir. Bu amaçla bazı temel ayırım ölçütlerine göre farklı modeller genel olarak tanıtılmaya çalışılacaktır (2).

2.2.1. Hesapların Yapıldığı Zamana Göre Ayırım

Hesapların yapıldığı zamana bağlı olarak maliyet hesabı modelleri geçmişe dönük maliyet hesabı ve geleceğe yönelik maliyet hesabı olarak ikiye ayrılmaktadır. Geçmişe dönük maliyet hesabının amacı tamamlanmış faaliyetlerin sayısal olarak saptanmasıdır ve kural olarak, daima bir fiili maliyet hesabı niteliğindedir.

Ürün ya da hizmetlerin (ürün birimlerinin) maliyetlerinin belirlenmesine yönelik geçmişe dönük maliyet hesapları kesin maliyet hesabı olarak adlandırılmaktadır. Kesin maliyet hesabı ya tüm üretim sürecinin sonunda, ya da bu üretimin alt seviyelerinde yapılmaktadır. Özellikle üretim sürecinin uzun sürmesi durumunda ara hesapları

yapılması önem kazanmaktadır. Böylece üretim tamamlanmadan maliyetlerin büyüklüğü konusunda fikir elde edilebilmektedir.

Geleceğe yönelik maliyet hesabının maddesel içeriği ise gelecekte yapılacak bir hizmetin (faaliyetin) planlanan standart miktarları yer almaktadır. Bu miktarlar hesaba iki farklı biçimde girebilmektedir. Bunlar ya gelecekte beklenen tahmini büyüklükler, ya da gelecekte olması istenen standart büyüklüklerdir. Bu maliyetler de döneme ilişkin büyüklükler ve ürün veya hizmete ilişkin büyüklükler olabilmekte, bu nedenle geleceğe yönelik maliyet hesapları döneme ilişkin olarak maliyet planlaması, ürün veya hizmete ilişkin olarak da ön maliyet hesabı şeklinde ayrılmaktadır.

Bir dönem hesabı olarak maliyet planlamasının görevi tüm işletme veya işletmenin belirli hizmet alanları için tüm maliyetleri veya maliyetlerin bir kısmını önceden belirlemektir. İleriye dönük saptanan bu maliyetler hizmet alanlarının yöneticilerine standart maliyet verileri olarak gösterilmektedir.

Dönem sonunda ileriye dönük maliyetler (standart veya tahmini maliyetler) gerçekleşen fiili maliyetlerle karşılaştırılmakta ve sapmalar analiz edilmektedir. Bu şekilde oluşturulmuş maliyet hesabı modelleri standart maliyet hesabı ve tahmini maliyet hesabı olarak isimlendirilmektedir. Ön maliyet hesabı ise fiyatların belirlenmesinde ve fiyat tekliflerinin yapılmasına yardımcı olmakta ve olası ürün veya hizmet maliyetlerini, kesin maliyet hesabının sonuçlarını ve gelecekte beklenen maliyet değişimlerini dikkate alarak, belirlemektedir.

2.2.2. Birim Maliyetlerinin Hesaplanması Biçimine Göre Maliyet Hesabı Modelleri

Ürünlerin maliyetlerini belirlemede kullanılan muhasebe sistemleri, üretim faaliyetlerinin niteliğine göre sınıflandırıldığında, safha maliyeti sistemi ve sipariş maliyeti sistemi olmak üzere ikiye ayrılır:

Safha maliyeti, bir birini izleyen çeşitli safhalar halinde ve genellikle sürekli olarak aynı tür veya bir birine benzer ürünler elde eden sanayi kollarında uygulanmaktadır. Bunlarda birim maliyetin bulunması için safha maliyetlerinin toplamını o safhada imal edilen birim sayısına bölmek gerektiğinden Alman literatüründe "(Divissions kalkulation) denilmekte, eğer aynı safhada birden fazla ürün üretiliyorsa "katsayılı bölme yöntemi" uygulanmaktadır.

Sipariş maliyeti sistemi, yapımı belirli özelliğe sahip olan ve her sipariş için maliyet öğelerinin ayrı ayrı izlenmesi gereken bir maliyet sistemi olmaktadır. İnşaat işletmeleri işlerinin de her birinde projelerin maliyetlerinin ayrı ayrı izlenmesini gerektiğinden, inşaat endüstrisinde maliyetlerin bulunmasında sipariş maliyeti sistemi kullanılır. Sipariş maliyet sistemi, proje maliyetlerini kontrol edebilmek için gerekli bilgileri toplama işini üstlenir. Bu nedenle, bu sistem bir gözleme sistemi olmakta ve tahmini maliyetlerin belirleme esaslarına uygun olarak fiili maliyetleri zamanlı bir şekilde geri bildirim ile yönetime hizmet eder (3).

3. MALİYET HESAPLARI VE İŞLEYİŞİ

Maliyet hesapları, mal ve hizmetlerin planlanan biçim ve niteliğe getirilmesi için yapılan giderlerin toplandığı hesaptır (4). Tekdüzen Muhasebe Sisteminde uygulamada esneklik sağlaması için maliyet hesapları 7/A ve 7/B olmak üzere iki seçenek sunulmuştur .Bu seçeneklerden sadece 7/A seçeneği tanıtılacaktır.

7/A seçeneğinde giderler esas defterlerde fonksiyon esasına göre izlenir. Eş zamanlı kayıt yönteminin önerildiği bu seçenekte giderler, yapıldıkları anda esas defterlerde fonksiyon esasına göre izlenir. Bu giderler aynı zamanda yardımcı defterlerde çeşit esasına ve ilgili gider yerlerine göre izlenir.

Eş zamanlı kayıt yönteminin uygulanmasıyla; hem inşaatlara yüklenen maliyetler, hem de maliyetlerin türlerini her aşamada görmek, bu konuda bilgi sahibi olmak mümkün olmaktadır(1). Yıllara yaygın inşaat ve onarım işiyle ilgili "Muhasebe akış şeması" fonksiyonel olarak Şekil 1'de verilmiştir.

3.1. Yıllara Yaygın İnşaat İşletmelerinde Maliyet Hesapları

7/A seçeneğinde maliyet hesapları aşağıdaki gibi bölümlenmiştir.

170 YILLARA YAYGIN (A) İNŞAATI MALİYETİ

- 17001 İlk madde ve malzeme giderleri
- 17002 İşçi ücret ve giderleri
- 17003 Memur ücret ve giderleri
- 17004 Dışarıdan sağlanan fayda ve hizmetler
- 17005 Çeşitli giderler
- 17006 Vergi, resim ve harçlar
- 17007 Amortisman ve tükenme payları
- 17008 Finansman giderleri
- 17009 Ortak giderlerden verilen paylar

179 TAŞERONLARA VERİLEN AVANSLAR

- 17901 A İnşaatı Taşeronları

350 YILLARA YAYGIN İNŞAAT VE ONARIM HAKEDİŞLERİ

- 350 (A) İnşaatı onarım hakedişleri
- 350011 Nolu Hakedişleri

740 HİZMET ÜRETİM MALİYETLERİ

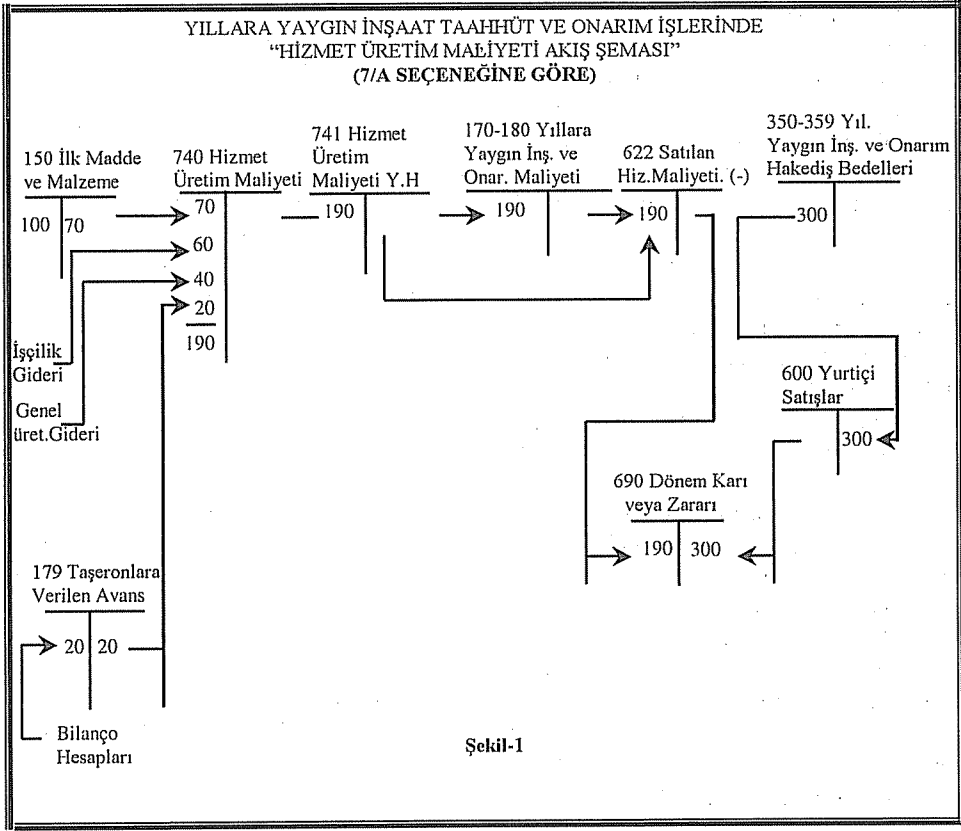
- 01 İlk madde ve malzeme kullanımı
- 010 Çimento
- 011 Kum- Çakıl
- 012 Tuğla, Kiremit
- 013 İnşaat Demiri
- 016 Karo, Fayans
- 018 Doğrama, Özel Cephe Malzemeleri
- 02 Yardımcı Malzemeler
- 03 İşletme Malzemeleri
- 740 1 İşçi ücret ve giderleri
- 740 2 Memur ücret ve giderleri
- 740 3 Dışarıdan sağlanan Fayda ve hizmetler
- 740 4 Çeşitli giderler
- 740 5 Vergi, resim ve harçlar
- 740 6 Amortisman ve tükenme payları

741 HİZMET ÜRETİM MALİYETİ YANSITMA HESABI

742 HİZMET ÜRETİM MALİYETİ FARK HESAPLARI

75 AR-GE GİDERLERİ

76 PAZARLAMA SATIŞ ve DAĞITIM GİDERLERİ



4. İNŞAAT İŞLETMELERİNDE MALİYET ÖGELERİ

4.1. Malzeme Maliyetleri

Direkt İlk madde ve malzeme maliyetleri; belli bir yapı işiyle doğrudan ilişki kurulabilen ve belirli bir dönem içinde tüketilen veya tüketilmemişse belli bir yapı için satın alınıp nesnel olarak benzer gereçlerden ayırt edilebilen tüm malların maliyeti olarak tanımlanabilir (5). İnşaatların niteliğine göre kullanılan malzeme türlerinde değişiklikler söz konusu olacaktır. Örneğin konut inşaatlarında kullanılmakta olan direkt malzeme maliyetleri kum, çakıl, demir tuğla, kereste v.b. malzemeler aklımıza gelmektedir.

Endrekt İlk Madde ve Malzeme Maliyeti; direkt ilk madde ve malzeme dışında kalan, yapı üretiminde kullanılan, en çok hangi yapıda ne kadar tüketildiği saptanamayan ilk madde ve malzemelerdir.

Endrekt ilk madde ve malzemelerin üretilen yapılarla ilişkisi yönünden 2'ye ayrılabilir.

- Yardımcı madde ve malzemeler (Tel, çivi, ağaç tutkalları vb.)
- Diğer malzemeler (Elektrik malzemeleri, İş makinelerin yağları vb.)

İlk madde ve malzeme maliyetlerinin saptanması ve imalata yüklenmesi konusu incelenirken, şu soruları göz önünde tutmak yararlı olabilir (6).

a-Maliyetler hangi belgelerle saptanmaktadır?

b-Maliyet saptandıktan sonra, imalata yükleninceye kadar nasıl bir yol izlemekte ve ne gibi kayıtlar yapılmaktadır?

Bu konuların her işletmenin teknik ve idari yapısına göre farklı özellikler göstereceği açıktır. Bu nedenle, her tip ve irilikteki işletmeler için geçerli olabilecek belgeler veya kayıt yöntemleri saptamaya olanak yoktur. Sorun bu açıdan ele alındığı zaman, herhangi bir maliyetin saptanması ve imalata yüklenmesi konusunda şu genel esaslar üzerinde durulabilir:

1. Kullanılacak belgeler, izlenecek yol, asıl kayıtlardan önceki hazırlık işlemleri ve tutulacak kayıtlar kolay, hızlı ve sağlıklı bir maliyet hesabına olanak vermelidir.
2. Kayıtların tutulma şekli ve sonradan düzenlenecek çeşitli çizelge ve tablolar hızlı ve sağlıklı bir maliyet kontrolünü kolaylaştırmalıdır.

4.1.2. Üretimde Kullanılan İlk Madde ve Malzeme Maliyetlerinin Hesaplanması

Kullanılan ilk madde ve malzeme maliyetlerinin, inşaat taahhüt ve onarım işinin maliyetini önemli ölçüde etkilediğinden, söz konusu maliyetin sağlıklı, gerçeğe uygun saptanması için, ilk madde ve malzeme hareketlerinin “Stok Kartları” yoluyla izlenmeleri zorunlu duruma gelmiştir.

Uygulamada her ilk madde ve malzeme için ayrı bir stok kartı tutulmaktadır. Bu bölümlerde işletmeye “giren, çıkan ve kalan” ilk madde ve malzemeler, birim fiyat ve tutar ayrı ayrı izlenir. İlk madde ve malzemelerin ayrı ayrı değerlendirilmesinde çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden yaygın olanları şöyle sıralayabiliriz (7).

- İlk giren ilk çıkar yöntemi (FIFO)
- Son giren ilk çıkar yöntemi (FIFO)
- Dönemsel ortalama yöntemi
- Ağırlıklı ortalama yöntemi

Dönemsel ortalama yöntemi için örnek

Bu yöntemde ilk madde ve malzemenin dönemsel ortalama birim maliyeti üretim dönemi sonunda bulunur. Dönemin ilk madde ve malzeme giriş maliyetleri toplamı; dönem içindeki giren toplam ilk malzeme ve miktarına bölünmek suretiyle dönemsel ortalama birim maliyet saptanır. Dönem ilk madde ve malzemelerin tamamı bu maliyet üzerinden üretime gönderilir. Bu yöntemde; dönemde kullanılan ilk madde ve malzemenin birim maliyetleri sabit kalmaktadır. Bu, mamul fiyatındaki değişiklikleri de ortadan kaldıracığından, tüketici üzerindeki etkisi olumlu olacaktır. Yukarıdaki örnek, bu yöntemde uygulanarak; ilk madde maliyeti saptanmaya çalışılacaktır.

*YAPI ÜRETİMİNDE MALİYET MUHASEBESİ VE VERGİLENDİRME
UYGULAMALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ*

Kum-Çakıl		(000 TL)						Birimi :M ³		
Tarih	Açıklama	Giren			Çıkan			Kalan		
		Miktar M ³	Fiyat	Tutar	Miktar M ³	Fiyat	Tutar	Mikt M ³	Fiyat	Tutar
5.10.97	Alış	3000	1.000	3.000.000	--	--	--	3000	1.088	3.264.000
31.10.97	Ür. Sevk.				2500	1.088	2.720.000	500	1.088	544.000
17.11.97	Alış	2000	1.200	2.400.000	--	--	--	2500	1.088	2.720.000
17.11.97	Nakl.	2000	20	40.000	--	--	--	2500	1.088	2.720.000
30.11.97	Ür. Sevk.				2400	1.088	2.611.200	100	1.088	108.800
Toplam		5000	--	5.440.000	4900	--	5.331.200	100	1.088	108.800

Bu yöntemin uygulanması durumunda;

- a- Üretime gönderilen ilk madde ve malzeme maliyeti:.....5.331.200
b- Dönem sonu ilk madde ve malzeme stok maliyeti:.....108.800

4.2. İşçilik Maliyetleri

Malzeme maliyetlerinden sonra inşaat maliyetlerinin en önemli ögesi, işçilik giderleridir. Ülkemizde işçilik maliyetlerinin tüm inşaat maliyeti içindeki payı %20 dolayındadır. İşçilikler maliyet gideri olarak direkt ve endirekt işçilik maliyetleri şeklinde sınıflandırılır (8).

Direkt İşçilik Maliyetleri; Direkt işçilik maliyetlerinin tüm inşaat maliyetleri içinde önemli tutarlara ulaşması ve bu maliyetler inşaatta kullanılan malzemelerin amacına uygun ve verimli bir şekilde kullanılmasıyla yakından ilgili olduğu için direkt işçilik maliyetleri dikkatle izlenmesi gereken bir maliyet ögesi olmaktadır (3). Direkt işçilik maliyetleri, “maliyet birimlerinde teşhis edilebilen ve maliyetlere doğrudan yüklenebilen işçilik” olarak tanımlanmaktadır (örnek : Duvarcılar, sıvacılar, boyacılar, kaynakçılar, düz işçiler v.b.)

Endirekt İşçilik Maliyetleri; Direkt işçilikler dışında kalan ve dolaylı bir şekilde maliyetlere yüklenebilen işçilikleri kapsar (9). (Örnek: Birden fazla inşaatın yapımında hizmet gören kamyon şoförleri, buldozer, ekskavatör, vinç v.b. araçların operatörlerinin ücretleri vb.)

4.2.1. İşçilik Miktarının Saptanması

İşçilik miktarının saptanmasında ele alınan ölçü birimi daima ücret saatlerdir. Bunlar inşaat imalatları için harcanan saatlerdir ve pratikte “hizmet saatleri” ya da üretim saatlerinin kastedilmesinden dolayı “üretken saatler” olarak adlandırılır. Belirli inşaat işleri (imalatları) için harcanan ücret saatlerin büyüklüğünü değerlendirmek için bu saatlerin iş miktarları ile karşılaştırılması gerekir. Bu durumda belirli bir imalat için harcanan ücret saatlerle, bu imalatların miktarı karşılaştırılarak söz konusu imalatın birim miktarı için ne kadar ücret saat harcadığı belirlenir. Bir birim imalat (1m³ beton , 1m² kalıp vb.) için ne miktarda ücret saatin gerekli olduğunu gösteren değere “tüketim değeri” adı verilir (2).

$$\text{Tüketim değeri} = \frac{\text{Ücret Saatler}}{\text{İş Birimi (m}^2, \text{m}^3, \text{ton vs.)}}$$

Ücret saatlerinin saptanması için gerekli olan belge günlük raporlar olmaktadır. Bu raporlar, işletmenin şantiyelerinde doldurulan raporlardır. Tekrarlamak gerekirse, ücret ödemeleri, belirli imalatlar için harcanan saatlerin saptanması, ön keşif hesaplarına veri oluşturmak, gerek- gerçek karşılaştırmalarına veri oluşturmak için gerekli belgelerdir.

4.2.2. İşçilik Maliyetlerinin Saptanması

İnşaat işletmeleri kural olarak emek yoğun işletmeler olarak tanımlanabilmekte, bu nedenle de ücretlerin saptanması ve bunların maliyet yerlerine dağıtılması önemli bir problem olmaktadır. İnşaat işletmelerinin pek çoğunda ücretlerin dağılımı ortalama ücretler esas olarak yapılmaktadır. Ancak inşaat işlerinde işçilerin belirli bir maliyet yerinde çalışması söz konusu olmadığından, belirli hesap dönemleri içinde, ücretlerin hesaplanması ve dağıtımında problemler çıkarmaktadır. Bu sorunları minimize edebilmek amacıyla aşağıdaki yöntem yararlı olacaktır. Bu yöntemde esas olarak iki raporlama belgesi kullanılması gerekmektedir.

1-personel brüt ücret formu,

2-maliyet yeri brüt ücret listesidir.

İşçi ücretlerinin, "İşçilik giderleri hesabı" altında toplanmasının, sosyal sigortalar ve vergi mevzuatı yönünden gerektiren durumlar vardır. Ayrıca, müteahhit firma, işçi ücretlerini ayrı bir hesapta izlemekle, işçilik giderlerinin tutarlarının ve diğer inşaat giderleri arasındaki payını dilediği an kolayca öğrenebilir.

Sosyal Sigortalar Kurumu yönünden konunun önemi, "Asgari işçilik" hesaplaması yönündedir. Asgari işçilik hesaplamasında kriter; işçilik giderlerinin, tüm inşaat maliyeti içindeki payı belirli bir yüzde oranında aranmaktadır. Genellikle, tüm inşaat maliyetinin %16'sı olarak belirlenen bu oran çeşitli iş kollarına göre değişebilmektedir. İşçilik giderlerinin ayrı bir hesapta izlenmesi işveren yönünden, bildirilmesi gereken asgari işçiliğin bildirilip bildirilmediğinin denetimi yönünden kolaylık sağlar.

İnşaat işlerinde, ayrı bir işçilik ya da işçilik giderleri hesabının açılmasının vergi mevzuatı yönünden birinci yararı, işçilere yapılan ödemelerin ve bunlardan yapılan kesintilerin (Gelir vergisi, damga vergisi, sosyal sigortalar primi işçi payının) kolayca izlenmesine olanak sağlamasıdır (10).

4.2.3. Taşeronlara Yaptırılan İşler Maliyeti

Taahhüt edilen inşaat işinin bazı bölümlerinin, sorumluluk ana taahhüt işletmesinde kalmak üzere taşeronlara devredilmesinin çeşitli nedenleri vardır. Bunlar aşağıdaki gibi özetlenebilir (3).

a-Taşeronlar inşaat endüstrisinin bazı alanlarında uzmanlaşmış elemanlara sahiptirler. Bu nedenle o alanlara giren işleri daha kaliteli ve ekonomik olarak yaparlar.

b-İnşaatın bazı bölümlerinin yapılması özel makine ve teçhizatın kullanımını gerektirir. Bu araçlara sahip taşeronlara iş yaptırmak, onları satın almaktan daha ekonomik olabilmektedir.

c-Taahhüt edilen işlerin bir bölümünün taşeron firmalara devredilmesi finansal riskin dağıtılmasına ve sermaye yetersizliğinin giderilmesine olanak sağlar.

Bir işletmenin dönemler arasında değişen taşeron hizmet giderleri, dışarıya yaptırılan işlerin farklı hacimlerini göstereceğinden, iyi bir maliyet muhasebesi sistemi, bu değişmelerin nedenleriyle ilgili bilgileri de sağlayabilmelidir. Böylesine çeşitli

nedenlerden etkilenen taşeron hizmet giderlerinin, özellikle işletme tarafından tümüyle denetlenebilmelerinin olanaksızlığı nedeniyle, iyi izlenmeleri gerekmektedir. Taşeron hizmetleri ile ilgili gerekli bilgiler çizelge 4.2.3’de gösterilmiştir(5).

Çizelge 4.2.3. Taşeron Hizmet Giderleri (5).

Yapıya ait Bilgi ve no:		Kapsadığı sürenin tarihi			
Taşeron İşletme	İş Sınıfı	Taahhüt Tutarı	Alınan Güvenceler	Tahakkuklar	Ödemeler
TOPLAMLAR					

4.3. Genel Üretim Giderleri

Giderlerin ayrıntılı biçimde sınıflandırılmaları, işletmede başarılı bir maliyet muhasebesi sistemi kurulabilmesine bağlıdır. Özellikle yapı işletmelerinde bu amaca ulaşmak pek kolay olmamaktadır. Bunun gerçekleştirilmesi durumunda, ayrıntılı sınıflama yalnızca giderlerin yakından izlenmesi değil teklif çalışmalarında tutarlı bir baza oturması, gerekse teklifte öngörülen maliyetlerle gerçekte oluşan maliyetlerin sürekli karşılaştırılabilmeleri olanağını sağlayarak, bu sınıflardaki olumlu veya olumsuz sapmaların saptanabilmelerini de kolaylaştıracaktır.

Sanayi işletmelerinde üretim giderleri olarak adlandırılan endirekt maliyetler, inşaatla ilgili olmakla beraber belirli görevlere yüklenmeleri güçlük yaratan ve direkt işçilik, malzeme, donatım ve taşeron hizmet giderleri dışındaki maliyetler olmaktadır (3).

Genel üretim giderleri;

- Üretim ve hizmet maliyeti ile ilgili bir gider niteliği taşıması,
- Çeşit ve diğer yönü ile doğrudan doğruya değil ancak dağıtım yoluyla üretim ve hizmet maliyetlerine yansıtılabilir nitelikte olması gerekir.

Genel üretim giderleri ile ilgili gider türleri şunlardır.

- Endirekt ilk madde ve malzeme (İşletme malzemeleri vb.)
- Endirekt işçilikler (Araç çalıştıranların ücretleri, gözetmen maaşları, vb.)
- Dışarıdan sağlanan fayda ve hizmetler (Elektrik, gaz, su giderleri, vb.)
- Çeşitli giderler (Sigorta, kira vb. giderler)
- Vergi resim ve harçlar
- Amortisman ve tükenme payları, Bakım-onarım maliyetleri

Genel üretim giderlerinin dağıtımını üç şekilde yapılmaktadır (11).

1. Maliyet türlerinin maliyet yerlerine dağıtılması,
2. Yardımcı maliyet yerlerinde toplanan maliyetlerin esas maliyet yerlerine dağıtılması,
3. Esas maliyet yerlerinde toplanan maliyetlerin o daire içinde üretilen imalatlara dağıtılması.

(1). Maliyet Türleri Maliyetlerinin Maliyet Yerlerine Dağıtımı

Muhasebedeki maliyet türleri hesaplarından alınan aylık toplamların maliyet yerleriyle ilişkisi farklı olabilir.

Maliyetler bu bakımdan iki kısma ayrılabilir.

1. Hangi maliyet yerlerine ait oldukları belli olan maliyetler: Örneğin bir üretim departmanında çalışan ustabaşının aylığı, belirli bir üretim bölümü için ambardan çekilen malzeme veya bir departmandaki makinelerin amortismanı, maliyet yerlerine dolaysız olarak yüklenebilecek maliyetlerdir.
2. Belirli bir maliyet yerini değil, fakat bir çok maliyet yerini ilgilendiren ortak maliyetler: Örneğin, türlü bölümler için taşıma ve temizlik işleri yapan personelin ücretleri, binalara ait amortismanlar, vergiler bu tür maliyetlerdendir (12).

(2). Yardımcı Maliyet Yerleri Maliyetlerinin Esas Maliyet Yerlerine Dağıtımı

Maliyet türleri hesapları maliyet yerlerine tümüyle dağıtılıp maliyet yerlerinin toplamı alındıktan sonra, yardımcı maliyet yerleri maliyetlerinin esas maliyet yerlerine dağıtımına başlanır. İnşaat işletmelerinde bu yardımcı maliyet yerleri; idare, atölyeler, malzeme ambarı, taşıt parkı, araç-makine parkı, yemekhane vb. şekilde oluşturulabilmektedir.

Çalışmamızda yardımcı maliyet yerlerinin esas maliyet yerlerine dağıtılmasında iki yöntem üzerinde durulmuştur. Bunlar;
a-Kademeli yöntem, b-Planlı yöntem

(3). Esas Maliyet Yerlerinde Toplanan Maliyetlerin O Daire İçinde Üretilen İmalatlara Dağıtılması

Bilindiği gibi üretim maliyeti, Direkt malzeme, direkt işçilik, taşeron giderleri ve genel üretim giderlerinden oluşmaktadır. Burada direkt giderler maliyete doğrudan yüklenecek, genel üretim giderleri ise dağıtım ölçülerine göre yansıtılacaktır.

Genel üretim giderlerinin gider yüklenenlere dağıtımında dağıtım anahtarları (D.İşçilik Giderleri, D. Malzeme Giderleri, D.İşçilik Saatleri, D.İşçilik+D. Malzeme Giderleri, Makine Saatleri) veya önceden saptanmış (standart veya tahmini) yükleme oranları kullanılabilir. Önceden saptanmış yükleme oranları için her maliyet dönemi başında tahmini genel üretim giderleri hesaplanır ve genel üretim giderlerinin dağıtımında kullanılacak tahmini bir dağıtım anahtarı belirlenir. Buna göre bulunacak yükleme oranı, dağıtım anahtarında alınan gerçek dağıtım ölçüsü ile çarpılır ve uygulamada maliyetler yüklenen tutarlar ile gerçekleşen tutarlar arasında farklar olabilir. Bu farklar ya gelecek dönemlere devredilir, ya da kar-zarar hesabına devredilerek kapatılır.

Örnek: Bir inşaat işletmesinde çevre duvar üretimi için üç tür imalat gerçekleşmiştir (Hafriyat, Temel, B.A Perde Duvar). Ocak ayında muhasebeden alınan bilgiye dayanarak şu sonuçlar elde edilmiştir (13).

Esas üretim gider yeri (A Şantiyesi)

Direkt malzeme giderleri	24.000.000
Direkt işçilik giderleri	30.000.000
Genel üretim giderleri	75.000.000
Toplam	129.000.000 TL.

Üretimle ilgili diğer bilgiler şöyledir.

	Hafriyat	Temel	B.A Perde Duvar	Toplam
Direkt malzeme giderleri	9.600.000	8.000.000	6.400.000	24.000.000
Direkt işçilik giderleri	12.000.000	13.000.000	5.000.000	30.000.000
Direkt işçilik saatleri	3.000	4.000	3.000	10.000
Üretim miktarları (m ³)	120 m ³	100 m ³	80 m ³	300 m ³

Genel üretim giderleri yüklenme oranı bu örnekte direkt işçilik giderleri ile orantılı dağıtım yöntemi kullanılarak dağıtım yapılacaktır.

Genel üretim giderleri	75.000.000 TL.
Toplam direkt işçilik gideri	30.000.000 TL.
G.Ü.G yüklenme oranı	: $75.000.000 / 30.000.000 = 2.5$
Hafriyat için	: $12.000.000 \times 2.5 = 30.000.000$ TL
Temel için	: $13.000.000 \times 2.5 = 32.500.000$ TL
B.A. Perde Duvar için	: $5.000.000 \times 2.5 = 12.500.000$ TL.

(A) İnşaatı Çevre Duvarı Üretimi

Gider Yüklenen	Mamul Mallar			Toplam	Fark
	Hafriyat	Temel	B.A Perde Duvar		
Gider Türleri					
Direkt Malzeme	9.600.000	8.000.000	6.400.000	24.000.000	
Direkt İşçilik	12.000.000	13.000.000	5.000.000	30.000.000	
Genel Üretim Gideri	30.000.000	32.500.000	12.500.000	75.000.000	
Toplam	51.600.000	53.500.000	23.900.000	129.000.000	

5. YAPI ÜRETİMİNDE MALİYET MUHASEBESİ SİSTEMİNİN UYGULANMASI

İnşaat işletmelerinde imal edilen yapıların her birinde projelerin maliyeti ayrı ayrı izlenmesi gerekir. Bu nedenle, çalışmamızda kullanılacak olan muhasebe sistemi, inşaat endüstrisinde maliyetlerin bulunmasında sipariş maliyeti sistemi olacaktır(3). Sistem üç temel amaca sahiptir.

Bunlar: (1) fiili maliyetlerin tespiti, (2) Fiili maliyetlerle tahmini maliyetlerin karşılaştırılarak inşaat maliyetlerinin kontrolü ve (3) gelecekteki projelerin tahmininde kullanılmak üzere verilerin toplanmasıdır.

Bir işletme tarafından yapıyı sürdürülen çeşitli taahhütlerinin her biri veya bunların bölümleri, başlıca denetim ve maliyet merkezleridir. Sipariş maliyeti uygulayan yapı işletmelerinde, taahhüt maliyetleri öncelikle D.İ.Ş giderleri, D. Malzeme giderleri, Taşeron hizmet giderleri, Donatım giderleri ve diğer direkt giderler, Endirekt giderler olarak maliyet öğelerine ayrılır (5).

Sipariş maliyeti sistemi uygulamasında her taahhüt ayrı ve farklı bir maliyet merkezi oluşturacağından her bir işle ilgili faaliyetlerin ve bu faaliyetlere ilişkin giderlerin izlenmesinde yarar vardır. Bu nedenle hem faaliyetler hem de kapsadıkları giderler

önceden belirlenmelidir. Gerekli görüldüğü takdirde faaliyet sınıfları içerdikleri işlemlere göre sınıflandırılabilir.

Maliyet öğelerine ilişkin bilgiler, sipariş maliyet kartlarında toplanır. Bu kartlara geçirilen bilgilere ise; işçilikler için şantiyede tutulan zaman çizelgeleri, malzemeler için satın alma emirleri veya faturalar, taşeron hizmetleri için onların gönderdikleri faturalar, donatımlar için ise eğer kiralanmışlarsa yapıda kullandıkları sürenin kira tutarı, işletmenin mülkiyetinde iseler yapılara tahsil edilen süreler kaynaklık ederler. Endirekt giderlerden yapıya düşen payın kesin olarak gerçeklerden uzaklaşmaması için dönem içinde önceden saptanan ölçüler dağıtım anahtarları aracılığıyla yapıya yükleme yapılır. Çizelge 3.1. her yapıya ilişkin sipariş maliyetlerini toplu olarak izlemek üzere kullanılabilir.

Çizelge 5.1. Sipariş Maliyet Kartı

YAPI ADI VE NO.						
Tarih	Açıklama	D. İşçilik Giderleri	Direkt Matz. Giderleri	Taşeron Hiz. Giderleri	Donatım ve Diğ. Direkt Giderler	Endirekt Giderler

5.1. Teklif Çalışmalarında Maliyet Öğelerinin Tahmini

Tahmin, yapılması düşünülen bir projeye ilgili olarak gereksinmelerinin önceden belirlenme faaliyeti olarak tanımlanabilir. İnşaat işlerinde tahmin işlemi işletme yönetiminde hayati bir öneme sahiptir. Çünkü, işletmenin anlamlı bir teklif fiyatı belirleyebilmesi ve bir maliyet kontrol sistemi kurabilmesi için sağlıklı olarak yapılan bir tahmin işlemine gereksinim vardır. Diğer bir ifade ile, işletmeler tahmin işleminin başarı derecesine bağlı olarak uygun teklif fiyatlarını belirleyebilirler ve böylece maliyet kontrollerinde kullanabilecekleri standartları oluşturabilirler (3).

Fiili ve tahmini inşaat maliyetlerinin karşılaştırılarak kontrol edilmesi için, maliyetlerin tahmin edilmesi ile hesaplara kaydedilmesi arasında iyi bir koordinasyon gereklidir. Bu nedenle, inşaat maliyetlerinin tahmini sırasında, büyük ölçüde maliyet muhasebesince hazırlanan bilgilerden yararlanılacaktır.

Bir biriyle sürekli etkileşim içinde bulunan maliyet tahmini ve maliyet muhasebesinin uyumlu bir şekilde çalışabilmesi için, bu iki alanda kullanılan iş birimleri (ya da iş sınıfları) ve her bir iş birimine ilişkin maliyet öğelerinin aynı sistematik içinde olması gerekecektir. Bu nedenle, burada öncelikle tahmin işlemi sırasında kullanacağımız iş sınıflarını belirleyeceğiz. Sözü edilen iş sınıfları kuracağımız maliyet muhasebesi sisteminde maliyet merkezlerini oluşturacaktır. Daha sonra, yapılacak iş ölçümü ve fiyatlandırma işlemi takiben hazırlanacak maliyet özeti ile tahmin işlemi sona erecektir.

5.2. İş Sınıflarının Belirlenmesi

Maliyet kontrolü amacına hizmet edebilecek bir tahminin yapılabilmesi için, yapımı düşünülen inşaata ait projenin iş sınıfına ve her iş sınıfının da alt bölümlerine gereksinimiz olacaktır. Diğer bir anlatımla, proje, inşaat endüstrisinde çalışan iş kolunun özelliklerine bağlı olarak alt iş sınıflarına ayrılacak ve her bir alt iş sınıfı

itibariyle daha önce belirlediğimiz maliyet öğeleri esas alınarak tahmin işlemi yapılacaktır (8).

Maliyet sisteminde, maliyet merkezleri (aynı zamanda maliyet birimi) olarak yer alacak bu iş sınıflarını, bir konut inşaatı için aşağıdaki şekilde örneklebiliriz:

- | | |
|---------------------------------------|--|
| 1- İnşaat alanı hazırlaması, | 8-Boya ve badana işleri, |
| 2- Hafriyat ve beton işleri, | 9-Sıhhi tesisat-pis su, temiz su tesisatı, |
| 3- Duvar Örme, | 10-Isıtma, |
| 4- Kapı, pencere v.b. doğrama işleri, | 11-Elektrik, |
| 5- İnce marangozluk işleri, | 12-Diğer teçhizat, |
| 6- Madeni işler, | 13-Bahçe düzenlemesi, |
| 7- Endrekt maliyet giderleri | |

Bu sınıflamada “endrekt maliyet giderleri” gerçek anlamda bir üretim işlemi olmadığı halde teklif kolaylığı açısından ayrı bir iş sınıfı olarak kabul edilmektedir. Hesap planında bu sayılan iş sınıfları, maliyet merkezleri olarak yer alırken, her maliyet merkezinin altında ilgili maliyet öğeleri yer alacaktır (Çizelge 3.2). 1 nolu inşaatı tahmin işleminde de görüldüğü gibi, daha önce belirtilen tüm iş sınıflarına ait aynı şekilde tahmin işlemi yapılacaktır. Tahmin işlemi sırasında, maliyet öğeleri de daha önce yapılan sınıflandırmaya uygun olarak alınmaktadır Ancak, endirekt maliyetler ve genel yönetim giderleri, iş sınıfları itibariyle yapılacak tahmin işlemi sonucunda hazırlanacak olan maliyet özeti tablosuna eklenecektir.

5.3. Tahmini Maliyet Özeti Tablosunun Hazırlanması

“İnşaat alanı hazırlanması” iş sınıfına ait örnek tahminde görüldüğü gibi, diğer tüm iş sınıflarının tahmini maliyet özetleri de belirlendikten sonra, aşağıdaki gibi maliyet özeti tablosu hazırlanabilir (Çizelge 3.3). Endrekt maliyetler, tahmini maliyet özet tablosuna tek bir kalem halinde verilebileceği gibi, bu maliyet öğesi herbir iş sınıfı için ayrı ayrı da eklenebilecektir.

Çizelge 5.2. Faaliyetlerin Ayrıntılı Dökümü, Biçim ve İçerikleri: (5).

Tablo No: 1		İnşaatın Adı : (1) Nolu İnşaat							
Tarih :		İş Sınıfı : İnşaat alanı hazırlaması							
İş Alt Sınıfı	Taraşon	Gereç ve Donatım					İşçilik		
		Gereç		Donatım		Toplam	Birim	fiyat	Toplam
		Birim	fiyat	Birim	fiyat				
1.Arazilerin temizlenmesi									
2.Üst toprağın alınması									
3. Delme, patlatma									
4. Toprağı Kaldırma									
5.Temel çukurunun aç.									
6.Temelatmaya ve haz.									
TOPLAM									

Çizelge 5.3. Tahmin Belgesi (13).

TAHMİN BELGESİ							
Proje Adı:.....				Tahmin No:.....			
İnşaat Bölgesi :				Sayfa No:.....			
Özetleyen.....		Fiyatlandırılan.....		Tarih:.....			
				Kontrol Eden.....			
Açıklama	Miktar	Birim Ölçü	Birim Fiyat	Toplam Tahmini Mal. M.	Birim Fiyat	Toplam Tahmini İşçilik M.	Toplam
İş sınıfı							
(A) ,,	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
(B) ,,	"	"	"	"	"	"	"
(C) ,,	"	"	"	"	"	"	"
"							
"							
(R) İş sınıfı							
Endrekt Maliyet Giderleri							XX
Genel Yönetim Giderleri							XX
Toplam Tahmini Mal. Kar							XX XX
Teklif Bedeli							XXX

Çizelge 5.4. İş Maliyeti Kartı Örneği (3).

İnşaatın Adı: (1) Nolu İnşaat		Kabul Tarihi :			
Başlama Tarihi :					
Tahmini Bitirme Tarihi :					
Hazırlama Tarihi :					
Maliyet Merkezi	Taşeron	Direkt İşçilik	Direkt Malzeme	End. Maliyet	Toplam
1. İnşaat alanı hazırlaması					
2. Hafriyat,					
3. Duvar Örne,					
4. Kapı, pencere					
v.b. doğrama işleri,					
5. İnce marangozluk işleri,					
6. Madeni işler,					
7. Boya ve badana işleri,					
8. Sıhhi tesisat-pis su,					
temiz su tesisatı,					
9. Isıtma,					
Toplam					
XXX					
Genel Yönetim Giderleri					
XXX					
Toplam İnşaat Maliyetleri					
XXX					

5.4. İşlemlerin ve Maliyetlerin Muhasebeleştirilmesi

Bu safhada, tahmin işlemi sırasında iş sınıfları itibariyle tahmin edilen inşaat maliyetleri, fiili inşaat maliyetleriyle karşılaştırma olanağını sağlayacak muhasebeleştirilebilir duruma gelmiş bulunuyoruz. Muhasebeleştirilmeye geçilmeden önce, sipariş maliyeti sisteminde çok önemli bir yere sahip olan "İş maliyeti Kartı" hakkında kısaca bilgi verilecektir Çizelge 3.4.

İş maliyeti kartları, herbir inşaata ait maliyetleri maliyet merkezleri ve maliyet ögeleri itibariyle ayrı ayrı gösterecek şekilde toplamak amacıyla kullanılan belgeler olmaktadır. Kart üzerindeki maliyetler toplamı belirli bir tarihte ilgili inşaat için gerçekleşen toplam inşaatın maliyetlerini gösterir. Belirtilen tüm bu veriler, daha önce hazırlanan ve tahmin belgesinde yer alan verilerle karşılaştırılarak, analizler yapılır.

6. SONUÇ

Diğer sektörlerden ayrı bir üretim sürecinin yaşandığı inşaat sektöründe; inşaat işletmeleri işlerinin her birinde proje maliyetlerini ayrı ayrı tutmaktadırlar. Bu nedenle inşaat endüstrisinde maliyetlerin hesaplanmasında sipariş maliyet sistemi kullanılması gerekmektedir.

Sipariş maliyet sisteminin kullanılması ile işletme yöneticilerinin ihtiyacı olan bilgiler sağlanarak, gelecekte düşünülen işlerin planlanması için gerekli verilerin toplanmasına yardımcı olacaktır. Böylece fiili maliyetlerle tahmini maliyetlerin karşılaştırılması ile maliyetlerin kontrolü, proje bazında fiili maliyetlerin sağlıklı bir tespiti ve geleceğe yönelik maliyetlerin tahmini için verilerin toplanması sağlanmış olacaktır.

7. KAYNAKLAR

1. Çankaya,İ., "İnşaat Muhasebesi (Yıllara Yaygın, Özel(Yap-Sat) İnşaatlarda)", Ankara, 1998.

2. Çıracı,A.M., "İnşaat İşletmelerinde Maliyet Muhasebesi", İ.Ü. İşletme Fakültesi", İstanbul, 1990.

3. Kartal,A., "Proje Planlama ve Kontrol Tekniklerin İnşaat Maliyet Muhasebesi İle Uyumlaştırılması", Anadolu Üniversitesi, Yayın No: 554/7 Kütahya, 1991.

4. Akdoğan,N., "Tekdüzen Muhasebe Sisteminde Maliyet Muhasebesi Uygulamaları", I.S.M.M.O. Yayın No:11, İstanbul, 1994.

5. Sayarı,M., "Yapı İşlerinde Muhasebe Düzeni, Gazi Üniversitesi Yayınları", No: 32/22 Basın Yayın Yük. Okulu Basımevi, Ankara, 1983.

6. Bursal,N., "Maliyet Muhasebesi", Anadolu Üniversitesi, Yayın No: 476, Eskişehir, 1997.

7. Peker,A., "Modern Yönetim Muhasebesi", İstanbul, 1988.

8. Benligiray,Y., "İnşaat taahhüt işletmelerinde muhasebe sistemi", Eskişehir İktisadi ve Ticari İlimler Akademisi Yayın No: 241/161, Eskişehir, 1981.

9. Öcal,F., "Maliyet Muhasebesi", İstanbul, 1960

10. Kızılot,Ş., "İnşaat Muhasebesi, Vergilendirilmesi, Mevzuatı ve Ölçümleme", Yaklaşım Yayınları, Ankara, 1999.

11. Çetiner,E., "Maliyet Muhasebesi-Teori ve Uygulama", Tutubay Yayınları, Ankara, 1998.

12. Bursal,N., "Maliyet Muhasebesi İlkeler ve Uygulamalar", 3. Baskı, İ.Ü. İŞl. Fak. Mühendislik Enstitüsü, Yayın No: 58/10, İstanbul, 1990.
13. İçel Serbest Muhasebeciler ve Mali Müşavirler Odası, "İnşaat Sektöründe Tekdüzen Muhasebe ve İşçilik", Yayın No: 9, Mersin, 1994.
14. Coombs,W.E., "Construction Accounting and Finanacal", Management. F.W. Dodge Coporativo, New York, 1958.

VİSKOELASTİK DOĞRU EKSENLİ ÇUBUKLARIN DİNAMİK DAVRANIŞI

Faruk Fırat ÇALIM ve Beytullah TEMEL
Ç.Ü. İnşaat Mühendisliği Bölümü, Adana/Türkiye

ÖZET : Bu çalışmada, düzlemi içinde yüklü, lineer viskoelastik malzemeden yapılmış doğru eksenli çubukların zamanla keyfi olarak değişen yükler altında dinamik davranışı incelenmiştir. Çubuk malzemesi, homojen, izotrop, lineer elastik veya viskoelastik olarak kabul edilmiştir. Viskoelastik malzeme durumunda, Laplace uzayında malzeme sabitleri kompleks karşılırları ile yer değiştirilmektedir. Formülasyonda hem elastisite modülünün hem de Poisson oranının kompleks karşılırları kullanılmaktadır. Elde edilen çözümler Durbin'nin sayısal ters Laplace dönüşüm yöntemi kullanılarak zaman uzayına dönüştürülmektedir. Viskoelastik modellerin dinamik davranışı için sayısal sonuçlar grafik formda gösterilmiştir.

DYNAMIC RESPONSE OF VISCOELASTIC STRAIGHT BEAMS

ABSTRACT : In this study, dynamic response of in plane straight beams made of linear viscoelastic material under arbitrary time-dependent loads are investigated. The material of the beam is assumed to be homogeneous, isotropic, linear elastic or viscoelastic. In the viscoelastic material case, the material constants are replaced with their complex counterparts in the Laplace domain. Viscoelastic counterparts of both elasticity modulus and Poisson's ratio are used in the formulation. The solutions obtained are transformed to the real space using the Durbin's numerical inverse Laplace transform method. Numerical results for dynamic response of viscoelastic models are presented in the form of graphics.

1. GİRİŞ

Yapıların zamanla keyfi olarak değişen yükler altında davranışının incelenmesi ve yapı sistemlerinin mukavemet özelliklerinin tespit edilmesi önemli bir mühendislik problemidir. Düzlemsel elastik sistemlere ait zorlanmış titreşim analizi ile ilgili pek çok çalışma mevcuttur. Mühendislik yapılarının hesabında, basitliği nedeniyle malzemeler için elastik kabulü yapılagelmektedir. Gerçekte, kullanılan bu malzemelerin hemen hepsi yapısındaki iç sürtünme nedeniyle az veya çok viskoelastik bünye özelliğine sahiptir. Malzeme davranışını yansıtmaması bakımından viskoelastik bünye bağıntısı, elastik bünye bağıntısından daha gerçekçidir.

Genelde, sistem denklemlerinin çözümü için adım adım integrasyon yöntemleri veya mod birleştirme yöntemleri (1,2) kullanılmaktadır. Bunlardan başka hareket denklemlerinin Laplace veya Fourier dönüşümleri (3,4) alınarak çözümler yapılabilmekte ve bu çözümlere ters dönüşümler uygulanarak gerçek uzayda çözümler elde edilebilmektedir.

Birçok araştırmacı, viskoelastik malzeme davranışının önemini vurgulayarak çeşitli sayıda matematik formülasyonlar vermiş olup viskoelastik malzemelerin sistem davranışına etkilerini araştırmışlardır. Flügge (5), viskoelastik çubukların Laplace dönüşüm uygulamalarını incelemiştir. Findley ve ark. (6), viskoelastik çubukların davranışını idare eden denklemlerin çözümü için süperpozisyon prensibini kullanmışlardır. Christensen (7), viskoelastik kirişlerin dinamik davranışını Fourier dönüşüm uzayında incelemiştir. Chen (8), lineer viskoelastik Timoshenko kirişini göz önüne alarak quasi-statik ve dinamik davranışları araştırmıştır. Hesaplamalarda Poisson oranını sabit alıp sadece elastisite modülünü viskoelastik olarak göz önüne almıştır. Aköz ve Kadioğlu (9), viskoelastik Timoshenko ve Euler-Bernoulli kirişini göz önüne alarak quasi-statik ve dinamik davranışları incelemişlerdir.

Bu çalışmada, lineer viskoelastik malzemedan yapılmış düzlemsel çubuk sistemlerin zorlanmış titreşimi incelenmiştir. Dinamik rijitlik matrisi Laplace dönüşüm uzayında elde edilmiştir. Laplace uzayında elde edilen çözümlerden zaman uzayına geçiş için Durbin'in sayısal ters Laplace dönüşüm yöntemi kullanılmıştır. Viskoelastik malzeme halinde, elastik-viskoelastik analogisi kullanılarak Laplace dönüşüm uzayında malzeme sabitleri kompleks karşılıkları ile yer değiştirilmektedir.

2. HAREKET DENKLEMİ

Tek serbestlik dereceli bir sistem üzerinde D'Alembert prensibi uygulanarak dinamik davranışı idare eden hareket denklemi

$$m \ddot{x} + c \dot{x} + kx = P(t) \quad (1)$$

olarak yazılabilir.

Eğer sistemin serbestlik derecesi birden fazla ise (sistemin hareketi esnasında meydana gelen atalet kuvvetlerini belirlemek için gerekli olan deplasman sayısı birden fazla ise), çok serbestlik dereceli sistem olarak adlandırılır. Çok serbestlik dereceli sistemlerde hareketi idare eden diferansiyel denklem takımı aşağıdaki gibi matris notasyonu ile ifade edilebilir.

$$[M][\ddot{X}] + [C][\dot{X}] + [K][X] = \{F(t)\} \quad (2)$$

Burada, $[M]$ sistem kütle matrisi, $[C]$ sistem sönüm matrisi, $[K]$ sistem rijitlik matrisi, $[X]$ sistem deplasman vektörü ve $\{F(t)\}$ ise sistem yük vektörünü göstermektedir. Sisteme dıştan etkiyen herhangi bir yük yok ise, $\{F(t)\} = \{0\}$, sistem serbest titreşim hareketi yapıyor demektir. Sisteme dıştan etkiyen ve zamanla değişen bir yük var ise, $\{F(t)\} \neq \{0\}$, sistem zorlanmış titreşim yapıyor demektir.

3. ELEMAN RİJİTLİK VE KÜTLE MATRİSLERİ

Düzlemi içinde yüklenmiş tipik bir kiriş için eleman koordinatlarında eleman rijitlik ve kütle matrisleri aşağıda verilmektedir (10).

$$[k] = \begin{bmatrix} \frac{EA}{L} & 0 & 0 & -\frac{EA}{L} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{12EI}{(1+\alpha)L^3} & \frac{6EI}{(1+\alpha)L^2} & 0 & -\frac{12EI}{(1+\alpha)L^3} & \frac{6EI}{(1+\alpha)L^2} \\ 0 & \frac{6EI}{(1+\alpha)L^2} & \frac{(4+\alpha)EI}{(1+\alpha)L} & 0 & -\frac{6EI}{(1+\alpha)L^2} & \frac{(2-\alpha)EI}{(1+\alpha)L} \\ -\frac{EA}{L} & 0 & 0 & \frac{EA}{L} & 0 & 0 \\ 0 & -\frac{12EI}{(1+\alpha)L^3} & -\frac{6EI}{(1+\alpha)L^2} & 0 & \frac{12EI}{(1+\alpha)L^3} & -\frac{6EI}{(1+\alpha)L^2} \\ 0 & \frac{6EI}{(1+\alpha)L^2} & \frac{(2-\alpha)EI}{(1+\alpha)L} & 0 & -\frac{6EI}{(1+\alpha)L^2} & \frac{(4+\alpha)EI}{(1+\alpha)L} \end{bmatrix} \quad (3)$$

burada α kayma deformasyon katkısı ve k kesit faktörü ile ilgili büyüklük olup (4) ifadesinde tanımlanmıştır. Eğer kayma deformasyon etkisi ihmal edilecek ise $\alpha = 0$ alınmalıdır.

$$\alpha = \frac{12EI k}{GA L^2} \quad (4)$$

Düzlemsel çubuk elemanı için, dönme ataleti terimini de içeren tutarlı kütle matrisi aşağıdaki gibi verilmektedir (11).

$$[m] = \frac{\rho A L}{420} \begin{bmatrix} 140 & 0 & 0 & 70 & 0 & 0 \\ & 156 & 22L & 0 & 54 & -13L \\ & & 4L^2 & 0 & 13L & -3L^2 \\ & & & 140 & 0 & 0 \\ \text{simetrik} & & & & 156 & -22L \\ & & & & & 4L^2 \end{bmatrix} + \frac{\rho I}{30L} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ & 36 & 3L & 0 & -36 & 3L \\ & & 4L^2 & 0 & -3L & -L^2 \\ & & & 0 & 0 & 0 \\ \text{simetrik} & & & & 36 & -3L \\ & & & & & 4L^2 \end{bmatrix} \quad (5)$$

Burada E Elastisite modülü, I atalet momenti, L eleman boyu, G kayma modülü, ρ kütleli yoğunluk ve A kesit alanıdır.

Eleman koordinatlarında verilmiş olan bu matrisler tüm sistem için ortak bir takıma göre yeniden düzenlenmelidir. Bunun için aşağıdaki transformasyon işlemi uygulanmaktadır.

$$\begin{aligned} \underline{k}' &= \underline{T}^T \underline{k} \underline{T} \\ \underline{m}' &= \underline{T}^T \underline{m} \underline{T} \end{aligned} \quad (6)$$

Burada \underline{T} , transformasyon matrisi olup düzlemsel çubuk sistemler için aşağıda verilmektedir.

$$\underline{T} = \begin{bmatrix} \underline{t} & \underline{0} \\ \underline{0} & \underline{t} \end{bmatrix}, \quad \underline{t} = \begin{bmatrix} \cos\theta & \sin\theta & 0 \\ -\sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (7)$$

Bu şekilde sistem koordinatlarında elde edilen eleman matrislerinin uygun bileşenleri kullanılarak, kodlama tekniği ile sistem rijitlik ve sistem kütle matrisleri oluşturulmaktadır.

4. SİSTEM HAREKET DENKLEMİNİN LAPLACE DÖNÜŞÜMÜ

Hareket denkleminin sağ tarafı çeşitli tiplerde zamanla değişen dinamik dış yüklerden oluşabilir. Zamana bağlı bir $f(t)$ fonksiyonunun Laplace dönüşümü, $\bar{F}(s)$,

$$L[f(t)] = \bar{F}(s) = \int_0^{\infty} f(t) e^{-st} dt \quad (8)$$

şeklinde tanımlanmaktadır. Burada s , Laplace dönüşüm parametresini göstermektedir. Zamana göre birinci ve ikinci mertebeden türevlerin Laplace dönüşümleri kapalı olarak

$$L[\dot{f}(t)] = s\bar{F}(s) - f(0) \quad (9)$$

$$L[\ddot{f}(t)] = s^2\bar{F}(s) - sf(0) - \dot{f}(0)$$

şeklinde yapılmaktadır.

Zamanla keyfi olarak değişen dış yükler altında elastik haldeki sistem hareket denkleminin Laplace dönüşümü (8) ve (9) tarifleri yardımıyla,

$$s^2 [M]\{\bar{X}\} - s[M]\{X(0)\} - [M]\{\dot{X}(0)\} + [K]\{\bar{X}\} = \{\bar{F}\} \quad (10)$$

şeklinde yapılmaktadır. Burada, $\{\bar{X}\}$ ve $\{\bar{F}\}$ sırasıyla, sistem düğüm deplasman ve yük vektörlerinin Laplace dönüşümleridir. $\{X(0)\}$ ve $\{\dot{X}(0)\}$ ise başlangıç deplasman ve hızlarını göstermektedir. (10) ifadesi yeniden düzenlenirse,

$$[\bar{D}]\{\bar{X}\} = \{\bar{F}\} + \{\bar{F}_0\} \quad (11)$$

şeklinde yazılabilir. $[\bar{D}]$ dönüştürmüş uzayda dinamik rijitlik matrisi olarak tanımlanır.

$$[\bar{D}] = s^2 [M] + [K] \quad (12)$$

başlangıç koşulları nedeniyle yük vektörüne gelen katkı

$$\{\bar{F}_0\} = s [M]\{X(0)\} + [M]\{\dot{X}(0)\} \quad (13)$$

olarak tarif edilir.

5. SÖNÜM ETKİSİ

Kelvin tipi viskoelastik modelin bünye ifadesi aşağıdaki gibi verilmektedir (12).

$$s_{ij} = 2G(e_{ij} + g \frac{de_{ij}}{dt}) \quad (14)$$

Burada, s_{ij} deviatorik gerilme tansörü ve e_{ij} deviatorik şekil değiştirme tansörü, G kayma modülü ve g viskoz sönüm oranıdır. Bünye ifadesi, gerilme ve şekil değiştirme tansörünün deviatorik bileşenleri cinsinden yazılabilir.

$$s_{ij} = \sigma_{ij} - \delta_{ij} \frac{1}{3} \sigma_{kk}, \quad e_{ij} = \varepsilon_{ij} - \delta_{ij} \frac{1}{3} \varepsilon_{kk} \quad (15)$$

Burada, σ_{ij} gerilme tansörü, ε_{ij} şekil değiştirme tansörü ve δ_{ij} birim matrisin bileşenlerini göstermektedir. Laplace dönüşüm uzayında elastik sabitler, E ve ν yerine elastik-viskoelastik analogisi (12) yardımıyla kompleks karşılıkları kullanılmaktadır.

$$E_v = \frac{E(1+gs)}{1 + \frac{(1-2\nu)}{3}gs}, \quad \nu_v = \frac{3\nu - (1-2\nu)gs}{3 + (1-2\nu)gs} \quad (16)$$

Burada E_v , ν_v viskoelastik malzeme sabitleri ve s Laplace dönüşüm parametresidir.

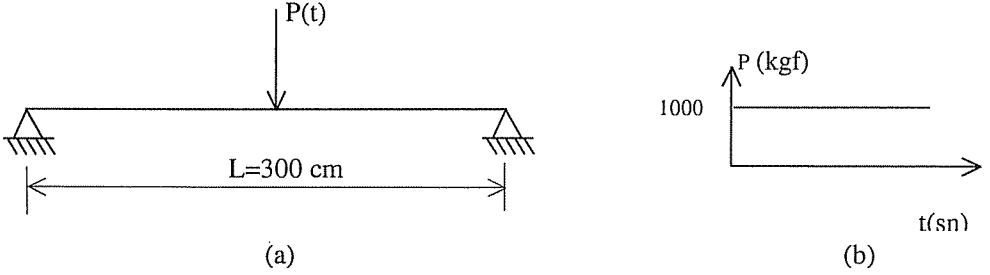
6. SAYISAL ÖRNEKLER

Bu çalışmada, zamanla keyfi olarak değişen yükler altında düzlemsel çerçevelerin viskoelastik analizini yapan FORTRAN dilinde bir bilgisayar programı hazırlanmıştır. Hazırlanan program ile çeşitli örnekler çözülmüş olup sayısal sonuçlar grafik formda gösterilmiştir.

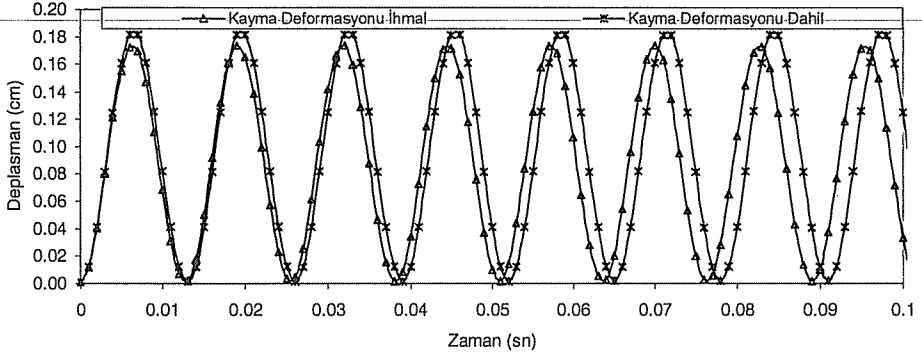
Ele alınan tüm örneklerde, taşıyıcı sistem malzemesi olarak, I220 kesitli çelik profil kullanılmıştır. Bu profile ait malzeme ve geometrik özellikleri şöyledir: elastisite modülü, $E=2.1 \times 10^6$ kgf/cm²; Poisson oranı, $\nu=0.3$; kütleli yoğunluğu, $\rho = 8 \times 10^{-6}$ kg s²/cm⁴; alanı, $A=39.6$ cm² ve atalet momenti, $I=3060$ cm⁴. Kayma deformasyonu etkisi gözönüne alındığı durumlarda I profili için kesit faktörü $k=2.2$ olarak alınmıştır.

Örnek 1

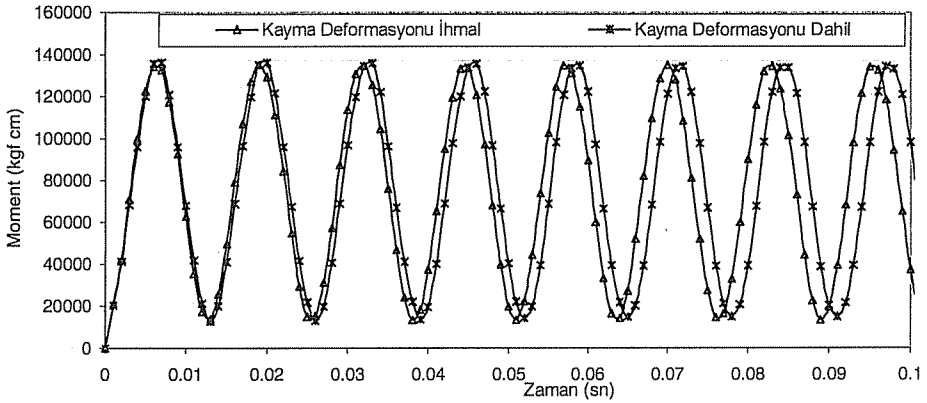
İlk olarak, ortasında adım tipi tekil yük bulunan basit kiriş çeşitli durumlar için çözülmüştür. Açıklık ortasındaki düşey deplasman ve momentin zamanla değişimleri incelenmiştir. Kayma deformasyonu etkisinin dahil edilip edilmemesi durumları Şekil 2 ve Şekil 3'de gösterilmiştir.



Şekil 1. (a) Basit kiriş, (b) Uygulanan dinamik yük



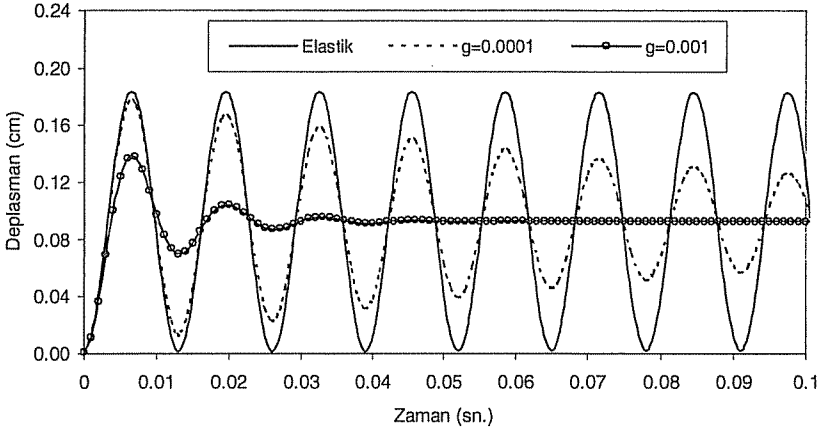
Şekil 2. Açıklık ortasındaki düşey deplasmanın zamanla değişimi



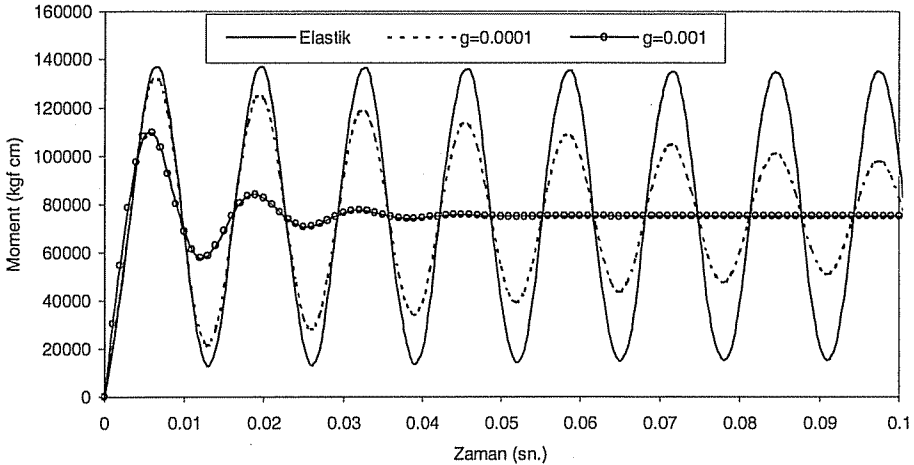
Şekil 3. Açıklık ortasındaki momentin zamanla değişimi

Kayma deformasyon etkisinin dahil edildiği durumda deplasman genliklerinde çok az farklılıklar gözlenmesine karşın moment genliklerinde önemli bir fark gözlenmemiştir. Bundan sonra ele alınan tüm çözümlerde, kayma deformasyonu etkisi göz önüne alınmıştır.

Ayrıca basit kirişte, elastik ve viskoelastik malzeme durumlarında açıklık ortasındaki deplasman ve moment değerleri hesaplanarak Şekil 4 ve Şekil 5’de gösterilmiştir.



Şekil 4. Basit kiriş için açıklık ortasındaki deplasmanın zamanla değişimi

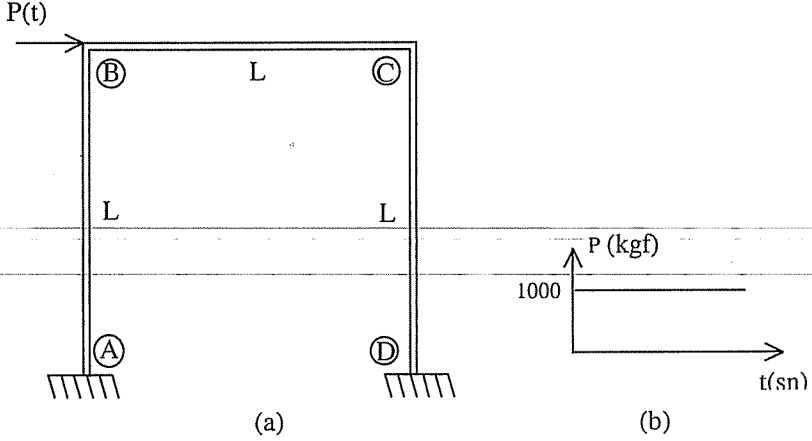


Şekil 5. Basit kiriş için açıklık ortasındaki momentin zamanla değişimi

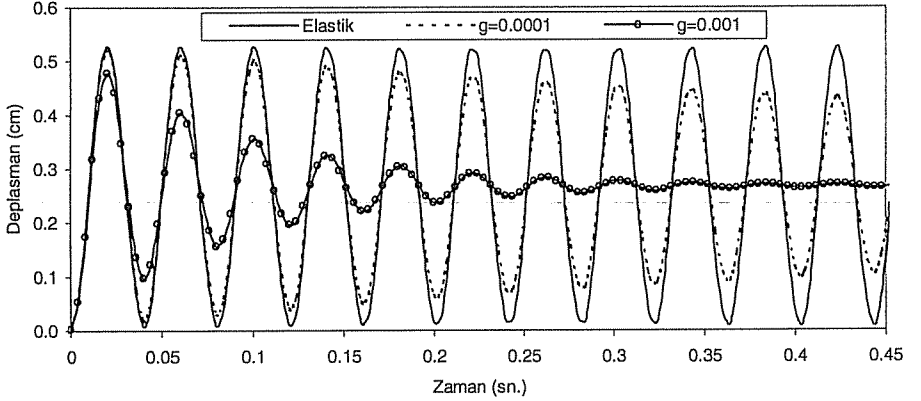
Şekil 4 ve Şekil 5 incelendiğinde, viskoelastik halde deplasman ve momentlerin genlikleri belli bir süre sonra sönümlenmekte ve statik değerlerine yaklaşmaktadır.

Örnek 2

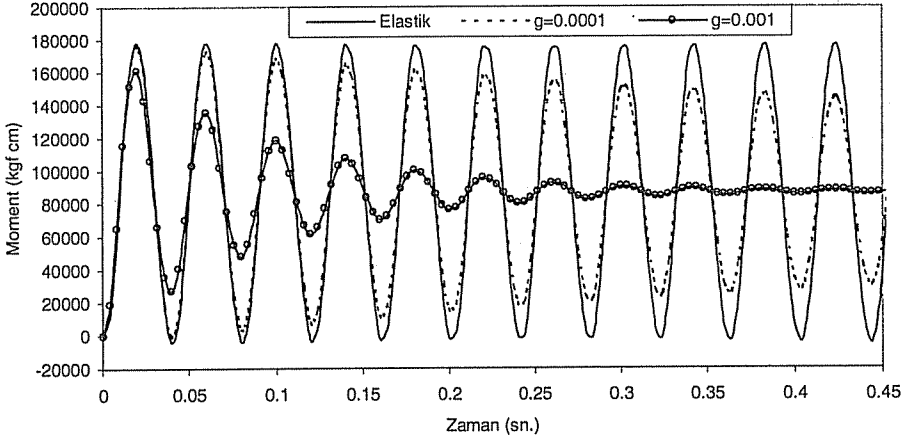
Şekil 6'da verilen çerçeve sistemi B noktasında adım tipi dinamik tekil yüke maruzdur. Her elemanın boyu eşit olup $L=300$ cm alınmıştır. Malzemenin elastik ve viskoelastik olması halleri için çözümler yapılmıştır. Viskoelastik malzeme halinde, sisteme farklı sönüm oranları uygulanarak tekil yükün uygulandığı noktadaki yatay deplasman ve A noktasındaki moment değerleri Şekil 7 ve Şekil 8'de grafik olarak gösterilmiştir.



Şekil 6. (a) Tek açıklıklı basit çerçeve , (b) Uygulanan dinamik yük

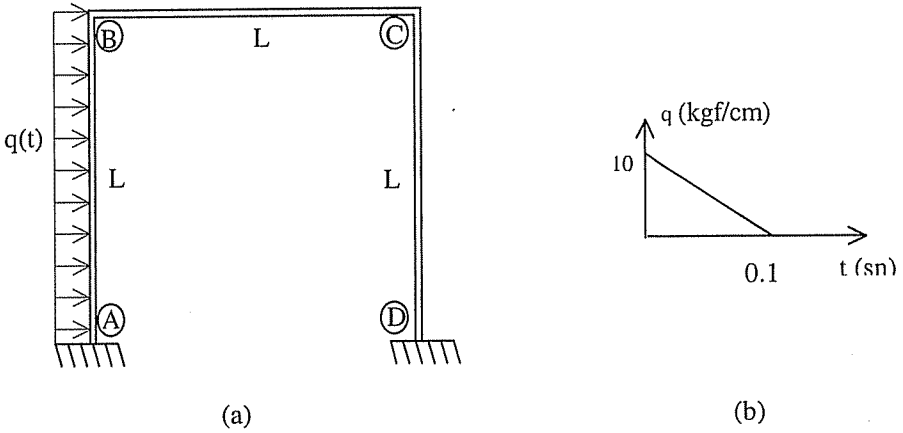


Şekil 7. B noktasındaki yatay deplasmanın zamanla değişimi

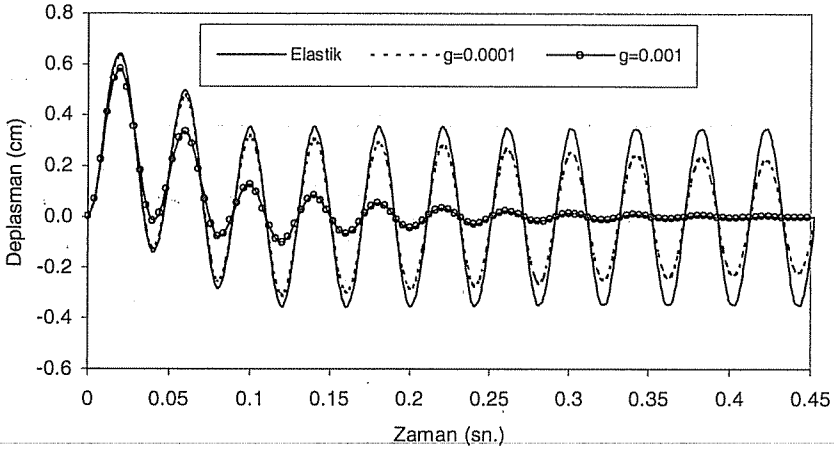


Şekil 8. A noktasındaki momentin zamanla değişimi

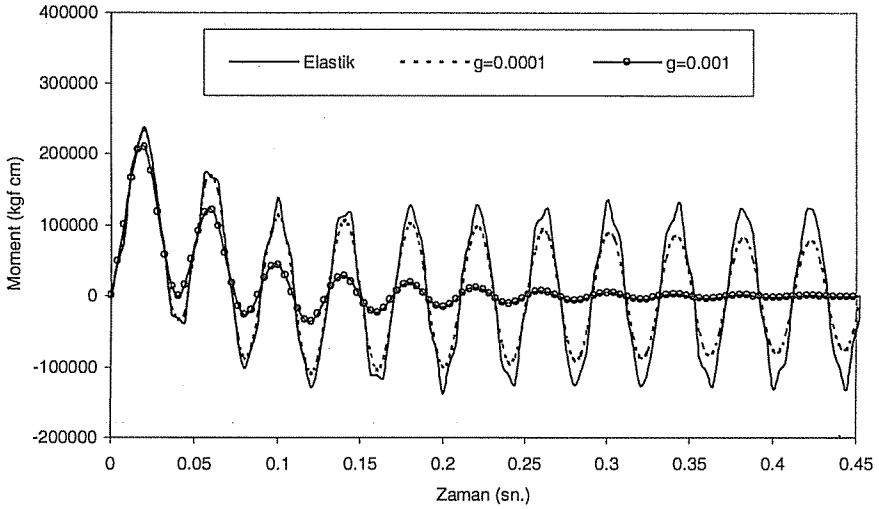
Şekil 6'da verilen çerçeve bir kez de üniform yayılı yük altında çözülmüştür (Şekil 9). Yayılı yükün maksimum şiddeti $q=10$ kgf/cm alınmıştır. Malzemenin elastik ve viskoelastik olması halleri incelenmiş ve viskoelastik malzeme durumunda farklı sönüm oranları uygulanmıştır. B noktasındaki yatay deplasman ve A noktasındaki momentin zamanla değişimi Şekil 10 ve Şekil 11'de grafik olarak gösterilmiştir.



Şekil 9. (a) Üniform yüklü tek açıklıklı basit çerçeve, (b) Uygulanan dinamik yük



Şekil 10. B noktasında yatay deplasmanın zamanla değişimi



Şekil 11. A noktasındaki momentin zamanla değişimi

Örnek 1'de olduğu gibi viskoelastik halde deplasman ve momentlerin genlikleri belli bir süre sonra sönüm oranına bağlı olarak küçülmekte ve statik değerlerine yaklaşmaktadır.

7. SONUÇ

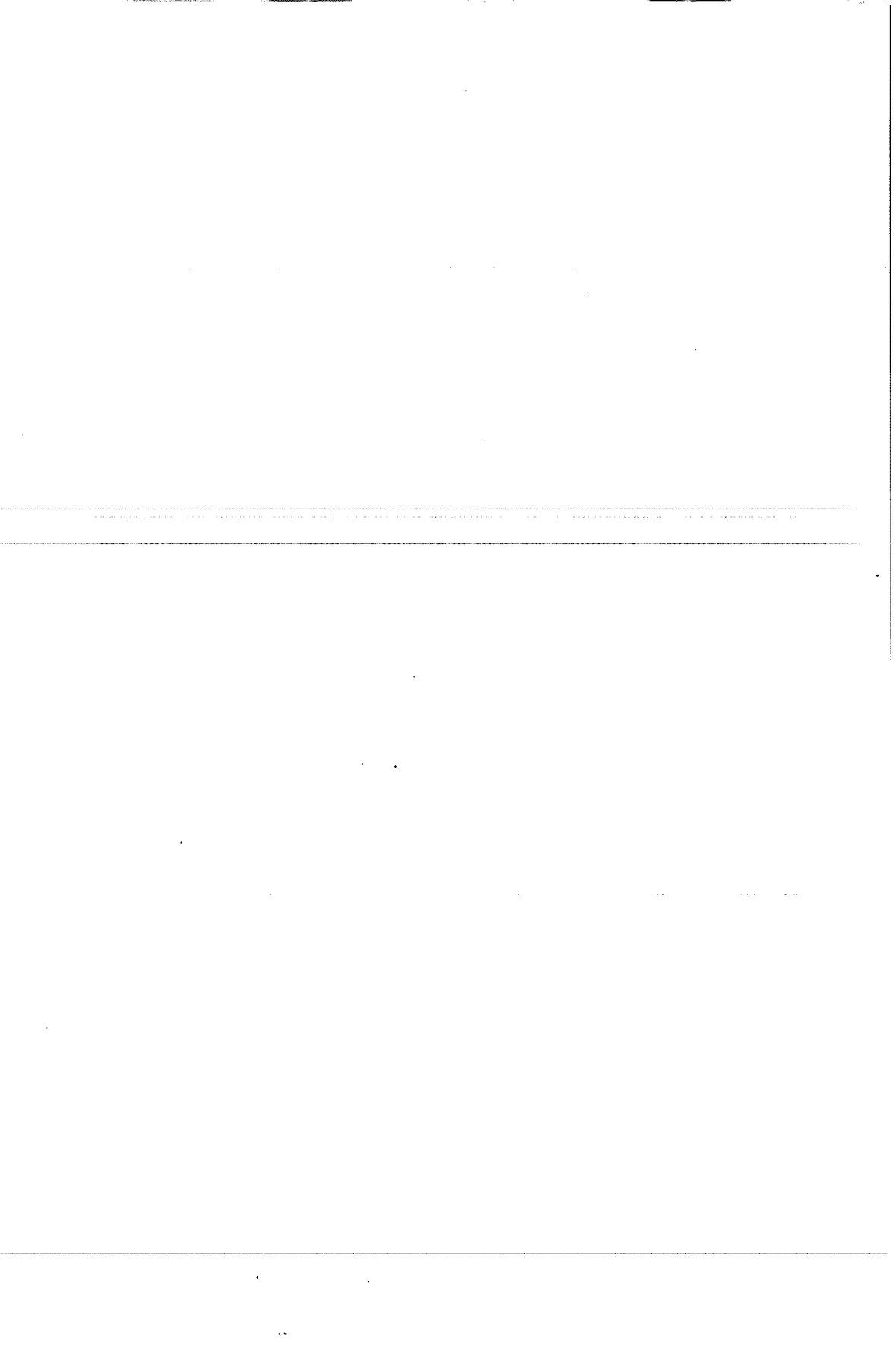
Düzlemi içinde yüklü, lineer viskoelastik malzemeden yapılmış çubukların dinamik yükler altındaki davranışı incelenmiştir. Kayma deformasyonu etkisinin gözönüne alındığı durumda deplasman genliklerinde farklılıklar gözlenmektedir (Şekil 2). Bu

durum göstermektedir ki, kayma deformasyonu etkisinin dikkate alınması daha gerçekçidir.

İncelenen bütün örneklerde görüldüğü gibi malzemenin viskoelastik olduğu durumda, dinamik büyüklükler (deplasman ve kesit tesirleri) belli bir süre sonra sönümlenmekte ve statik değerlerine yaklaşmaktadır. Statik değerlere erişme zamanı viskoz sönüm oranı ile orantılıdır. Viskoelastik malzeme durumunda sönüm etkisi, dinamik davranışın pik değerlerini azaltacaktır.

8. KAYNAKLAR

1. Bathe, K.J., Wilson, E.L., "Numerical Methods in Finite Element Analysis", Prentice-Hall, New Jersey, 1976.
2. Craig, R.R., "Structural Dynamics", John Wiley & Sons, Singapore, 1981.
3. Narayanan, G.V., Beskos, D.E., "Use of Dynamic Influence Coefficients in Forced Vibration Problems with the Aid of Fast Fourier Transform", Computer & Structures, Vol. 9, pp. 145-150, 1978.
4. Beskos, D.E., Narayanan, G.V., "Dynamic Response of Frameworks by Numerical Laplace Transforms", Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, Vol. 37, pp. 289-307, 1983.
5. Flügge, W., "Viscoelasticity", 2nd edition, Springer, Berlin, Heidelberg, 1975.
6. Findley, W.N., Lai, J.S. ve Onaran, K., "Creep and relaxation of nonlinear viscoelastic material", North-Holland, New York, pp. 109, 1976.
7. Christensen, R. M., "Theory of viscoelasticity", 2nd edition, Academic Press, New York, pp. 24, 1982.
8. Chen, T., "The hybrid Laplace transform/finite element method applied to the quasi-static and dynamic analysis of viscoelastic Timoshenko beams", International J. Num. Methods Engineering 38, 509-522, 1995.
9. Aköz, A.Y., Kadioğlu, F., "The Mixed finite element method for the quasi-static and dynamic analysis of viscoelastic Timoshenko beams", International Journal for Num. Methods in Engineering 44, 1909-1932, 1999.
10. Dündar, C., Kırıl, E., "Perdeli Yapı Sistemlerinin Bilgisayar İle Hesabı", TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, Adana, 1986.
11. Weaver, Jr. W., Johnston, P.R., "Finite Elements For Structural Analysis", Prentice-Hall, New Jersey, 1984.
12. Boley, B.A., Weiner, J.H., "Theory of Thermal Stresses", John Wiley & Sons, New York, 1960.



**BEHREK BATOLİTİ BATI KESİMİNİN PETROGRAFİK VE JEOKİMYASAL
ÖZELLİKLERİ, ORTA ANADOLU****Mustafa AÇLAN**

Ç.Ü., Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Adana/Türkiye

ÖZET : Çalışma alanında yer alan Behrek Batoliti kalkalkalen özellik göstermektedir. Sözü edilen plütonik kayalar hem arazi düzeyinde hemde mineralojik-petrografik ve jeokimyasal karakterisikleri bakımından fraksiyonel kristallenme ve magma mingling/mixing süreçlerinin iyi korunmuş kanıtlarını sunmaktadır.

Behrek Kuvars Monzoniti amfibol (hornblend+hastingsit), klinopiroksen (ojit) ve biyotit mineral topluluğundan oluşurken, Büyük öz Biotit Monzograniti biyotit, amfibol (hornblend), klinopiroksen (ojit), Hacıyusuflu Monzograniti ise amfibol (hornblend+hastingsit) ve biyotit mafik mineral topluluğundan oluşmaktadır.

Tüm bu verilere göre Behrek Kuvars Monzoniti ve Büyük öz Biotit Monzograniti ALKOS özellikteki hibrid bir magma kaynağından itibaren fraksiyonel kristallenme (FC) ile, Hacıyusuflu Monzograniti'nin ise geride kalan ve yüksek iyon kapasiteli elementlerce zenginleşen malzemenin ikinci kez erimesi sonucu oluşan magma kaynağından itibaren fraksiyonel kristalleşme ile meydana gelmiş olabilecekleri önerilmektedir.

**PETROGRAPHIC AND GEOCHEMICAL PROPERTIES OF WEST PART OF
BEHREK BATHOLITE, CENTRAL ANATOLIA**

ABSTRACT : Behrek Batholite in the study area show calcalkaline character. These plutonic rocks have some good evidences of the fractional crystallisation (FC) and magma mingling/mixing processes in terms of field, mineralogical-petrographical and geochemical characteristics.

Mafic mineral assemblages of Behrek Quartz Monzonite are amphibole (hornblende+hastingsite), clinopyroxene (augite) and biotite. While the Büyük öz Biotite Monzogranite includes biotite, amphibole (hornblende+hastingsite) and clinopyroxene (augite); the Hacıyusuflu Monzogranite consist of hornblende+biotite mafic mineral assemblage.

According to these data, it can be proposed that Behrek Quartz Monzonite and Büyük öz Biotite Monzogranite have been formed by fractional crystallisation (FC) from a magma source which has ALKOS character whereas Hacıyusuflu Monzogranite having PERALKOS character, has been formed by fractional crystallisation from a magma source which formed with secondary melting of the rest materials which enriched in LIL elements.

piroksenitlerden meydana gelen birim tarafından tektonik dokanaklı olarak üzerlenmektedir (6). Behrek Kuvars Monzoniti, Büyük öz Biotit Monzograniti, Hacıyusuflu Monzograniti ve Karahıdır Volkanik Üyesi bu birimleri sıcak dokanakla kesmektedir (7). Üst Eosen (Bartoniyen) yaşlı Bıyıkkebir Kireçtaşı birimi granitoidleri uyumsuz olarak örtmektedir. Pliyosen yaşlı Kızılırmak Formasyonu bunlar üzerine uyumsuz olarak gelmektedir (7). Çalışma alanında en genç birimi Kuvaterner yaşlı alüvyon oluşturmaktadır (Şekil 2). Çalışmanın amacı Behrek batoliti batı kesiminde yer alan granitoid türü kayaçların petrografik ve jeokimyasal özelliklerinin ortaya konulmasıdır.

2. MİNERALojİK-PETROGRAFİK ÖZELLİKLER

Çalışma alanında yer alan granitoid türü kayaçlar arazi düzeyinde gösterdikleri dokusal özellikler ve mineralojik-petrografik özelliklerine göre farklı 3 fasiyese ayrılarak haritalanmıştır (Şekil 3). Bunlar, Behrek Kuvars Monzoniti, Büyük öz Biotit Monzograniti ve Hacıyusuflu Monzograniti' dir. Plütonik faza ait birimlerin tümünde arazi düzeyinde gözlenen mikrogranüler dokulu mafik magmatik enklavlar (MME) mafik ve felsik magmaların heterojen karışımlarının (magma mingling); Hibbard (1991) tarafından tanımlanan bazı özel dokular (rapakivi, bıçağımsı biyotit, iğnemi apatit v.s...) ise magmaların homojen karışımlarının (magma mixing) kanıtları olarak değerlendirilmiştir (8).

Behrek Kuvars Monzoniti olarak tanımlanan litodem birimine ait kayaç örneklerinin tümkayaç ana element kimyasal analiz sonuçları (Çizelge.1), Debon ve Le Fort Q-P adlandırma diyagramına aktarılmıştır (Şekil.4) (9). Buna göre örneklerin büyük kısmının kuvars monzonit alanına düştüğü görülmüştür. Behrek Kuvars Monzoniti holokristalen taneselden holokristalen porfirige kadar değişen dokusal özelliğe sahip olup, esas kayaç yapıcı mineralleri plajiyoklaz, ortoklaz, kuvars gibi felsik bileşenler ile hornblend, biyotit, ojit gibi mafik bileşenlerden meydana gelmektedir. Kayaçta tali olarak bulunan mineraller ise apatit, zirkon, titanit ve epidot (allanit, pistazit) mineralleridir.

Büyük öz Biotit Monzograniti olarak tanımlanan litodem birimine ait kayaç örneklerinin tümkayaç ana element kimyasal analiz sonuçları (Çizelge.2), Debon ve Le Fort Q-P adlandırma diyagramına aktarılmıştır (Şekil.4) (9). Buna göre örneklerin büyük kısmının granit alanına düştüğü görülmüştür. Mikroskop çalışmaları sonucu bu örneklerin monzogranit oldukları tespit edilmiştir. Büyük öz Biotit Monzograniti holokristalen taneli dokuya sahiptir. Kayaç oluşturan esas bileşenler, plajiyoklaz, ortoklaz, kuvars, biyotit, hornblend, ojit, tali bileşenler ise titanit, klorit, epidot, serizit, ve opak minerallerdir.

Hacıyusuflu Monzograniti olarak tanımlanan litodem birimine ait kayaç örneklerinin tümkayaç ana element kimyasal analiz sonuçları (Çizelge.3), Debon ve Le Fort Q-P adlandırma diyagramına aktarılmıştır (Şekil.4) (9). Buna göre örneklerin büyük kısmının granit alanına düştüğü görülmüştür. Mikroskop çalışmaları sonucu bu örneklerin monzogranit oldukları tespit edilmiştir. Hacıyusuflu Monzograniti holokristalen taneli dokuya sahip olup esas bileşenleri, plajiyoklaz, ortoklaz, kuvars, amfibol (hastingsit/arfvedsonit), biyotit, tali bileşenleri ise titanit, allanit, zirkon ve opak minerallerden meydana gelmektedir.

3. JEOKİMYASAL ÖZELLİKLER

Araziden derlenen 286 adet kayaç örneğinin tamamının ince kesitleri yapılmıştır. İnce kesitler üzerinde yapılan detaylı mineralojik-petrografik incelemeler sonucunda en taze ve karakteristik olduğu tespit edilen 70 adet kayaç örneğinin tüm kayaç ana (Çizelge 1, 2, 3) ve eser element analizleri (Çizelge 4, 5, 6) Cenevre Üniversitesi (İsviçre) Mineraloji Bölümünde yaptırılmıştır.

YAŞ	FORMASYON /LİTODEM	SEMBOL	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
Kuvaterner	Alüvyon	Qa	Qa	Qa: Alüvyon
Pliyosen	Kızılırmak Formasyonu	Tk	Tk	Tk: Konglomera, Kumtaşı, Silttaşı- Kilttaşı ve Jips
Üst Eosen	Bıyıkkebir Kireçtaşı	Tb	Tb	Tb: Kireçtaşı
ÜST KRETASE-PALEOSEN	Karahıdır Volkanik Üyesi	KTk	KTk	KTk: Riyolit, Dasit, Tüf Klt: Monzogranit
	Hacıyusuflu Monzograniti	Kh	Kh	Kh: Monzogranit
	Büyük öz Biotit Monzograniti	Kby	Kby	Kby: Biotit monzogranit
	Behrek Kuvars Monzoniti	Km	Km	Km: Kuvars monzonit
	Kontakt Metamorfik Kayaçlar	Kb	Kb	Kb: Hornfels
	Tepeköy Uralit Gabrosu	Kt	Kt	Kt: Uralit Gabro, Amfibolit, Piroksenit Tektonik dokanak
Mesozöyk Öncesi	Bozçaldağ Mermeri	Pb	Pb	Pb: Mermer

Şekil 2. Çalışma Alanının Genelleştirilmiş Stratigrafi Kesiti.

Çizelge 1. Behrek Kuvars Monzoniti'nin ana element kimyasal analiz sonuçları. Ana elementler % ağırlık cinsinden verilmiştir (tFe₂O₃, ferrik demir cinsinden demir oksit; AK; ateşte kayıp).

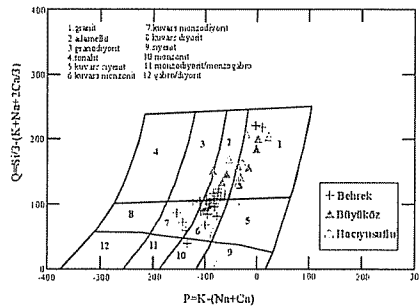
Örnek No	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	tFe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	AK	Toplam
MA-9	63,76	0,44	16,43	4,67	0,08	1,51	4,53	3,08	4,78	0,16	0,4	100,17
MA-14	64,22	0,39	16,08	5,06	0,1	1,52	4,63	3,09	4,76	0,15	0,31	100,42
MA-16	64	0,43	16,11	4,98	0,1	1,63	4,85	3	4,48	0,15	0,6	100,42
MA-35	60,64	0,66	16,30	6,59	0,13	3,02	5,87	2,83	3,43	0,19	0,58	100,23
MA-48	62,82	0,424	15,59	2,95	0,099	1,67	4,78	3,13	4,11	0,07	3,15	98,8
MA-55	60,54	0,48	15,78	2,93	0,09	1,99	6,03	3,52	3,69	0,07	0,50	95,62
MA-60	61,97	0,52	16,48	5,24	0,12	2,00	5,29	3,07	4,29	0,16	0,43	99,56
MA-62	61,97	0,49	16,49	5,66	0,13	2,09	5,5	3,09	4,25	0,17	0,43	100,35
MA-66	63,88	0,46	16,29	4,66	0,10	1,82	4,88	3,08	4,55	0,15	0,45	100,31
MA-81	63,37	0,46	16,15	4,71	0,10	1,77	4,97	3,01	4,24	0,14	0,48	99,39
MA-85	65,16	0,388	15,85	4,37	0,094	1,63	4,44	3,06	4,74	0,14	0,19	100,07
MA-88	61,62	0,47	16,62	5,52	0,13	1,89	5,02	2,93	5,02	0,15	0,51	100,02
MA-97	64,64	0,40	16,11	4,57	0,09	1,55	4,52	2,91	4,67	0,13	0,38	99,98
MA-104	64,49	0,43	15,49	4,69	0,10	1,71	4,58	2,93	4,45	0,13	0,42	99,42
MA-119	63,22	0,45	16,56	5,06	0,10	1,73	5,14	3,04	4,31	0,14	0,36	100,12
MA-121	64	0,44	15,88	5,25	0,11	1,73	4,73	2,87	4,53	0,16	0,42	100,27
MA-125	62,92	0,47	16,18	5,33	0,11	1,80	5,09	3,08	4,47	0,17	0,44	100,05
MA-130	65,61	0,33	15,83	4,3	0,08	1,3	4,23	2,86	5,01	0,12	0,6	100,36
MA-135	62,82	0,53	16,42	5,45	0,11	2,06	5,15	2,91	4,30	0,16	0,37	100,28
MA-137	61,82	0,5	15,63	5,04	0,1	1,87	5,03	2,95	4,33	0,16	0,44	97,96
MA-141	63,85	0,45	16,03	4,96	0,10	1,92	4,72	2,88	4,67	0,14	0,46	100,16
MA-152	64,09	0,41	15,73	4,62	0,08	1,83	4,37	2,85	4,69	0,13	0,75	99,55
MA-157	64,65	0,40	15,58	4,37	0,10	1,43	4,30	2,95	4,83	0,13	0,46	99,19
MA-163	59,71	0,62	17,04	5,83	0,12	3,18	6,98	2,96	3,13	0,18	0,53	100,29
MA-178	64,65	0,46	15,99	4,77	0,09	1,83	4,70	2,91	4,36	0,15	0,50	100,39
MA-185	57,08	0,58	16,94	7,17	0,11	3,65	7,07	2,85	3,83	0,22	0,72	100,21
MA-189	59,34	0,50	16,49	5,82	0,10	2,83	5,66	2,99	4,60	0,19	0,75	99,25
MA-204	62,26	0,49	16,23	5,50	0,12	2,43	5,36	2,79	4,46	0,18	0,44	100,24
MA-222	73,28	0,36	13,52	3,40	0,05	1,03	4,70	2,67	0,40	0,07	0,81	100,29
MA-229	64,52	0,45	15,73	4,75	0,11	1,67	4,50	2,83	4,63	0,15	0,41	99,75
MA-230	64,69	0,46	15,99	4,72	0,11	1,83	4,57	2,79	4,55	0,14	0,41	100,27
MA-233	64,18	0,43	15,83	4,92	0,116	1,72	4,75	3,05	4,51	0,15	0,38	100,03
MA-242	65,90	0,39	15,60	4,50	0,11	1,55	4,38	2,89	4,56	0,13	0,29	100,29
MA-245	62,51	0,47	16,25	5,34	0,12	1,95	5,19	3,05	4,42	0,15	0,38	99,83
MA-246	63,16	0,44	16,21	5,41	0,11	1,88	5,10	3,03	4,29	0,15	0,33	100,11
MA-248	62,15	0,50	16,53	5,48	0,13	2,11	5,37	3,03	4,33	0,15	0,45	100,21
MA-253	62,85	0,47	16,10	5,64	0,13	2,02	5,32	3,06	3,95	0,15	0,36	100,05
MA-255	64,15	0,45	16,04	4,88	0,12	1,88	4,81	2,96	4,46	0,13	0,46	100,33
MA-259	64,22	0,47	16,00	4,88	0,10	1,84	4,66	2,86	4,57	0,13	0,47	100,19
MA-263	63,65	0,46	16,31	5,01	0,12	1,90	4,78	3,02	4,49	0,14	0,47	100,34
MA-264	77,37	0,05	12,79	0,66	0,01	0,06	0,54	2,86	5,26	0,01	0,52	100,12
MA-270	57,17	0,54	17,43	7,07	0,14	2,69	6,92	3,19	4,36	0,24	0,34	100,07
MA-272	63,95	0,44	16,10	4,86	0,10	1,78	5,14	2,96	4,24	0,14	0,66	100,36
MA-274	63,77	0,44	16,10	4,92	0,11	1,87	4,88	2,83	4,65	0,13	0,47	100,16
MA-276	77,53	0,09	12,63	0,78	0,01	0,09	1,16	2,74	5,00	0,01	0,24	100,28
MA-278	63,61	0,45	16,13	5,13	0,10	1,74	4,91	2,94	4,42	0,13	0,66	100,21
MA-280	63,30	0,46	15,93	5,02	0,10	1,93	4,94	3,04	4,26	0,14	0,50	99,62

Çizelge 2. Büyük öz Biyotit Monzograniti'nin ana element kimyasal analiz sonuçları. Ana elementler % ağırlık cinsinden verilmiştir (tFe₂O₃, ferrik demir cinsinden demir oksit; AK; ateşte kayıp)

Örnek No	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	tFe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	AK	Toplam
MA-159	66,52	0,435	15,15	4,58	0,084	2,1	4,07	2,82	3,7	0,15	0,85	100,47
MA-160	72,60	0,22	14,31	2,28	0,04	0,68	1,50	2,69	5,30	0,15	0,56	100,33
MA-162	69,37	0,32	15,37	3,12	0,06	1,14	2,79	2,80	4,88	0,14	0,37	100,36
MA-167	65,66	0,38	15,22	4,09	0,08	1,78	3,94	2,43	5,05	0,12	1,24	99,97
MA-169	67,55	0,31	14,21	3,42	0,07	1,36	3,28	2,57	5,23	0,09	0,76	99,01
MA-170	65,65	0,42	15,63	4,51	0,09	1,84	4,1	2,75	4,44	0,15	0,56	100,3
MA-171	69,29	0,3	14,32	3,51	0,07	1,23	2,81	2,5	5,38	0,1	0,54	100,18
MA-175	65,56	0,45	15,28	4,67	0,07	2,37	4,21	2,35	4,32	0,12	0,97	100,36
MA-179	71,13	0,39	14,35	2,92	0,04	1,17	2,12	2,03	4,89	0,11	0,77	99,92

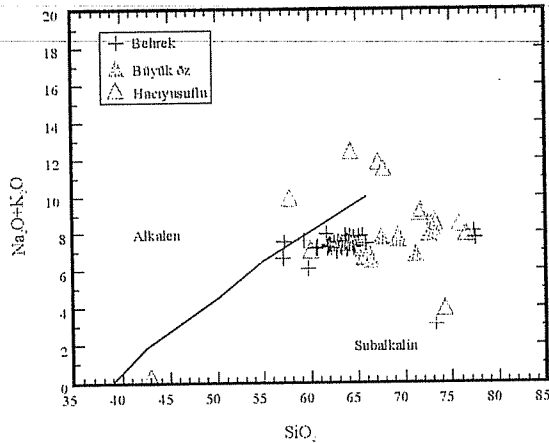
Çizelge 3. Büyük öz Biyotit Monzograniti'nin ana element kimyasal analiz sonuçları. Ana elementler % ağırlık cinsinden verilmiştir (tFe₂O₃, ferrik demir cinsinden demir oksit; AK; ateşte kayıp).

Örnek No	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	tFe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	AK	Toplam
MA-195	71,77	0,15	14,89	1,88	0,04	0,14	1,56	3,75	5,52	0,03	0,28	100,01
MA-198	59,98	0,52	16,30	6,06	0,12	2,66	5,80	2,65	4,44	0,19	0,51	99,21
MA-205	73,24	0,17	14,34	2,03	0,03	0,13	1,43	3,56	4,99	0,04	0,31	100,27
MA-206	73,11	0,16	14,32	1,81	0,03	0,11	1,51	3,50	5,24	0,03	0,43	100,25
MA-207	71,55	0,19	15,00	2,12	0,04	0,19	1,59	3,74	5,35	0,04	0,44	100,26
MA-211	64,34	0,17	19,14	1,77	0,06	0,03	1,89	5,68	6,69	0,03	0,40	100,21
MA-212	57,77	0,431	18,71	5,66	0,145	1,45	4,83	4,92	4,99	0,24	1	100,15
MA-215	42,97	0,16	14,81	7,08	0,43	4,88	28,23	0,27	0,06	0,01	1,33	100,24
MA-221	74,30	0,27	13,98	2,41	0,02	0,72	3,44	3,66	0,32	0,05	1,06	100,23
MA-224	75,72	0,16	13,41	0,94	0,01	0,07	0,64	2,72	5,73	0,04	0,55	99,99
MA-225	76,42	0,1	12,7	1,63	0,02	0,07	0,89	3,26	4,73	0,03	0,13	100,2
MA-226	67,81	0,17	16,71	2,47	0,02	0,03	0,9	5,82	5,63	0,02	0,32	100,05
MA-227	67,2	0,17	17,42	2,09	0,02	0,07	0,83	6,07	5,75	0,02	0,34	100,11
MA-228	72,96	0,16	14,26	1,96	0,03	0,23	1,6	3,77	4,47	0,04	0,26	99,84

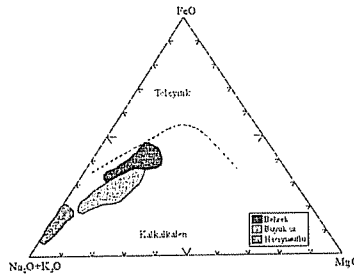


Şekil 4. Plütonik faza ait kayaç örneklerinin Q-P adlandırma diyagramındaki konumları (9).

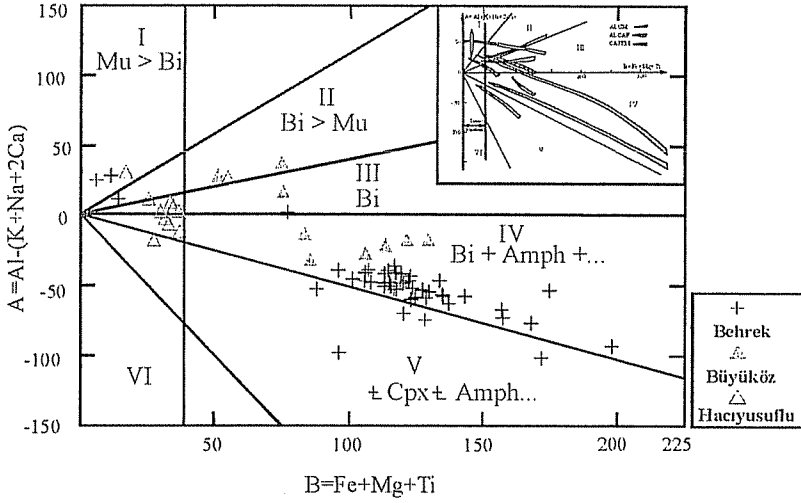
Ana element verileriyle ilişkili olan ve magma karakterini belirlemek için hazırlanan Irvine ve Baragar'ın toplam alkali ($\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$)-silis (SiO_2) diyagramında (Şekil 5) hemen hemen tüm örnekler subalkalen özellik, yine Irvine ve Baragar'ın AFM üçgen diyagramında (Şekil 6) kalkalkalen özellik sunmaktadırlar (10). Magma tipini belirlemeye yönelik olan karakteristik mineraller diyagramında Behrek Kuvars Monzoniti ve Büyük öz Biotit Monzograniti'ne ait örnekler kafemik (CAFEM) magma tipini tanımlayan bir trend, Hacıyusufu Monzograniti'ne ait örnekler ise alüminokafemik (ALCAF) magma tipini tanımlayan bir trend sunmaktadırlar (Şekil 7). Magma tiplerinin alt topluluklarını belirlemeye yarayan Q-B-F diyagramında ise Behrak Kuvars Monzoniti ve Büyük öz Biotit Monzograniti'ne ait örnekler ALKOS karakterli bir magmayı, Hacıyusufu Monzograniti'ne ait örnekler ise PERALKOS karakterli bir magmayı tanımlamaktadırlar (Şekil 8). Maniar ve Piccoli'nin $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$ - $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{CaO}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$ diyagramında Behrek Kuvars Monzoniti ve Büyük öz Biotit Monzograniti'ne ait örneklerin metalümino, Hacıyusufu Monzograniti'ne ait örneklerin ise peralümino bölgede yer aldıkları görülmektedir (Şekil 9) (11).



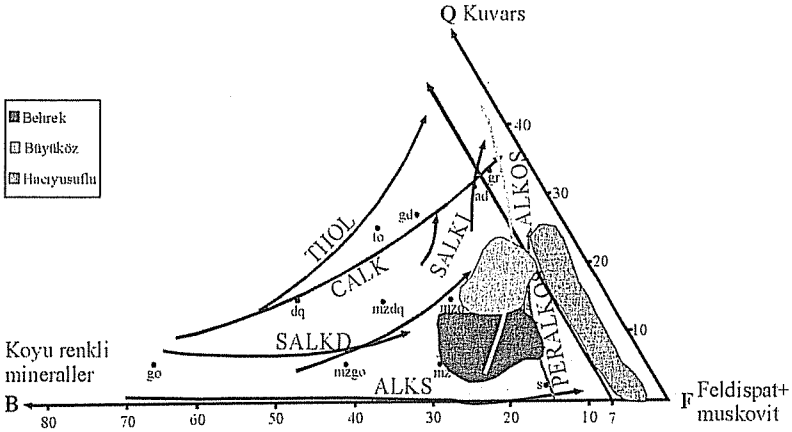
Şekil 5. Plütonik faza ait birimlerin toplam alkali-silis (TAS) diyagramındaki konumları (subalkalin-alkalin ayırım çizgisi Ricwood, 1989 (12)'dan alınmıştır).



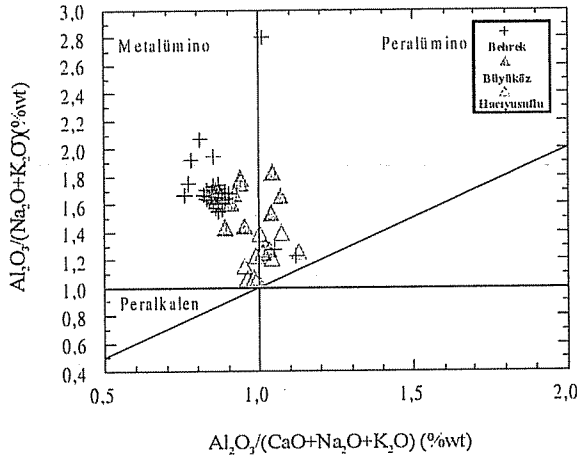
Şekil 6. Behrek Kuvars Monzoniti, Büyük öz Biotit Monzograniti ve Hacıyusufu Monzograniti'ne ait örneklerin AFM üçgen diyagramındaki konumları (10).



Şekil 7. Plütonik faza ait birimlerin karakteristik mineraller diyagramındaki konumları (9). I., II. Ve III. Bölgeler peralümino; IV., V. ve VI. Bölgeler ise metalümino bölgeleri gösterir. ALUM, alümino; ALCAF, alümino-kafemik; CAFEM, kafemik magma topluluklarını gösterir.



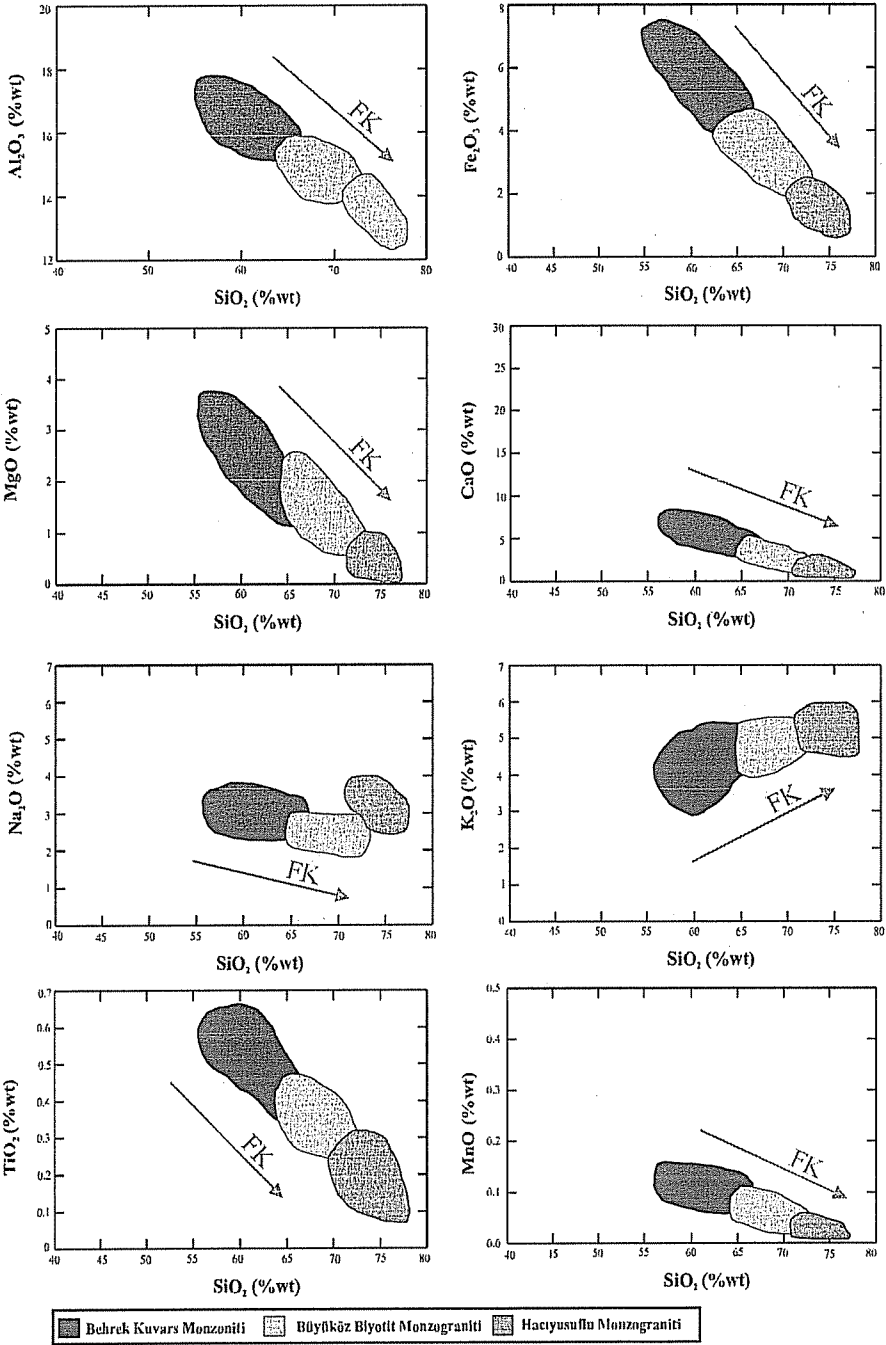
Şekil 8. Plütonik faza ait birimlerin QBF diyagramındaki konumları (9). THOL, toleyitik; CALK, kalk-alkalin; SALKL, açık renkli subalkalin; SALKD, koyu renkli subalkalin, ALKS, silisçe doymun alkalin; ALKOS, silisçe aşırı doymun alkalin; PERALKOS, silisçe aşırı doymun peralkalin alt toplulukları gösterir. Gr, granit; ad, adamellit; dg, granodiyorit; to, tonalit; sq, kuvars siyenit; mzq, kuvars monzonit; mzdz, kuvars monzodiyorit; dq, kuvars diyorit; s, siyenit; mz, monzonit; mzgo, monzogabro/monzodiyorit; go, gabro/diyorit bileşimli tip kayaları gösterir (9).



Şekil 9. Behrek Kuvars Monzoniti, Büyük öz Biotit Monzograniti ve Hacıyusflu Monzograniti'nin Maniar ve Piccoli (1989)(1-1)'un $Al_2O_3/(Na_2O+K_2O)-Al_2O_3/(CaO+Na_2O+K_2O)$ diyagramındaki konumları.

Ana oksitlerin SiO_2 'ye göre değişimi diyagramlarına bakıldığında birimlerin Al_2O_3 içeriğinin silis miktarının artması ile plajiyoklaz kristalizasyonuna bağlı olarak düzenli bir azalma gösterdiği görülür (Şekil 10). Fe_2O_3 ve MgO oranlarında ise horblend ve biyotit kristalizasyonuna bağlı olarak düzenli bir azalma gözlenir (Şekil 10). CaO içeriğinde, kalsiyumca zengin plajiyoklazların oluşumları sonucu düzenli bir azalma gözlenmektedir (Şekil 10). Na_2O içeriğine bakıldığında SiO_2 artışına bağlı olarak Behrek Kuvars Monzoniti ve Büyük öz Biotit Monzograniti'nde düzenli bir azalma gözlenirken, Hacıyusflu Monzograniti'nde ise bir artış söz konusudur (Şekil 10). K_2O içeriğine bakıldığında K'un uyumsuz element davranışı göstermesinden dolayı SiO_2 artışına paralel olarak bir artış söz konusudur (Şekil 10). MnO içeriği piroksen kristalizasyonuna bağlı olarak düzenli bir azalma gösterir (Şekil 10). TiO_2 içeriğinde piroksen ve titanit kristalizasyonuna bağlı olarak düzenli bir azalma gözlenmektedir (Şekil 10).

Yukarıdaki veriler ışığında ALKOS karakterli olan, mineralojik-petrografik ve jeokimyasal açıdan bir bütünlük oluşturan Behrek Kuvars Monzoniti, Büyük öz Biotit Monzograniti'nin ALKOS karakterli bir magma kaynağından itibaren fraksiyonel kristalleşme ile oluştuğu söylenebilir. Bu verilere göre önce Behrek Kuvars Monzoniti, daha sonra Büyüköz Biotit Monzograniti olduğu söylenebilir. Hacıyusflu Monzograniti ise alümino-kafemik özellikler sergilemesi ve alkalilerce diğer birimlere göre daha zengin olması nedeni ile, Behrek Kuvars Monzoniti ve Büyük öz Biotit Monzogranitini oluşturan magmanın bu birimleri oluşturduktan sonra yüksek iyon kapasiteli elementlerce (LIL) zenginleşerek ikinci bir erimesi ile oluşan magma kaynağından itibaren fraksiyonel kristalleşme ile oluştuğu düşünülmektedir.



Şekil 10. Plütönik faza ait birimlerin ana element değişim diyagramındaki konumları.

Ana element analizleri yapılan plütonik faza ait kayaç örneklerinin eser element analizleride yapılmıştır (Çizelge, 4, 5 ,6).

Eser elementlerden özellikle Rb, Th, Sr, Co, Sc ve Y'un SiO_2 'ye göre değişimi diyagramlarına bakıldığında klasik fraksiyonel kristallenmeyi işaret eden trendler gözlenmektedir. Uyumlu eser elementlerden Sr, Co ve Sc, SiO_2 miktarındaki artışa paralel olarak negatif bir trend sunmaktadırlar (Şekil 11). Sr'un negatif bir trend göstermesi, Sr'un Ca'ca zengin plajiyoklazlarda Ca elementinin yerini alması nedeni ile Ca 'ca zengin plajiyoklazların fraksiyonlanması ile ilişkilidir. Co ve Sc ise klinopiroksen ve mikaların yapısında bulunan Mg, Fe ve Al'un yerini alması nedeniyle, bu minerallerin fraksiyonlanması ile ilgilidir.

Uyumsuz eser elementlerden Th ve Rb miktarı SiO_2 miktarındaki artışa paralel olarak artmakta ve SiO_2 'ye göre değişim diyagramlarında pozitif bir trend sunmaktadırlar (Şekil 11). Rb, iyonik yarıçapının K'a yakın olması nedeni ile K'un yerini almakta, fraksiyonel kristalleşme sırasında K-feldispat, hornblend ve biyotit gibi minerallerin bünyesine girebilmektedir. Th aynı şekilde hornblend ve mikaların bünyesine girerek bunlarda bulunan Fe ve Al'un yerini alabilmektedir. Bu nedenle Th elementi de SiO_2 'ye göre değişim diyagramında pozitif bir trend sunmaktadır. Y elementi ise genellikle uyumsuz element gibi davranır. Hornblendlerde ve daha az olarak piroksenlerin bünyesinde yer alır. Bu nedenle SiO_2 'ye göre değişim diyagramında SiO_2 artışına bağlı olarak negatif bir trend gösterir (Şekil 11).

Gerek ana element verilerinden gerekse eser element verilerinden hazırlanan diyagramlarda Behrek Kuvars Monzoniti'nden Büyük öz Biyotit Monzograniti'ne doğru bir fraksiyonel kristalleşme sürecinin varlığı göze çarpmaktadır.

Bu özellik aynı zamanda eser elementlerin PRIM'e göre normalize edilmiş değerlerinin dağılım diyagramında da göze çarpmaktadır (Şekil 12). Buna göre Rb, Ba ve K gibi iri katyonlu litofil elementlerde (LIL) diğerlerine göre nisbi bir zenginleşme göze çarpmaktadır. Bu zenginleşmenin kıtasal kabukla karışma sonucunda meydana geldiği düşünülmektedir. Herhangi bir magma kaynağının katılaşması sürecinin ilk evrelerinde oluşan ve Ca'ca zengin plajiyoklazların bünyesine girerek ortamdan uzaklaşma eğilimi yüksek olan Sr elementi, Behrek Kuvars Monzoniti'nde en fazla, Büyük öz Biyotit Monzograniti'nde ise en az değerdedir. Diğer yandan katılaşma esnasında minerallerin bünyesine girerek ortamdan uzaklaşma yerine katılaşma artığı olan kalıntı sıvıda kalıp zenginleşmeyi tercih eden Nb, Zr ve Y elementleri ise Behrek Kuvars Monzoniti'nden Büyük öz Biyotit Monzograniti'ne doğru bir artış göstererek fraksiyonel kristalleşme sürecinin varlığını doğrulamaktadır (Şekil 12).

Çizelge 4. Behrek Kuvars Monzoniti'nin eser element analiz sonuçları (Eser element değerleri ppm cinsinden verilmiştir).

Örnek No	Cr	Co	Cu	Pb	Zn	Rb	Ba	Sr	Ga	Nb	Zr	Y	Th
MA-9	562	11	11	33	47	172	998	487	17	17	150	27	43
MA-14	558	14	14	54	66	166	923	474	16	14	140	23	41
MA-16	369	14	20	44	61	180	752	454	18	15	143	24	49
MA-35	54	13	16	44	86	122	900	536	18	17	151	31	25
MA-48	-20	7	14	-5	-30	185	655	461	13	13	145	25	47,4
MA-55	21	6	8	31	38	120	793	533	15	12	155	23	24
MA-60	27	12	11	45	74	153	989	503	19	16	155	30	23
MA-62	407	10	14	39	67	144	924	513	17	16	152	30	29
MA-66	24	8	10	36	56	165	966	448	18	15	154	27	26
MA-81	25	11	15	39	63	164	828	463	18	16	148	27	25
MA-85	28	11	11	60	56	198	878	438	19	15,6	174	24	37,6
MA-88	557	14	32	76	98	172	1542	575	18	15	145	29	22
MA-97	22	8	15	38	50	179	983	433	18	12	151	22	47
MA-104	19	9	13	41	57	164	823	418	16	17	150	32	32
MA-119	21	10	21	40	55	171	1058	500	17	14	153	26	25
MA-121	512	16	23	99	89	179	715	458	18	17	159	28	36
MA-125	14	9	19	48	66	178	782	483	18	17	157	29	36
MA-130	424	9	14	47	46	209	845	401	15	14	118	25	33
MA-135	24	10	13	38	68	169	1021	479	18	17	164	29	28
MA-137	454	13	10	38	56	151	1012	470	17	16	156	27	31
MA-141	18	13	20	44	64	179	1043	459	16	15	156	29	27
MA-152	22	11	12	35	53	163	1045	431	17	13	154	23	23
MA-157	15	9	4	42	58	192	864	436	17	17	150	27	37
MA-163	52	18	25	28	71	130	1249	351	21	10	114	24	6
MA-178	26	9	11	41	58	154	810	428	17	16	167	31	35
MA-185	59	15	27	36	59	132	1274	556	19	10	109	28	12
MA-189	50	15	28	33	57	164	1169	463	17	12	128	28	14
MA-204	39	14	11	29	63	160	967	439	17	14	161	29	23
MA-222	13	10	5	12	23	18	90	134	12	2	77	13	2
MA-229	24	9	11	40	61	174	886	402	17	14	140	27	24
MA-230	23	8	15	52	76	169	959	470	17	15	149	27	29
MA-233	29	12	27	86	80	190	889	466	20	16,3	165	21	51
MA-242	16	7	15	49	62	176	837	411	16	16	133	29	31
MA-245	24	9	20	35	67	160	1085	487	18	15	161	28	26
MA-246	32	9	18	40	64	161	1051	481	18	13	140	24	21
MA-248	20	11	14	43	71	162	1149	500	19	15	164	31	23
MA-253	21	13	25	41	68	160	959	459	19	14	147	26	28
MA-255	20	9	11	39	63	164	1033	445	16	18	137	33	38
MA-259	20	9	14	41	54	163	1107	450	17	18	143	32	32
MA-263	24	13	31	59	87	170	1202	477	17	16	147	30	22
MA-264	8	2	14	38	17	194	148	41	11	8	63	4	40
MA-270	60	16	33	27	94	154	1253	607	18	11	131	31	3
MA-272	17	12	35	41	63	161	1039	486	18	15	147	27	30
MA-274	18	8	14	46	69	166	1080	479	18	16	143	30	27
MA-276	10	4	7	56	16	233	109	117	13	7	64	1	57
MA-278	57	8	43	40	67	169	888	453	17	17	141	30	32
MA-280	23	9	16	41	58	143	1263	463	17	17	154	31	30

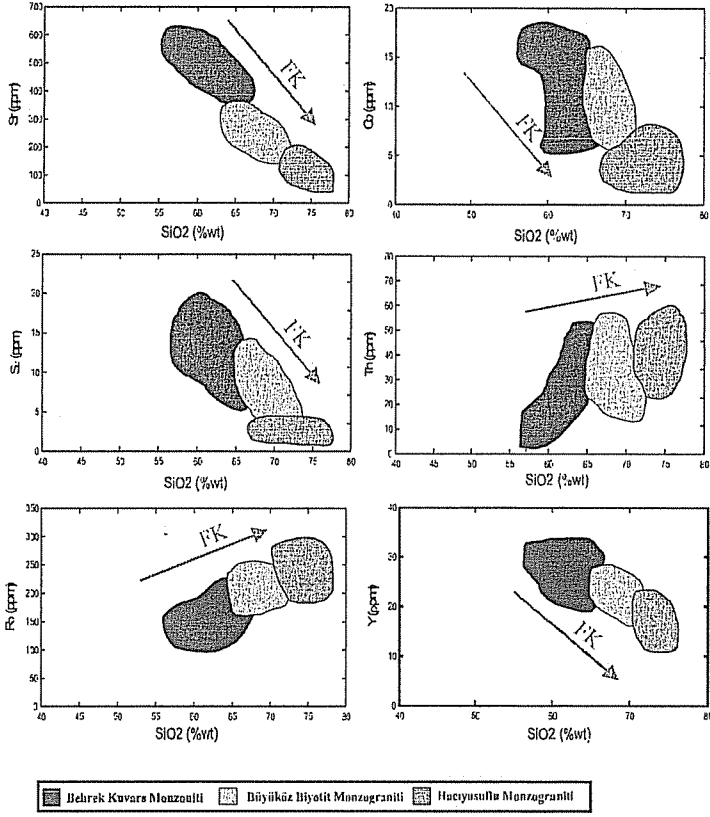
Çizelge 5. Büyük öz Biyotit Monzograniti'nin eser element analiz sonuçları (Eser element sonuçları ppm cinsinden verilmiştir).

Örnek No	Cr	Co	Cu	Pb	Zn	Rb	Ba	Sr	Ga	Nb	Zr	Y	Th
MA-159	53	13	34	41	62	192	798	265	18	12,3	175	27	26,6
MA-160	17	2	5	48	53	314	526	112	17	14	131	14	27
MA-162	22	7	12	37	54	233	1007	198	16	13	146	18	21
MA-167	38	10	25	33	57	197	865	281	17	13	146	24	33
MA-169	51	12	13	38	44	228	755	237	15	14	141	20	36
MA-170	612	15	15	42	67	194	961	259	18	14	153	22	27
MA-171	468	10	23	35	42	224	789	223	15	15	154	21	52
MA-175	46	13	18	33	47	178	868	259	16	14	152	26	27
MA-179	33	5	7	49	39	191	840	202	15	13	178	23	17

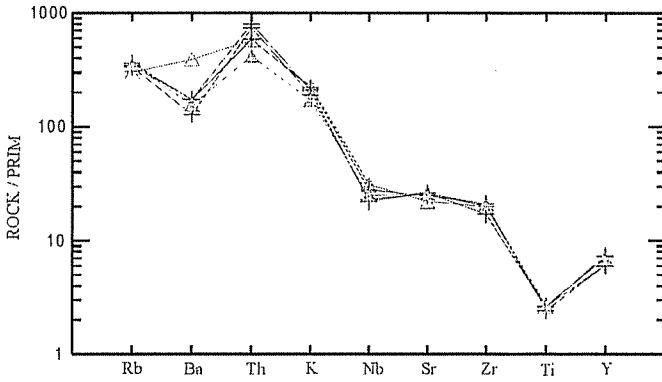
Çizelge 6. Hacıyusuflu Monzograniti'nin eser element analiz sonuçları (Eser element değerleri ppm cinsinden verilmiştir).

Örnek No	Cr	Co	Cu	Pb	Zn	Rb	Ba	Sr	Ga	Nb	Zr	Y	Th
MA -198	41	15	27	31	74	158	1155	487	17	11	159	29	15
MA-195	10	2	6	23	40	248	646	112	19	12	161	20	37
MA-205	9	2	8	32	41	202	797	119	17	12	220	17	32
MA-206	13	2	6	28	43	249	651	95	18	12	196	22	41
MA-207	10	2	16	32	42	273	697	108	18	12	176	21	39
MA-211	18	2	14	43	48	220	1109	281	18	8	97	17	19
MA-212	20	13	26	53	66	166	2000	393	19	15,7	163	24	36,8
MA-215	10	16	13	30	82	7	9	195	13	2	73	15	8
MA-221	10	2	7	19	25	14	121	116	12	2	79	19	2
MA-224	19	2	4	23	15	274	495	124	14	18	109	5	53
MA-225	603	10	12	25	20	226	287	63	12	11	92	4	33
MA-226	581	4	8	18	38	335	293	61	20	22	477	22	78
MA-227	602	4	9	19	38	283	289	64	21	18	321	14	61
MA-228	426	6	8	22	22	216	1273	189	15	15	153	13	32

BEHREK BATOLİTİ BATI KESİMİNİN PETROGRAFİK VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ, ORTA ANADOLU

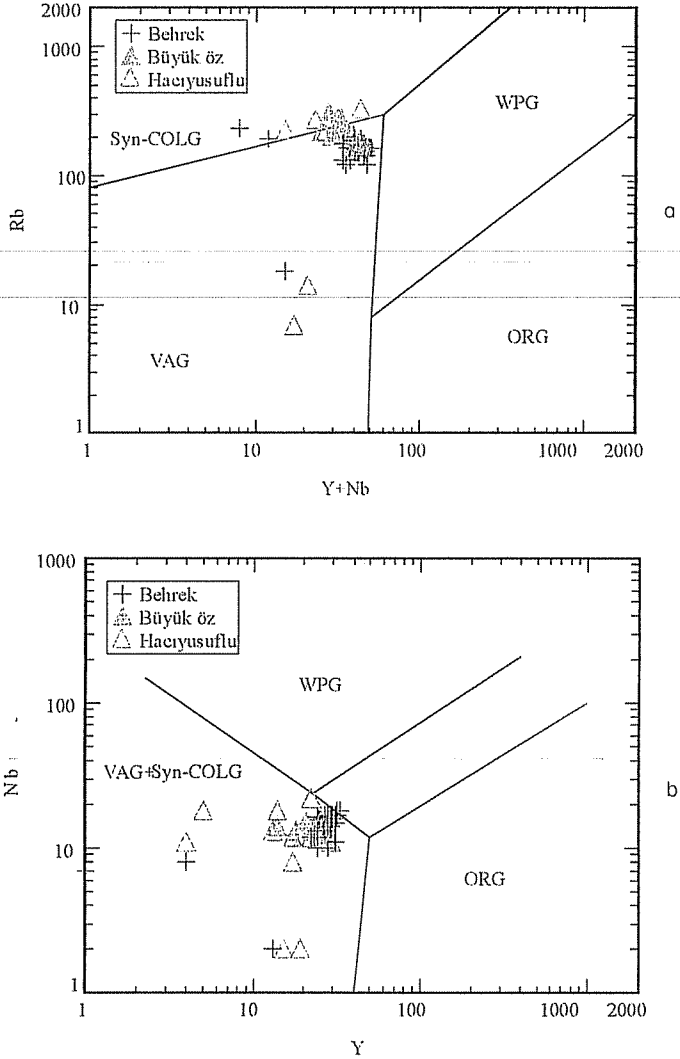


Şekil 11. Plütonik faza ait birimlerin eser element değişim diyagramındaki konumları.



Şekil 12. ALKOS topluluğa ait birimlerin Kayaç/PRİM'e göre normalize edilmiş eser element değişim diyagramı (Normalize değerleri Taylor ve McLennon 1985(13)'den alınmıştır).

ALKOS ve PERALKOS topluluğa ait birimler, Pearce ve diğ. tarafından önerilen eser element diyagramlarında ise başlıca volkanik yay granitoidler (VAG) bölgesi ile çarpışma ile eş zamanlı-volkanik yay granitoidler (Syn-COLG +VAG) bölgesinde yer almaktadır (Şekil 13) (14). Pearce ve diğ. çarpışma sonrası granitoidlerini (post-COLG) tam olarak ayıramadıklarını ve bunların daha çok syn-COLG-VAG-ORG üçlü birleşim noktasına yakın yerlerde konumlandıklarını belirtmektedirler (14).



Şekil 13. ALKOS topluluğa ait birimlerin Rb-Y+Nb (a) ve Nb-Y (b) jeotektonik ortam diyagramındaki konumları (14).

4. SONUÇLAR

1. Çalışma alanındaki plütonik kayalar ilk kez bu çalışmada arazi düzeyinde gösterdikleri dokusal özellik ve mineralojik bileşimlerine göre farklı 3 fasiyese ayrılarak haritalanmıştır. Bunlar Behrek Kuvars Monzoniti, Büyük öz Biotit Monzograniti ve Hacıyusuflu Monzograniti'dir.

2. ALKOS özellik sergileyen Behrek Kuvars Monzoniti ve Büyük öz Biotit Monzograniti , I tipi, kafemik, metalümino-kalkalkalen karakterdedir. Bu birimlerden Behrek Kuvars Monzoniti; esas olarak hornblend ± biyotit ± piroksen mafik mineral topluluğu içeren kuvars monzonitlerden meydana gelmektedir. Büyük öz Biotit Monzograniti; esas olarak biyotit ± hornblend ± piroksen mafik mineral topluluğunu içeren monzogranitlerden meydana gelmektedir. PERALKOS özellik sergileyen Hacıyusuflu Monzograniti ise A tipi, alümino-kafemik ve peralümino-kalkalkalen karakterlidir ve esas mafik mineral olarak hastingsit/arfvedsonit türü sodik amfiboller içerir. Bu birimler yer yer kuvarslı mikrodiorit ve aplit daykları tarafından kesilmektedirler.

3. ALKOS karakterli Behrek Kuvars Monzoniti'nde toplam alkali ($\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$) oranı en yüksek % 8,54 iken fraksiyonel kristallenmenin son ürünü olan Büyük öz Biotit Monzograniti'nde bu değer %8,91'e kadar çıkmaktadır. Fe_2O_3 , MgO ve TiO_2 değerlerinde Behrek Kuvars Monzoniti'nden Büyük öz Biotit Monzograniti'ne doğru bir azalma söz konusudur. Bu da fraksiyonel kristallenmeyi kanıtlayan bir veri olarak değerlendirilebilir. PERALKOS karakterli olan Hacıyusuflu Monzograniti ise toplam alkali oranı en yüksek %12,76'dır.

4. Eser element içerikleri açısından incelendiğinde, Behrek Kuvars Monzoniti 233 ppm Rb, 189 ppm Sr, 1542 ppm Ba içerir. Büyük öz Biotit Monzograniti 233 ppm Rb, 265 ppm Sr, 1007 ppm Ba içeriğine sahiptir. Hacıyusuflu Monzograniti 335 ppm Rb, 189 ppm Sr ve 2000 ppm Ba içeriğine sahiptir. Kalcılığı yüksek elementler (Zr, Nb, Y) açısından Behrek Kuvars Monzoniti düşük değerler sunarken Büyük öz Biotit Monzograniti'ne doğru bu değerlerde artış gözlenmektedir.

5. Tüm granitoid birimleri Pearce ve diğ. (1984) tarafından önerilen eser element diyagramlarında başlıca volkanik yay granitoidleri (VAG) bölgesi ile çarpışma ile eş zamanlı-volkanik yay granitoidleri (syn-COLG+VAG) bölgesi ve ORG üçlü birleşim noktasına yakın bir yerde konumlanması nedeniyle post-COLG olduğu tespit edilmiştir.

5. KAYNAKLAR

1. Göncüoğlu, M.C., Toprak, V., Kuşçu, İ., Erler, A. ve Olgun, E., "Orta Anadolu Masifinin batı bölümünün jeolojisi", TPAO Rapor No: 2909 (yayınlanmamış), Ankara, 1991.

2. Seymen, İ., "Kaman (Kırşehir) dolayısında Kırşehir masifinin stratigrafisi ve metamorfizması". T.J.K Bül. 24, 2, 101-108, 1981A.

3. Erler, A., Bayhan, H., "Orta Anadolu Granitoidleri", H.Ü. Yerbilimlerinin 25. Yılı Sempozyumu, sayfa 19-20, 1981A, 1993.

4. Bingöl, E., "1/2.000.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası", MTA yayını, Ankara, 1989.

5. Seymen, İ., "Kaman dolayında Kırşehir masifinin jeolojisi", Doçentlik Tezi, İ.T.Ü. Maden Fak., İstanbul 164 s. (yayınlanmamış), 1982.

6. Göncüoğlu, M.C. and Türeli, T.K., "Petrology and geodynamic interpretation of plagiogranites from Central Anatolian Ophiolites (Aksaray-Turkey)", *Doğa Türk Yer Bilimleri Dergisi*, 2, 195-203, 1993.
7. Kara, H., Dönmez, M., "1/100.000 ölçekli açınısama nitelikli Türkiye jeoloji haritaları serisi", *Kırşehir G 37 paftası No:34 M.T.A. Ankara*, 1990.
8. Hibbard, M.J., "Textural anatomy twelve magma mixed systems", In Didier, J. and Barbarin, B. (eds), *Enclaves and Granite Petrology, Development in Petrology*, 13, Elsevier, 431-444, 1991.
9. Debon, F. and Le Fort, P., "A chemical-minerological classification of common plutonic rocks associations", *Transaction of the Royal Society of Edinburg, Earth sciences*, 73, 135-149, 1983.
10. Irvine, T.N. and Baragar, W.R.A., "A guide to the chemical classification of common volcanic rocks", *Can. Jour. Earth Sci.*, 8, 523-548, 1971.
11. Maniar, P.D. and Piccoli, P.M., "Tectonic discrimination of granitoids", *Geological Soc. Of American Bulletin*, vol.6, pp. 129-198, 1989.
12. Rickwood, P.C., "Boundry lines within petrologic diagrams which use oxides of major and minor elements", *Lithos*, 22, 247-263, 1989.
13. Taylor, S.R., McLennan, S.M., "The continental crust: its composition and evolution", *Blackwell, Oxford*, 312p., 1985.
14. Pearce, J.A., Harris, B.W. and Tindle, A.G., "Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks", *J. Petrol.*, 25, 956-983, 1984.

BERKE BARAJI VE ÇEVRESİNİN DEPREMSELLİĞİ**Kenan SİĞİN ve Cavit DEMİRKOL**

Ç.Ü., Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Adana /Türkiye

ÖZET : *İnceleme alanı; Osmaniye ili, Düziçi ilçesi'nin kuzey kesimlerinde yer almaktadır. Arazi üzerinde yüklemenin meydana getirdiği depremselliğe Berke baraj alanı sebep teşkil etmektedir. Baraj gölünün doldurma – boşaltma hallerinde barajın oturmuş olduğu alan, tetiklenmeye en elverişli ortamları oluşturmaktadır. Bu çalışmada maksimum büyüklükteki depremlerin Berke baraj gölü alanında olması olasılığı değerlendirilmiştir. Bu çalışmada baraj alanındaki sismisite detaylı olarak ele alınmıştır.*

Bu çalışmanın bir diğer amacı da bölgede önemli sayılabilecek fay, eklem gibi düzlemsel yapı elemanlarının incelenmesi ve bölgede tektonizmanın etki çerçevesinin araştırılmasıdır.

Berke barajı ve çevresinin sismik aktivitesine ilişkin yapılan çalışmalar sonucu elde edilen deprem episanırları hazırlanan sismotektonik haritaya işlenmiştir. Çalışma bölgesinde yüzeyleyen kaya birimleri ile bölgedeki tektonik yapılar 1/12.500 ölçekli jeoloji haritası üzerine işlenmiştir.

Berke barajı ve dolayının depremselliğinin incelenmesi, araştırılması ilerde meydana gelebilecek olası depremlere karşı önceden tedbir almamızı mümkün kılacaktır. Bu nedenle bu çalışma hem çevre insanına, hem de ülke ekonomisine yapacağı katkılarından dolayı önem arz etmektedir.

EARTHQUAKE ACTIVITY AROUND THE BERKE DAM

ABSTRACT : *The study area is located in the northern part of the Düziçi town of Osmaniye. The reservoir area creates a seismic source. The water level in the reservoir affects the seismicity of the dam area. The probability of the big earthquakes is investigated in the reservoir area. Seismic case studies is done as well.*

The significance of the research is also to investigate the planar structural elements, such as fault, joints, for obtaining a data base about the tectonism.

The epicenters of the earthquakes were marked on the prepared sismotectonic map after the study about on seismic activities has completed of the Berke dam and its surroundings. Lithostratigraphic units and tectonic structures were also indicated on the geological map at a scale of 1:12.500.

It is possible to take care of probable earthquakes in the region if the seismicity of the Berke Dam and its surroundings are well known. As a result, the study is significant work because of the local people and the effect on the support of the national economy.

2. BERKE BARAJI VE DEPREMSELLİK

Berke Barajının yapımına başlanmadan önce daha kuzeyde yer alan Sır Barajı çevresinde yerleştirilen deprem istasyonları 1.12.1987 tarihinde faaliyete geçmiştir. 28.08.1988 tarihinde başka bir yere yerleştirilmek üzere Sır deprem istasyonunun faaliyetine son verilmiş, Hasancıklı, Önsen, Topcalı ve Yenice kale deprem istasyonları 15.10.1993 tarihinde ÇEAŞ yetkililerinin verdikleri kapatma kararına kadar faaliyetlerine devam etmiştir. 24.02.1993 tarihinde tekrar çalışmaya başlayan Sır deprem istasyonu hala çalışmasına devam etmektedir. 15.10.1993 tarihine kadar elde edilen verileri içeren raporlar çıkmıştır.

Daha sonra ki çalışmalara Berke baraj yerinde yeni kurulan Somaklı ve Çotlu deprem istasyonları ve Sır barajında çalışması devam eden Sır deprem istasyonu verileri ile devam edilmiştir. Somaklı ve Çotlu deprem istasyonları ile Sır deprem istasyonu arasındaki mesafenin fazla olması şebeke oluşturmadaki yetersizlikten dolayı elde edilen verilerden büyük bir kısmı değerlendirilememiştir. Kasım-95 tarihinde Berke ve Asaroba deprem istasyonlarının çalışmaya başlaması ile verilerin değerlendirilmesi Berke baraj yeri için daha verimli ve sağlıklı olmuştur. Deprem istasyonlarının şu andaki konumları dolayısıyla elde edilen verilerden Sır barajı için değerlendirme yapılamamıştır.

Depremler ve Sun'ı Depremlerin Barajlara Etkisi:

Depremlerin barajlar üzerine yaptıkları etkilere baktığımızda, deprem etkisi altında memba ve mansab şevlerinde meydana gelen kayma ve göçmelerle kret kotu korunamamakta bundan dolayı da rezervuarda biriken su dolgu yapısı üzerinden boşalmakta ve dolgu malzemesinin taşınması dolayısıyla baraj çökmektedir. Bunun örneklerine dünyamız üzerinde değişik yerlerde rastlanmıştır.

Baraj, inşa edildiği zeminde farklı deformasyonlara maruz kalması dolayısıyla depremler, dolguda oluşan kayma ve çekme gerilmelerinin oluşturduğu düşey ve yatay çatlakları meydana getirmektedir.

Sun'ı depremler; derin maden kazıları, yeraltı nükleer patlatmaları, atık suların kaya içine enjekte edilmesi ve büyük rezervuarların suyla doldurulması nedeniyle oluşmaktadır. Baraj göllerinin doldurulmasıyla kaya içindeki su basıncı artmakta, kayaların porozitelerinde değişimler olmaktadır. Yeraltındaki süzülme sınırındaki su basıncı yüklemeye faylanmalarına sebep olmaktadır.

Barajların hacim, derinlik ve yüklemeye süreleri doğal depremlerin magnitüd ve frekansları üzerine etkili olmaktadır. Baraj göllerinin doldurulmasıyla ve doldurma boşaltma hallerinde barajın oturmuş olduğu alanın, tetiklenmeye en elverişli ortamlar olması nedeniyle maksimum büyüklükteki depremlerin bu alanlarda oluşmasına neden olurlar. Bu durum genellikle barajın 100 m den yüksek 500 hm³ den daha fazla rezervuar hacmine sahip olduğu hallerde ve aynı zamanda tektonik bakımdan hassas zonlarda bulunan yeni barajlarda gözlenmektedir. Su tutulması düşünülen alan, hidrolik rejim fayların etkili olduğu zonları içeriyorsa, su tutulmanın etkin olduğu zondaki sismik veriler olası bir yüklemeye sismisitesi gösteriyorsa, böyle bir ortamda bu tip bir sismisite olasıdır.

Su tutulan sahadan geçen faylar tümüyle aktif olmasa da, yüklemeye sismisitesi tümüyle bölgesel ve yerel jeolojik şartlara bağlı olmasa da, yine yüklemeye dolay sismisitenin oluşabileceği düşünülmektedir. Yerleşim bölgelerindeki sismik aktivitenin

ekonomik ve sosyal etkisi, depremlerin kontrolü ve bilimsel çalışmaların öncelikle yapılmasını gündeme getirmektedir. Bilim adamları tarafından yapılan çalışmalar, sismik olaylara ait bilgilerimizin artması için bir fırsat yaratmaktadır.

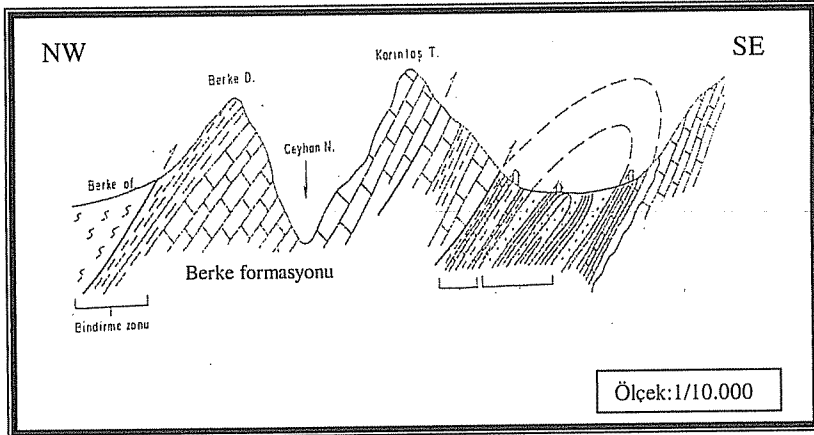
2.1. Bölgesel Jeoloji

Amanos tektonik birliğinin kuzeydoğu sınırında yer alan Berke Baraj alanı ve yakın dolayında yüzeyleyen kayaçlar, Mesozoyik yaşlı tektonik dilimlerinden oluşmaktadır. Göl alanında Paleozoyik yaşlı ardalanmalı kuvarsitler ve fillatlar bulunmaktadır. Üst Kretase yaşlı ofiyolitik melanj tektonik olarak daha yaşlı birimlerin üzerine örtmektedir. Mesozoyik formasyonlar genç (Kuvaterner) diyabaz dayakları tarafından kesilmiştir. Bölgede üç tektonik birim ayırtlanmıştır (1):

1-Bağlı Otokton Birimler: Sulucadere formasyonu (T_{RS}), dolomitli – ince şeyl bandlarıyla başlamakta ve seri ortalama 80 m kalınlıktaki bozunmuş silt, marn, dolomitler ile devam etmektedir. Formasyonun en üst kısmı, kireçtaşı ile dolomitik kireçtaşından oluşmaktadır. Triyas yaşlı Sulucadere formasyonu (800 m), çörtlü kireçtaşı ile diskordanı olarak örtülmektedir.

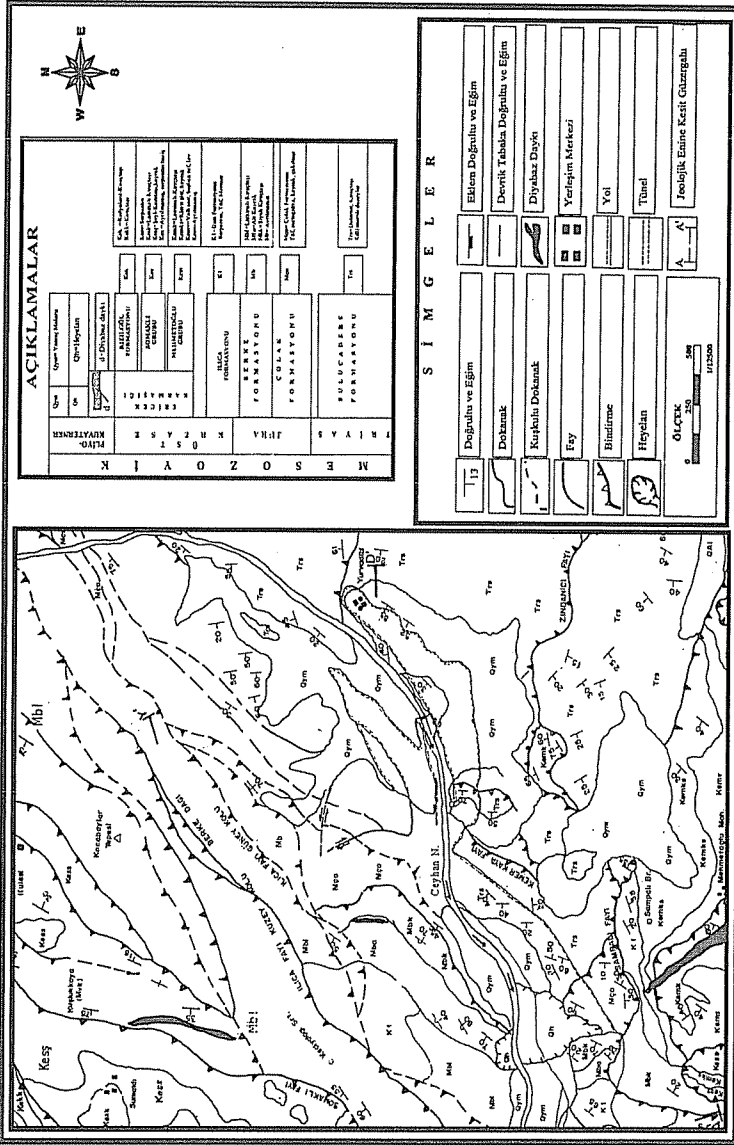
2-Alloktan Berke Karmaşığı: Berke Karmaşığı; meta-gabro, meta-volkanikler, tüfler, ince şistlerden, dolomit-kireçtaşı-polijenik breş bantlarından, ya da merceklerinden oluşan Çolak formasyonu, "Mço" ile koyu renkli kireçtaşı, marn, klorit şist ve laminalı kireçtaşlarından oluşan Berke formasyonundan "Mb" meydana gelmektedir. Ilica formasyonu (K_1) ise olası Berke formasyonunun büyük kütlelerini çeviren olistolit matriksi olup yayılımı harita üzerinde gösterilememiştir.

3-Alloktan Örtü Birimler: Bu birimler üst Kretase yaşlı ofiyolitik melanjdan (serpantin, radyolarit, klorit, şist, sleyt, kireçtaşı, volkanikler) oluşurlar.



Şekil 2. Berke formasyonunun genel yapısını gösterir taslak jeoloji kesiti.

Aknil Mühendislik ve Sial yer bilimleri etüd ve müşavirlik LTD. (2,3)



Şekil 3. Berke Baraj çevresinin jeoloji haritası (Arpat, 1998'den alınmıştır).

2.2. Berke Barajının Karakteristikleri

Sır barajı ve hidroelektrik santrali ile Aslantaş barajı ve hidroelektrik santrali arasındaki yaklaşık 200 metrelik düşüden yararlanılarak, 201 m yüksekliğinde çift eğrilikli ince beton kemer tipinde bir baraj olup, bunun yaklaşık 2 km mansabında 3*170 MW kurulu güçünde bir yeraltı santralından oluşan Berke barajı ve hidroelektrik

santrali, Adana'nın 130 km doğusundaki Düziçi ilçesinin Ilıca mevkiî karşısında Kahramanmaraş ili sınırları içerisinde olup, inşası bitmiştir.

2.2.1. Bölgedeki Deprem Etkinliğinin Araştırılması

2.2.1.1. Deprem İstasyonlarının Dağılımı

Berke barajı ve çevresinin depremselliği ile baraj gölünün dolmasından sonra meydana gelecek depremleri araştırmak için daha önce Sır barajı için kurulan Sır deprem istasyonu ile Berke barajı çevresinde kurulan Çotlu, Asaroba, Somaklı ve Berke deprem istasyonları ile bir deprem istasyonları şebekesi oluşturmuştur. Deprem istasyonları arasında minimum 5180 m. ile maksimum 25200 m. mesafe bulunmaktadır. Deprem istasyonlarının kot ve koordinatları ile deprem istasyonları arasındaki mesafeler aşağıda gösterilmiştir (Tablo 1.).

Tablo 1. Deprem istasyonlarının dağılımı

İstasyonun Adı	Sembol	Enlem	Boylam	Kot
ÇOTLU	ÇOT	37° 19' 29".6	36° 26' 50".7	637
ASABORA	ASA	37° 23' 13".8	36° 23' 37".8	468
SOMAKLI	SOM	37° 25' 26".8	36° 25' 10".3	802
BERKE	BER	37° 22' 17".7	36° 27' 46".7	440
SİR	SİR	37° 30' 19".2	36° 37' 07".6	592

Tablo 2. İstasyonlar Arasındaki Mesafeler

ÇOTLU	Asabora Somaklı Berke Sır	8.450 m. 11.130 m. 5.350 m. 25.200 m.
ASABORA	Somaklı Berke Sır	5.180 m. 6.505 m. 23.800 m.
SOMAKLI	Berke Sır	6.535 m. 19.700 m.
BERKE	Berke	20.500 m.

Kullanılan program gereği istasyonların konumlarından dolayı iki farklı şebeke orta noktası tespit edilmiştir ve deprem çözümleri buna göre yapılmıştır.

<u>Şebeke Adı</u>	<u>Enlem</u>	<u>Boylam</u>
Sır – Berke	36 ⁰ 25	36 ⁰ 36
Berke	37 ⁰ 22	36 ⁰ 25

2.2.1.2. Günlük ve Günlük Ortalama Deprem Sayıları

Berke barajı ve deprem istasyonları şebekesi içinde en uzun ve en verimli çalışan istasyon Somaklı deprem istasyonudur. Ocak 1994-Aralık 1996 tarihleri arasında kayıtlardan okunan deprem sayısı 3364 olup, günlük ortalama deprem sayısı ise 3.07 dir (Tablo 3.).

Tablo 3. Aylara göre kayıtlardaki deprem sayıları (Somaklı)

Yıl	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1994	92	67	79	112	89	74	80	87	50	59	73	91	953
1995	85	94	75	109	74	101	92	87	158	107	92	99	1173
1996	129	83	69	85	112	155	137	125	111	112	56	64	1238

1994.....953/364 = 2.618

1995.....1173/365 = 3.21

1996.....1238/365 = 3.39

Toplam.....3364/1094 = 3.07

Berke barajı için yapılan çalışmalardan elde edilen ve Sır barajı için hazırlanmış olan Sır barajı göl alanı ve çevresinin depremsellik özelliklerinin araştırılması sonucu elde edilen Magnitüd-frekans ilişkisi, günlük ortalama deprem sayıları, açığa çıkan enerji, deprem oluş sayıları gibi parametreler aşağıdaki tabloda verilmiştir (Tablo4).

Tablo 4. Sır ve Berke Barajlarının deprem etkinliğinin araştırılması.

		SİR		BERKE
Deprem Parametreleri		STÖ 1.12.87-31.12.90	STS 13.12.90-15.10.93	STÖ 1.1.94-31.12.96
Magnitüd-Frekans	A	4.647	4.551	4.633
	B	0.886	0.857	0.779
Günlük Ort. Dep. Sayısı		0.171	0.226	1.244
Açığa çıkan enerji		1.01E +19	1.54E +19	2.49E +20
Top.deprem sayısı		190	235	1362

Tablonun incelenmesinden görüleceği gibi magnitüd-frekans ilişkisindeki A ve B katsayılarında deprem etkinliğinin artışı belirlemek mümkün görünmemektedir.

Günlük ortalama deprem sayıları Sır barajı için STÖ (Su Tutulma Öncesi) 0.171, STS (Su Tutulma Sonrası) 0.226 dır, Berke barajı için ise STÖ 1.244 dır.

Aynı şekilde toplam deprem sayılarına bakıldığında Sır barajı STÖ 190, STS 235 ve Berke barajı için ise STÖ 1362 depremin olduğu görülmektedir

Çözümü yapılan depremlerin sayısı 1624 dır. Bunların günlük ortalama deprem sayısı 1.48 dir. Magnitüd-frekans ilişkisinde kullanılan depremler (uzak depremler hariç) 605 tir. Bunlarında günlük ortalama deprem sayısı ise 0.55 tir. Haritaya düşen deprem sayısı 1362 olup bunun günlük ortalama deprem sayısı 1.244 dır.

2.2.1.3. Açığa Çıkan Deprem Enerjisi

Çalışma alanında inceleme süresince meydana gelen depremlerden açığa çıkan deformasyon enerjini hesaplayarak bölgenin depremselliği ile ilgili bir sonuç çıkarmak mümkün olmamıştır.

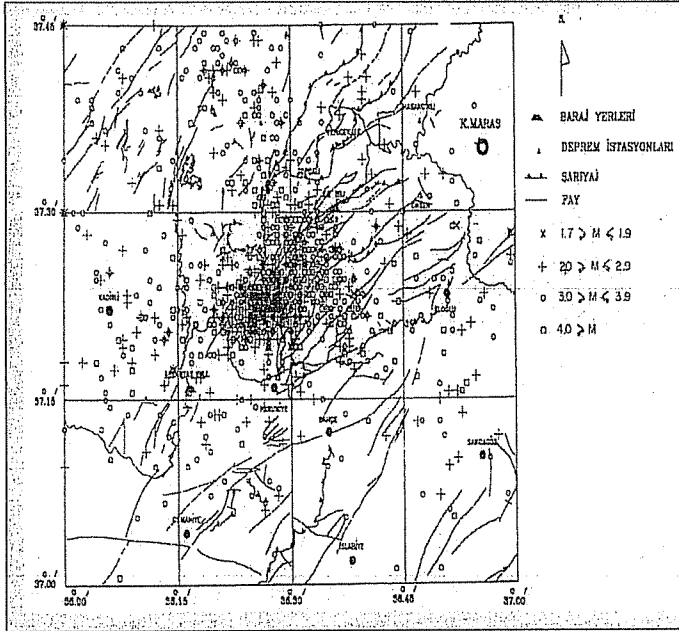
Ancak bu verilerin depremsellikle ilgili elde edilen diğer parametrelerle birlikte incelenmesi gerekmektedir (Şekil 4).

Çalışma bölgesinde oluşan depremlere bağlı olarak açığa çıkan enerji, haritamıza düşen depremlerin Gutenberg-Richter'in;

$$\text{Log}E = 9.4 - 2.14 M - 0.054 M^2$$

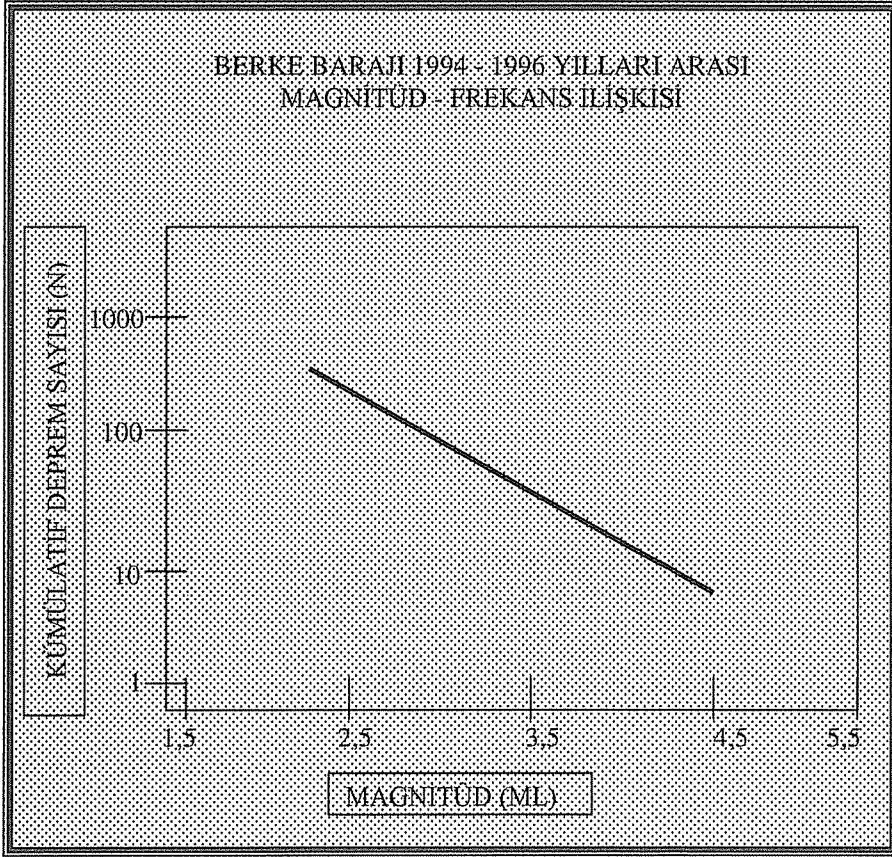
bağıntısından yararlanılarak hesaplanmıştır.

İnceleme süresi olan Ocak 1994-Aralık 1996 tarihleri arasında çözümü yapılan 1624 depremden, haritamıza düşen 1362 depremin açığa çıkardığı enerji 2.4943 E+20 Erg'dir.



Şekil 4. Sır ve Berke Barajı çevresinin depremsellik haritası. Çukurova Elektrik A.Ş., 1996 (4).

Baraj yapımı sırasında patlatmaların en yoğun olarak yaşandığı ve 1994 –1996 yılları arasında meydana gelen depremlerin Magnitüd- Frekans ilişkisi ters orantılıdır (Şekil-5).



Şekil 5. Magnitüd – Frekans İlişkisi.

3. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

1. Berke barajı için yapılan çalışmalardan elde edilen ve Sır barajı için hazırlanmış olan Sır barajı göl alanı ve çevresinin depremsellik özelliklerinin araştırılması sonucu elde edilen Magnitüd-frekans ilişkisi, günlük ortalama deprem sayıları, açığa çıkan enerji, deprem oluş sayıları gibi parametreler, Sır barajında STS için deprem etkinliğinin arttığı izlenimini vermektedir. Su yükünün etkisiyle depremselliğin artmış olmasını kesin olarak belirlemek mümkün olmuştur.

2. Berke barajında STÖ (su tutulma öncesi) elde edilen parametreler detaylı olarak incelenmiş olup bunun sonucunda bu alanda Magnitüd-Frekans ilişkisinin ters orantılı olduğu belirlenmiştir.

3. Günlük ortalama deprem sayıları ve toplam deprem sayılarındaki artışın Berke barajında yüklemenin (Induced seismicity) etkisiyle değilde incelenen bölgenin doğal deprenselliğinin arttığından ileri gelmektedir. Bu görüşümüzü Sır barajı STÖ parametreleri de desteklemektedir.

4. Berke barajı STÖ açığa çıkan enerji, Sır barajı STS enerjisinin 15 katıdır. Bunun sebebi; Sır barajı, STS daki dönemde magnitudü $M > 4.0$ deprem sayısı 250 dir. Sır ve Berke barajlarından elde edilen depremlerin episantrları sismotektonik haritaya işlenmiştir. Sır ve Berke Barajı çevresinin deprensellik haritasına baktığımızda depremlerin bölgenin tektonik yapısıyla uyumlu olarak dağıldığı görülmektedir.

5. Bölge için bundan sonra yapılacak çalışmaların devam ettirilerek, özellikle barajda su tutulma sonrasındaki deprem etkinliğinin çok iyi gözlenmesi gerekmektedir.

6. Berke baraj gölü su ile doldurulduktan sonra, küçük depremler oluşmaya başlayacaktır. Bu depremler gözenek basıncının artışı ve artan su yükü sonucundaki gerilmelerin bir ürünüdür. Su hacmi en çok 10 milyar metreküp ve su derinliği 100 m²'yi aşan rezervuarlarda bu tür depremler oluşmaktadır.

Berke baraj rezervuarı; temelden 201m, talvegden ise 181m yüksekliğinde olup membada oluşacak göl hacmi 427 milyon m³ dür.

7. Artan sıvı basıncı sonucu yüksek gerilim altında kayaçların yenilmesi ile küçük depremler oluşabilir. Berke Baraj alanında 2002 yılı proje kapsamında 780.000 m delgi ve enjeksiyon yapılp halen delgi-enjeksiyon işlemlerine devam edilmektedir.

4. KAYNAKLAR

1. Arpat,E., "Berke Baraj Jeolojisi", Ç.E.A.Ş. Raporu, 70 s., 1998.
2. Aknıl ve Sial, "Ceyhan Berke Projesi Berke Barajı ve Rezervuarı Geçirimsizliği İle İlgili Değerlendirme Raporu", Ç.E.A.Ş. Raporu; 260 s. (Yayınlanmamış), 1988.
3. Algan,M., Seçkin,A., "Berke Barajı ve çevresinin Hidrojeolojisi üzerine yapılan çalışmalar", Aknıl Mühendislik Müşavirlik Ltd., 1988.
4. Çukurova Elektrik A.Ş., "Sır ve Berke Barajı çevresinin deprensellik haritası", 1996.

BERKE BARAJI (OSMANİYE) REZERVUAR ALANI VE ÇEVRESİNDE GÖRÜLEN KARSTLAŞMA OLAYLARI

Hasan ÖZCAN ve Cavit DEMİRKOL

Ç.Ü., Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Adana / Türkiye

ÖZET : Çalışma bölgesi olan Berke Barajı; Kahramanmaraş'ın 40 km güneybatısında bulunmakta olup, Osmaniye iline bağlı Düziçi ilçesi sınırları içerisinde yer almaktadır. Bölgede yapılan çalışmada baraj yapımı sırasında karşılaşılan jeolojik ve hidrojeolojik sorunların incelenmesi amacıyla proje alanının 1/10.000 ölçekli hidrojeoloji haritası yapılmıştır. Bölgedeki önemli sayılabilecek fay, bindirme gibi düzlemsel yapı elemanları ile bölgede gözlenen hidrojeolojik veriler de harita üzerine işlenmiştir. Ayrıca inceleme alanında yer alan formasyonların hidrojeolojik özellikleri gözönüne alındığında bölgenin oldukça geçirimli ve karstik bir yapıya sahip olduğu görülmektedir. Bu nedenle de bölgede barajın yapımını önemli ölçüde etkileyecek geniş boyuttaki karstik boşluklara rastlanılarak, bunların fotoğraflandırılması ve sondajla alınan karot numunelerinin değerlendirilmesi yapılmıştır. Bunun sonucunda da, bölgenin yüksek derecede bir karstlaşmaya sahip olduğu anlaşılmış ve karstik yapıların enjeksiyonla sağlamlaştırması yapılmıştır. Böylece bölgede bulunan geçirimli birimler ile geçirimsiz birimler birbirine bağlanarak sağlam bir enjeksiyon perdesi oluşturulmuştur.

KARSTIFICATION RESERVOIR AREA AND AROUND THE BERKE DAM SITE (OSMANİYE)

ABSTRACT : The Berke Dam, which is the study area, is located in the Düziçi Town of Osmaniye, 40 km away from the Kahramanmaraş. For the purpose of the investigation of the geological and hydrogeological problems during the construction period of the dam, a hydrogeological map of the project area was prepared at a scale of 1/10.000. Significant planar structural elements, such as faults and thrusts, and hydrogeological features of the region were plotted on the map. The region indicates a permeable and karstic structure characteristics, due to hydrogeological properties. Large karstic cavities (chaotic region) were observed, which would effect the construction of the dam. Pictures were taken and core samples recovered from boreholes were evaluated. As a result, it has been identified that the region had a high degree karstification so that these cavities have been grouted. Therefore, intact grout curtain were created by means of connection of the permeable and impermeable units in the region.

1. GİRİŞ

İnceleme alanı Kahramanmaraş ilinin 40 km güneybatısında yer almaktadır. Amanos dağ kuşağının en kuzey ucunda, Ceyhan nehri vadisinin dar ve derin bir boğaz oluşturduğu bir kesimde yer alır. Kuzeyde Karamemişli (Anabat), Sır köyleri; batıda Berke dağı, Somaklı ve Bozsenk köyleri; doğuda Kalekaya köyü; güneyde Haruniye ılcası ve Yeşildere köyleri arasında kalan alanı kapsar (Şekil 1).

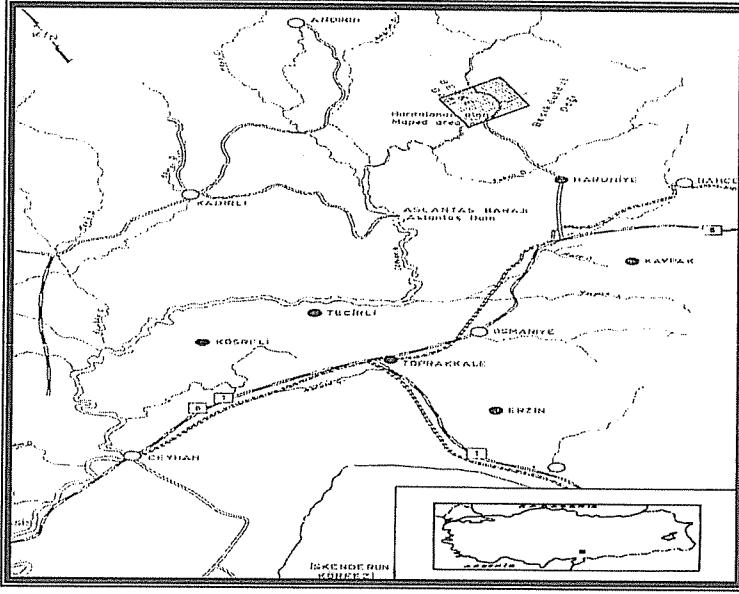
Bölge oldukça sarp ve dağlıktır. Bu dağlar Amanos dağ kuşağının bir bölümünü oluştururlar ve genellikle KD – GB doğrultusundadırlar. Ceyhan nehri dar ve derin bir boğazda 345-170 m. kotları arasında akmaktadır. Ceyhan nehrinin belli başlı yan kolları menbada doğru Bacaklı Dere, Çayırhan Dere, Kayadüdü Dere, Toprakhisar Dere, Değirmen Dere ve Suluca Dereleri'dir. İnceleme alanında ulaşım olanakları çok kısıtlıdır. Güneyde yol ancak Haruniye kaplıcalarına kadar gelmektedir. Diğer kesimlerde ise ancak patika yollardan yararlanılabilmektedir. Bölge iklim bakımından Akdeniz bölgesi ile Güneydoğu bölgesinin ortak özelliklerini taşımaktadır. Çalışma alanı genellikle çıplak ya da zayıf bir bitki örtüsüne sahiptir. Dog Tepesi civarında ve Kayadüdü deresi vadisinde ise yersel çam ormanları yer alır.

Arpat (1) Amanos dağlarının kuzey uzantısında, Ceyhan ırmağı üzerinde yapımı devam eden Berke barajı ile yapımı sona ermiş Sır barajı arasında kalan kesiminde yüzeyleyen kaya birimleri, bazı araştırmacılara göre, biri otokton (yerli) diğeri allokton (yabancı) olmak üzere başlıca iki büyük grupta tanımlanmıştır.

Özgül (2) başlıca Paleozoik yaşlı kaya birimleri ile bunları transgresif olarak örten Mesozoyik yaşlı kalın karbonat istifi otokton, bu topluluğun üzerinde tektonik olarak yer alan ofiyolit, ofiyolitli melanj ve derin deniz çökellerini kapsayan topluluğun allokton konumlu olduğu düşünülmüştür.

Berke bölgesinde yüzeylenen tektonik kökenli üst üste binmiş dilimlerden oluşmaktadır. Bu çalışmada, Berke Baraj sahasında yüzeyleyen formasyonlarının ayrırtlanması ve bu formasyonlarda gelişebilen karstlaşma olaylarının detaylı olarak ortaya çıkartılması amaçlanmıştır. İnceleme alanında ve dolayında 1970'li yıllardan bu yana değişik araştırmacılar tarafından farklı zamanlarda jeolojik çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar Devlet Su İşleri ve Elektrik İşleri Etüdü İdaresi tarafından değişik alternatiflerin üzerinde jeolojik çalışmaları da kapsayan incelemeler şeklinde gerçekleştirilmiştir. Aknil-Sial Grubu (3) Berke Baraj gölünden Andırın Deresi yönüne, karbonatların üzerinde geçirimsiz ofiyolit örtüsünün varlığı nedeniyle, herhangi bir karst kaçağının gözlenmediği bir hidrojeolojik çalışma yapmışlardır. Ayaşlıoğlu (4) baraj yeri ve yakın dolayının, barajın yapılabirliği açısından önem taşıyan stratigrafi ve yapısal özelliklerinin ortaya çıkarılmasını, mühendislik jeolojisi sorunları açısından değerlendirilmesini, 1/1000 ölçekli harita alanından çok daha geniş bir bölgenin ayrırtılı olarak incelenmesini yapmıştır. Çağlayık (5) bent yeri ve dolayını oluşturan kayaların faylı, kırıklı, eklemlı, erime boşluklu olduğunu ve bu niteliği ile su kaçağına yol açabileceğini benimseyerek bu konu üzerinde incelemeler yapmıştır. Demirtaşlı (6) bölgenin genel jeoloji özellikleri ve mühendislik jeolojisi açısından sorunları üzerinde çalışmalar yapmıştır. Eroskay ve diğ. (7) bent yerinde gözlenen 40-50 m. genişliğinde bir zonun karstlaşması nedeniyle bu bölgede birtakım hidrojeolojik çalışmalar yapmıştır.

Özgül ve Altuğ (8) bölgede 1988 yılından bu yana yapılan çok sayıdaki sondajdan alınan karotlarının jeolojik değerlendirilmesi üzerine çalışmalar yapmışlardır. Özgül ve diğ. (9) Berke Barajı yeri ve yakın dolayının ayrıntılı olarak jeolojisini incelemişlerdir.



Şekil-1. Çalışma alanının yer bulduru haritası.

2. JEOLJİ

Berke bölgesi ve çevresi tamamen yüksek tektonizma geçirmiş Mesozoyik yaşlı formasyonlardan oluşmaktadır. Amanos tektonik birliğinin kuzeydoğu sınırında yer alan Berke Barajı alanı ve yakın dolayında yüzeyleyen kayalar, Mesozoyik yaşlı tektonik dilimlerinden oluşurlar. Göl alanında Paleozoyik yaşlı ardalanmalı kuvarsitler ve fillatlar bulunmaktadır. Üst Kretase yaşlı ofiyolitik melanj tektonik olarak daha yaşlı birimlerin üzerine örtmektedir.

Mesozoyik formasyonlar genç (Kuvaterner) diyabaz daykları tarafından kesilmiştir. Geçirimli ve karstik kireçtaşı koridoru, iki yerel su geçirmez faylı engeller tarafından sınırlanmıştır. Karstik yapılar, süreksizlik yüzeyleri ve kireçtaşı blokları boyunca iyi gelişmişlerdir. İnceleme alanında genellikle Mesozoyik yaşlı formasyonlar yer almaktadır (Şekil 2).

2.1. Sulucadere formasyonu (T_{RS})

Tabanda dolomitlerle başlayan istif dolomit band ve mercleklerini killi kireçtaşları ile devam ederek dolomitli kireçtaşı yeniden billurlaşmış kireçtaşından oluşan birim ile son bulmaktadır. Triyas yaşlı Sulucadere formasyonu Mesozoyik yaşlı çörtlü kireçtaşları tarafından baraj mansabında uyumsuz olarak örtülmüşlerdir.

Çok büyük bir bölümü ile karbonatlardan oluşan Sulucadere formasyonu'nun 1/10.000 ölçekli harita alanı içinde kalan bölümü alttan üstte doğru; 1. Dolomit, 2. Dolomit – Kireçtaşı Ardalanması, 3. Kireçtaşı olmak üzere üç alt birime ayrılmıştır. Mesozoyik karbonat istifinin en alt birimini oluşturan dolomitler, harita alanının doğu kesiminde yüzeyleyen kuvarsit ve kayrak ara katkılı dolomitlerden oluşan geçiş zonu üzerine uyumlu olarak oturmaktadır.

Sulucadere vadisini her iki yakasını ve Ceyhan ırmağı vadisinin harita alanı içinde kalan büyük bir bölümünü oluşturan dolomitler açık koyulu gri renkli, orta-kalın katmanlı (10-15 cm), düzgün katmanlanmalı ve ince-orta kristallidir. Kalınlığı 1000 metreyi geçen dolomit birimi, üst düzeylerine yakın kesimlerinde, serisitleşmiş kil ara katkılı ince dolomit ve dolomitik kireçtaşından oluşan ara düzeyleri kapsamaktadır. Sarımtırak bej renkli, sık kıvrımcıklı oluşu ile ayırtman olan bu birimler kil kapsamından dolayı ayrışmaya elverişli düzeyler oluşturmakta ve yumuşak morfolojisi ile sahada izlenebilen kılavuz düzey niteliği taşımaktadırlar. Birimin alt yarısında dolomitin, üst yarısında ise kireçtaşı katmanlarının oranı yüksektir. Baraj yerinde özellikle Ceyhan vadisinin sağ yakasında dolomit-kireçtaşı biriminin üzerinde açık gri renkli kalın katmanlı ve hemen hemen dolomit kapsamayan bir kireçtaşı birimi yer almaktadır. Tekdüze gri rengi, düzensiz kırık ve çatlaklı oluşu, genellikle kalın ve düzensiz katmanlanma gösterişi ile alttaki düzgün katmanlanma gösteren ardalanmalı birimden sahada ayırt edilebilmektedir. Dolomit ve dolomit-kireçtaşı ardışık birimine oranla erimeye daha elverişli olan bu kireçtaşı düzeyinde yüzeyler az çok yuvarlanmıştır.

2.2. Çolak formasyonu (Mçö)

Özgül (2) Sulucadere formasyonun üst düzeylerini oluşturan kalın katmanlı kireçtaşı biriminin üzerinde ince bir şerit halinde uzanan çörtlü kireçtaşı ile onun üstünde, yeşil-mavi rengi ve yumuşak topografyası ile belirgin olan volkanik bir kuşak dikkati çekmektedir. Baraj yerinde ırmağın sağ yakasında Berke dağlık alanını oluşturan kalın karbonatlı kayaların arasında, kılavuz bir düzey niteliğinde görülen bu çörtlü kireçtaşı-volkanik birimine tasarlanan bent yerinin 500 m batısında Ceyhan ırmağının sağ yakasında incelemeye elverişli yüzeylemesinin yer aldığı "Çolağın Sırtı" adından yararlanılarak "Çolak formasyonu" adı verilmiştir.

Çolak formasyonu, alt birimini oluşturan kumtaşı arakatlı çörtlü kireçtaşı katmanlarıyla, Sulucadere formasyonu'nun kalın katmanlı kireçtaşı üyesinin üzerine doğrudan oturmaktadır. Karanlıkdere mevkiinde alloktan birimler içinde yer almasına karşın aynı fasiyesteki volkanitlerin tabanında yüzeylenen çörtlü kireçtaşı birimi alttaki kalın katmanlı gri kireçtaşı birimini stratigrafik aşmalı olarak örtmektedir. Formasyonun alt düzeylerini oluşturan çörtlü kireçtaşları kirli beyaz renkli ve iri çört yumrularını kapsayan gri kireçtaşı katmanlarıyla kahverengi, ince kumtaşı katmanlarının ardalanmasından oluşur. Çörtlü kireçtaşı biriminin hemen üzerinde yer alan volkanitler genellikle açık koyulu yeşil, yer yer mavi ve mor renkli volkanik tüflerden oluşmaktadır. Bu tüf birimi tek düze olmayıp küçük çakıllı ve kumlu kireçtaşı, oturma yapılı ve yük kalıplı dolomitleşmiş kireçtaşı, volkanik elemanlı şeyl ve kumtaşı ara düzeylerini kapsar.

Berke dağının kalın karbonat istifi içinde, geçirimsizliği düşük bir ara düzey oluşturan Çolak formasyonu'nun yayılımı ve geometrisi özel bir önem taşımaktadır.

2.3. Berke formasyonu (Mb)

Berke formasyonu başlıca kireçtaşı, kayrak ve ince şeyl arakatlı lamine kireçtaşlarından oluşur. Formasyon adı birimin yaygın olarak yüzeylediği Berke dağından alınmıştır. Berke formasyonu, Çolak formasyonuna ait volkanitlerin üzerine, 70 m kalınlığa ulaşan bir kireçtaşı birimi ile keskin bir dokanakla oturur. Bu kireçtaşı biriminin üzerinde dereceli geçişle kayraklar, kayraklarında üzerinde yine dereceli geçişle ince şeyl arakatlı, ince lamine kireçtaşı yer almaktadır.

Berke formasyonunun en alt üyesini oluşturan kalın katmanlı kireçtaşları, hava ile temasta olan yüzeylerinde açık gri-kirli beyaz, taze kırık yüzeylerinde ise mavi tonlu çok koyu gri – siyah renktedir. Genellikle orta sıklıkta beyaz kalsit damarları bulunduran bu kireçtaşı Çolak formasyonuna ait volkanitler üzerinde keskin bir dokanak ile yer almaktadır. İnce kireçtaşı katmanları ile aralanmalı olan bu kayrak biriminin karbonat kapsamı genellikle yüksektir. Bu nitelikleri ile bu birim gerçekte marın bileşimindedir.

Arpat (1) ancak ileri derecede sıkışmış, yer yer klorit şist görünümü kazanmıştır. Bazı katmanlar pembe bir ton taşırlarsa da genel renk mavi-gri'dir. Kalınlığı 70 m dolayındadır. Kayraklar üzerinde kumtaşı ile kiltası – miltasının çok ince laminalar ile aralanmasından oluşan bir kireçtaşı dizisi yer almaktadır. Berke dağının yüksek kesimleri ve Haruniye Ilıcası'nın kuzey ve güneyinde uzanan yüksek sırtlar bu kireçtaşından oluşmaktadır. Kıta yamacının ötesinde, dönemsel olarak türbit akıntılarının saçaklarından etkilenen açık denizde çökeldiği için bu kumtaşı birimi en az 400 m. kalınlıktadır.

2.4. Ilıca formasyonu (K₁)

Haritalanan alanda tek belirgin büyük açısız uyumsuzluk Berke formasyonu ile bunun üzerinde yer alan kırıntılı, olistolitli birim arasında yer almaktadır. Ilıca tesislerinin güneyindeki yüksek düzlükte ve Ilıca'nın kuzeydoğusunda ırmağın sağ yakasında tipik yüzeylemeleri bulunan bu nedenle Ilıca adıyla anılan bu birim, kireçtaşı kırıntılıları ve kilden oluşan bir matriks içinde çeşitli büyüklükteki kireçtaşı olistolitleri ile bulunmaktadır. Olistolitlerin büyük boyutlu olanları çoğunlukla lamine kireçtaşıdır. Küçük olistolitlerde ise lamine kireçtaşının yanı sıra açık gri-beyaz renkli tümüyle rekrystalize kireçtaşları da dikkat çekmektedir.

Söz konusu birimin kalınlığı birimin çökmesi sırasında yaklaştığı anlaşılan napların yol açtığı deformasyonlar

neniyle belirlenememektedir. Kuşçu köyünün doğusunda ancak birkaç metre kalınlığında korunabilmiş olmasına karşın, çok deforme olduğu gözlenen Haruniye Ilıcası'nın kuzey ve güneyindeki diğer yüzeylemelerinde 200 m nin üstünde bir kalınlığa erişmiş olduğu sanılmaktadır.

2.5. Ericcek karmaşığı (Ke)

İnceleme alanında görece otokton konumlu Mesozoyik yaşlı istiflerin üzerine tektonik dokanakla oturan, başlıca serpantinit, denizaltı volkano-sedimanter kayaları ve Berke

formasyonu ile aynı kaya türü özelliği gösteren büyük blok ve dilimleri kapsayan topluluk alloktan birimleri oluşturmaktadır. Bu topluluğun tümü "Ericcek Karmaşığı" olarak tek bir isim altında toplanmıştır. Ericcek karmaşığı "Mehmetoğlu grubu", "Somaklı grubu" ve "Kızılgöl formasyonu" olmak üzere 3 büyük naptan oluşur.

2.5.1. Mehmetoğlu grubu (Kem)

Ericcek Karmaşığı içinde ayırtlanabilecek gruplardan birisi Mehmetoğlu mahallesi dolayında yaygın olarak yüzeyleyen volkanitler, volkano-detritikler, kayraklar ve kireçtaşı bloklarından oluşmaktadır. Mehmetoğlu Grubu'ndaki egemen kaya türlerinden birini oluşturan volkanitler ve volkano-detritikler bazik bir volkanizmanın ürünüdürler. Mor ve yeşil rengin egemen olduğu bu volkanitlerde tüfler, tüfitler, spillitleşmiş lav akıntıları, silişleşmiş zonlar ve parçalanmış dayklar başlıca kaya türleridir.

Öte yandan Mehmetoğlu grubunun diğer egemen kaya türlerini oluşturan kayraklar ve laminalı kireçtaşları da Berke formasyonu içindeki benzerlerinin yanal karşılığı olabilecek özelliktedir. Mehmetoğlu grubunun tabanında, Mehmetoğlu mahallesinin doğusu ve kuzeydoğusundaki yüksek sirtlarda görüldüğü gibi yer yer ufak boyutlu serpantinitle kütleleri yer almaktadır.

2.5.2. Somaklı grubu (Kes)

Ericcek Karmaşığı'nın kaba sınırlarla ayrılabilir bir birimi ise ofiyolitlerin egemen olduğu gruptur. Grubun adı, bu grup üzerinde kurulu olan Somaklı köyünden alınmıştır. Somaklı grubunda serpantinitle en büyük orana sahiptir. Genellikle son derece tektonize olup şistozite özelliği kazanmışlardır. Serpantinitle içinde yüzen çeşitli büyüklükteki bloklar haline gelmiş laminalı kireçtaşları ve yine blok konumlu serizitleşmiş-kloritleşmiş kayraklar ve miltaşları grubun diğer kaya türlerini oluşturmaktadır.

2.5.3. Kızılgöl formasyonu (Kek)

Harita alanının kuzeybatı kesiminde geniş yer kaplayan denizaltı volkanitleri, derin deniz kireçtaşı, çamurtaşı ve radyolaritleri bu gruba ait yüzeylemelerin yaygın olduğu Kızılgöl tepesinin adıyla adlandırılmıştır. Ericcek Karmaşığı içinde genellikle Somaklı grubu üzerinde yer alan bir nap oluşturmaya karşın, kendi içinde oldukça düzenli bir yapıya sahip bulunan Kızılgöl formasyonu'nun en yaygın kayası denizaltı volkanitlerdir. Yastık lav yapısı gösteren spillitleşmiş bazaltik aglomeralar ve tüfler başlıca kaya türlerini oluşturur. Volkanik dizi ile yakın ilişkili diğer kayalar ise kırmızı renkli radyolaritler, kırmızı-bej renkli radyolaryalı mikrit türü ince katmanlı çörtlü kireçtaşları ve kırmızı çamurtaşlarıdır. Mikritlerde radyolaryaya ve ince lamellibrans kavkı kırıkları bolca gözlenmiş ise de yaş belirleyecek fosile rastlanmamıştır. Ancak bu kavkı kırıntılı fasiyesin Toroslar'ın Üst Triyas yaşlı denizaltı volkanik topluluğundakilere benzerlik gösterdiği söylenebilir.

3. HİDROJEOLOJİ

Bölgenin yapısal özellikleri doruk ve akarsu ağının gelişmesinde önemli ölçüde etkin olmuştur. Bölgeyi drene eden en önemli akarsu olan Ceyhan nehri dar ve derin kazılmış bir vadi oluşturur. Bu nedenle yüzey ve yeraltı suları hareket yönleri bu eksene doğru

gelişmiştir. İnceleme alanında önemli yan kollar Çayırhan dere, Toprakhisar çayı, Kayadıldül deresi ve Sulucadere'dir. İnceleme alanında bölgeyi ilgilendiren su taşıyıcı birim olarak Berke formasyonu yer alır.

Özgül (2) Berke formasyonunda kireçtaşı geçirimsizlik tümüyle ikincil olup eklemeler ve fay zonları boyunca gelişmiş karstlaşma görülmektedir. Birimler tektonik nedenlerle eklemeli ve kıvrımlı olduğundan faylarla sınırlanmış bloklar şeklindedir. Geçirimsiz birimlerin kıvrımlarına ve kırılma ile yükselmelerine bağlı olarak genel yapısal gidışlere uyumlu, yer altı bariyerlerinin varlığı bölgede bağımsız yer altı havzalarının oluşmasına neden olmuştur.

Suyu geçiren – karstik Sulucadere formasyonu (TRs) koridoru, iki yerel su geçirmez engel tarafından sınırlanmıştır. Bunlar; membada, Kemerkaya fayı, Sulucadere formasyonu'nun (TRsk) killeşmiş tabakaları ve mansapta Çolak formasyonu'nun (Mço) su geçirmez litolojileridir. Ofiyolitik melanj bölgesel bir engeldir. Berke baraj alanı ve yakın çevresinin hidrojeolojik modeli, bahsedilen su geçirmez formasyonlar tarafından kontrol edilir. Berke Barajı ve yakın çevresinin hidrojeolojik modeli, formasyonların hidrojeolojik özelliklerine ve stratigrafik, tektonik durumlarına bağlıdır (Tablo 1).

Tablo 1. Formasyonların Hidrojeolojik Özellikleri

Formasyon	Hidrojeolojik Özellikler
Sulucadere fm. (TRsk)	Dolomit – Kireçtaşı, Karstik, Geçirimli.
Sulucadere fm. (TRsk)	Yatay Killeşmiş, Geçirimsiz Bariyer.
Çolak fm. (Mço)	Yerel Su Geçirmeyen Bariyer.
Berke fm. (Mb)	Slate - Şist, Su Geçirmez; Laminallı Kireçtaşı, Yarı Geçirimli.
Ilıca fm. (Kı)	Olistostrom Matriksi, Geçirimsiz.
Ofiyolitik Melanj	Bölgesel Ölçekli, Geçirimsiz Bariyer.

4. KARSTLAŞMA

Özgül (2) Genel anlamda karstlaşma kimyasal çözünmeden çok fazla etkilenen kayaların meydana getirdiği özel arazi şekilleridir. Karstik arazi şekillerinin oluştuğu kayaların başlıcaları kireçtaşı, dolomit ve evaporitlerdir. Hemen hemen tüm karstik bölgeleri masif kireçtaşları oluşturur. Karst arazilerinin genel özelliği düşey ve derinlere doğru gidildikçe açılan yer altı boşluklarının varlığıyla tanımlanır.

Karst oluşumu akarsular, buzullar ve rüzgar aşındırmalarından tümüyle ayrı gelişir. Genellikle aşındırma etkenleri fiziksel olduğu halde karstlaşma kimyasal çözünmeye dayanır. Karstik arazilerde genellikle akarsu izlenmez. Karstlaşmanın büyük bir bölümü yeraltında gelişir (mağaralarda). Karstlaşma iklim kuşaklarından özellikle yağış ve bitki örtüsünden etkilenir. Tüm kireçtaşları her zaman karst arazi şekilleri oluşturmazlar. Saf ve yumuşak kireçtaşlarında karst arazi şekilleri pek az bellidir. Karstlaşmanın gelişmesi için ideal kireçtaşı; saf, sert, masif (som), çatlak sistemi iyi gelişmiş, kayacın birincil yapısı geçirimsiz, ayrıca yüzeyde mostralı ve kalın olmalıdır. Karst hemen tüm yapılarla gözlenmesine rağmen kıvrımlı, faylı kireçtaşlarında daha hızlı gelişir. Ancak karstik yapıların oluşumunda iklim en önemli etkidir. Yağışların fazla olduğu bölgelerde karstlaşma çok iyi izlendiği halde, kurak iklimlerde gözlenmez veya gelişmemiştir. Yıllık yağış miktarı 250-300 mm olan bölgelerde karstlaşma önemsizdir.

Buna karşın yağışların fazla olduğu mevsimsel yağış ve kurak dönemlerin izlendiği bölgelerde karstik araziler çok iyi gelişmiştir. Karstik arazilerin oluşumuna diğer bir etken arazinin deniz seviyesinden yüksekte bulunmasıdır. Yalnız bu şart her zaman geçerli değildir. Karstik araziler yeryüzünde geniş bölgelere yayılmıştır. Çünkü karbonatlı kayalar tortul kayalar içerisinde önemli yer tutarlar. Yeryüzütünün %75'i tortul kayalarla örtülüdür. Tortul kayaların %15'ini karbonatlı kayalar oluşturur.

Göl alanı içerisinde ve baraj alanının yakın çevresinde, bölgesel hidrojeolojik iki adet engel vardır; temelde Paleozoyik yaşlı fillat – kuvarsit ve en üstte Üst Kretase yaşlı ofiyolitik melanj. Bölgesel iki engel arasında bulunan Mesozoyik (özellikle Triyas) yaşlı karbonat kayalar, bölgenin su tutmayan formasyonudur. Bölgede etkin karstlaşma, Pliyosen'den sonra hızlı kıtasal yükselme ile başlamış ve Ceyhan Nehri'nin oluşumuyla devam etmiştir. Nehir seviyesinden dolayı oluşan karstik yapıların düşey sürekliliği, vadi yamaçlarındaki asılı boşlukların varlığı ve kaynaklar, Ceyhan vadi çukurunun gelişimini takip eden normal karstlaşmanın arttığını işaret eder. Baraj alanının 2 km mansabında, Berke formasyonunun laminalı kireçtaşlarında fay hatları ve kırıklar boyunca karstik termal kaynaklar çıkmaktadır.

Altuğ (10) bu yörede görülen termal karstlaşma, muhtemelen Pliosen – Pleistosen yaşlı bazalt volkanizması ile ilgili olabilir. Termal kaynakların dolayında çok sayıda diyabaz daykı bulunmaktadır. Ayrıca bölgede boyutları 20 – 200 cm'ye ulaşan karstik kanallar, bacalar ve boşluklar özellikle Kemer kaya fayı yakınında çok iyi gelişmişlerdir. Bloklular birimlerdeki karstlaşma genelde kumlu matrikste küçük boyutlu erime kanalları ve 5 – 60 cm çaplı dolgulu veya dolgusuz boşluklarla temsil edilmektedir.

Özgül (2) inceleme alanında baraj için önemli olan karbonatlı istif Berke formasyonudur. Berke formasyonu Üst Kretase sonunda ofiyolit yerleşmesi ile gelişen tektonizma sonucu kara haline gelmiştir. Ancak Eosen sonunda yeniden bir aşının safhası geçmiştir. Bu dönem karstlaşma ilerlemiş ve bir çok yerde iki boyutlu özellik kazanmışlardır. Bölge daha sonra Miyosen denizi ile örtülmüştür. Bugün Ceyhan nehri vadisinde görülen bazı kaynaklar karstlaşmanın en az kırıklar ve faylar boyunca vadi seviyesine indiğini göstermektedir. Harita alanı içerisinde genellikle yüksek kotlarda (800 – 1000 m.) mağara, eski boşalma ağızları ve erime hunileri gibi karstik şekillere rastlanmıştır. Düşük kotlarda ise eklem ve katmanlanma boyunca gelişmiş ufak çaplı erime boşlukları dışında önemli bir mağara veya erime yapısına rastlanmamıştır. Bununla birlikte bu yüzeysel gözlemler derinde de kırıklar boyunca karstik yapıların gelişmediği anlamına gelmez. Ancak bölgedeki bazı yüksek kotlarda sınırlı belli başlı bazı sahalarda dışında bölgede karst morfolojisi gelişmemiştir. Özellikle bazen bölgenin çok az sayıda karst morfolojisine sahip bir alanda Kemer kaya mevkiinde sınırlı bir alanda erime boşluklarını doldurmuş çakıtaşı ve gelişmiş bir doğal köprü 2 tane de büyük çapta karstik boşluk görülmektedir. Harita alanındaki diğer bir karstik morfoloji de Kızıl göl tepenin güneybatısında yer alan 1800 m yükseltili ufak sırttaki dolinler oluşturmaktadır. Bu morfolojinin de yerel olarak, çok gelişmiş eklemli ve kıvrım ekseninde ayrıca çekme çatlaklarının meydana geldiği bir karbonat kütlelerinde oluştuğu, oluşmasında güçlü don olayının da etkili olduğu anlaşılmaktadır.

5. SONUÇLAR

1- İnceleme bölgesinin karmaşık jeolojik yapıya sahip olmasından dolayı, baraj gölünden mansap yönünde olası su kayıplarını önlemek için yapılan geçirimsizlik perdesinin oluşturulmasında çok büyük sorunlar ortaya çıkmıştır.

2- Sol yakada bentin memba kesiminde kalan örtülü ve nisbeten yumuşak röliyefli saha karmaşık iç yapılı, faylı, ancak litolojik özellikleri nedeniyle yeterince geçirimsiz kabul edilebilecek bir birim ile kaplanmış bulunmaktadır.

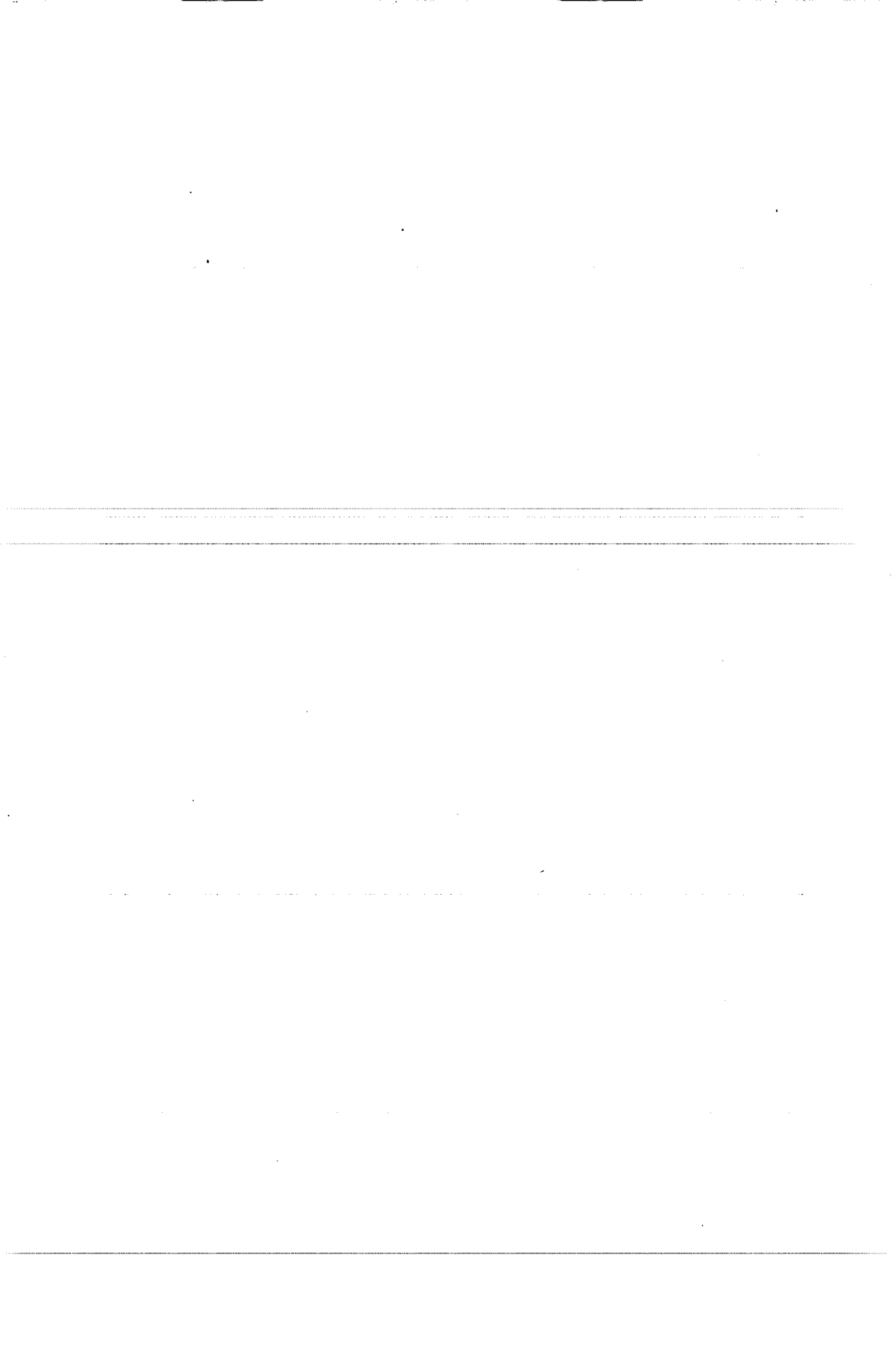
3- Özellikle vadi tabanına yakın kesimlerde, bağlantısız veya yer yer zayıf bağlantılı erime düzlemlerinin (boşlukların) çok sayıda bulunmaları ve nehir düzeyinin altında da devam ettikleri saptanmıştır. Ancak erimelerin etkili olduğu bu zonun yaklaşık alt sınırında paleokarstın bulunmadığı, en azından etkili olmadığı gözlenmektedir.

4- Bölgenin, faylarla dilimlenmiş ve geniş bir kuşakta çok karmaşık bir biçimde kırınlanmış olmasından kaynaklanan iç düzensizliğine karşın "geçirimsizlik" gibi önemli bir temel özelliğe sahiptir. Bundan dolayı, yüzeyde kalın ve yaygın bir moloz yaygısı ile örtülü olan bu bölgenin yer altı kısmı daha önceden araştırılmıştır.

5- Bölgede karstlaşma gelişmiştir. Fakat, büyük fay düzlemleri boyunca yerel, düşey doğrultuda, dar su yolları meydana gelmiştir. Karstlaşma karbonat kütlelerinin özellikle faylarla parçalanmış kesimlerinde meydana gelmiştir. Ceyhan vadisinin tabanına yakın yerlerde erime boşluklarının daha yoğun olması ise bu kesimin yeraltı suyunun akım hızının arttığı bölgeler olmasından dolayı beklenen bir durum olmaktadır.

6. KAYNAKLAR

1. Arpat, E., "Berke Barajı Yöresinin Jeolojisi Saha Çalışma Raporu", Şubat 1998.
2. Özgül, N., "Berke Baraj Yeri ve Dolayında Jeolojik Gözlemler", ÇEAŞ Raporu, 101 s., İstanbul, Aralık 1988.
3. Alknıl ve Sial, "Ceyhan Berke Projesi Berke Barajı ve Rezervuarı Geçirimsizliği İle İlgili Değerlendirme Raporu", Ç.E.A.Ş. Raporu, 1988, (yayınlanmamış).
4. Ayaşlıoğlu, Y., "Bent yerinin 1/1000 ölçekli jeoloji haritasının hazırlanması", Dr. N. Özgül ve Geosan İşbirliği Saha Çalışma Raporu, 101 s., 1972.
5. Çağlayık, V., "Ceyhan – Berke Bent Yeri ve Rezervuarının Jeolojik İncelenmesi", E.İ.E.İ. Raporu, 1970, (yayınlanmamış).
6. Demirtaşlı, E., "Berke Baraj Yeri ve Yakın Dolayının Ayrıntılı Jeolojisi", Ç.E.A.Ş. Raporu, 101 s., İstanbul, Aralık 1988.
7. Eroşkay, O., Yılmaz, Y., Gürpınar, O., Yalçın, N., Gözübol, A.M., "Ceyhan – Berke Rezervuarının Jeolojisi ve Mühendislik Jeolojisi", Türkiye Jeo. Kurm. Bül., 21, 55-56 s., 1978.
8. Özgül, N., ve Altuğ, S., "Berke Baraj Yeri ve Yakın Dolayının Ayrıntılı Jeolojisi", Ç.E.A.Ş. Raporu, İstanbul, Aralık 1995.
9. Özgül, N., Arpat, E., Özeren, A., Özgül, K., "Berke Baraj Yeri ve Yakın Dolayının Ayrıntılı Jeolojisi", Ç.E.A.Ş. Raporu, 101 s., İstanbul, Aralık 1988.
10. Altuğ, S., "Berke Barajı; Hidrojeoloji, Karstlaşma ve Kireçtaşı Temelinin Sağlamlaştırılması", Seminer Raporu, Marmaris, 2000.



**BEHREK BATOLİTİ'NDEKİ (ORTA ANADOLU) KUVARSLI
MONZONİTLERDE MAGMA KARIŞIM SÜREÇLERİNİN
MİKROSKOPİK KANITLARI**

Mustafa AÇLAN

Ç.Ü., Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Adana/Türkiye

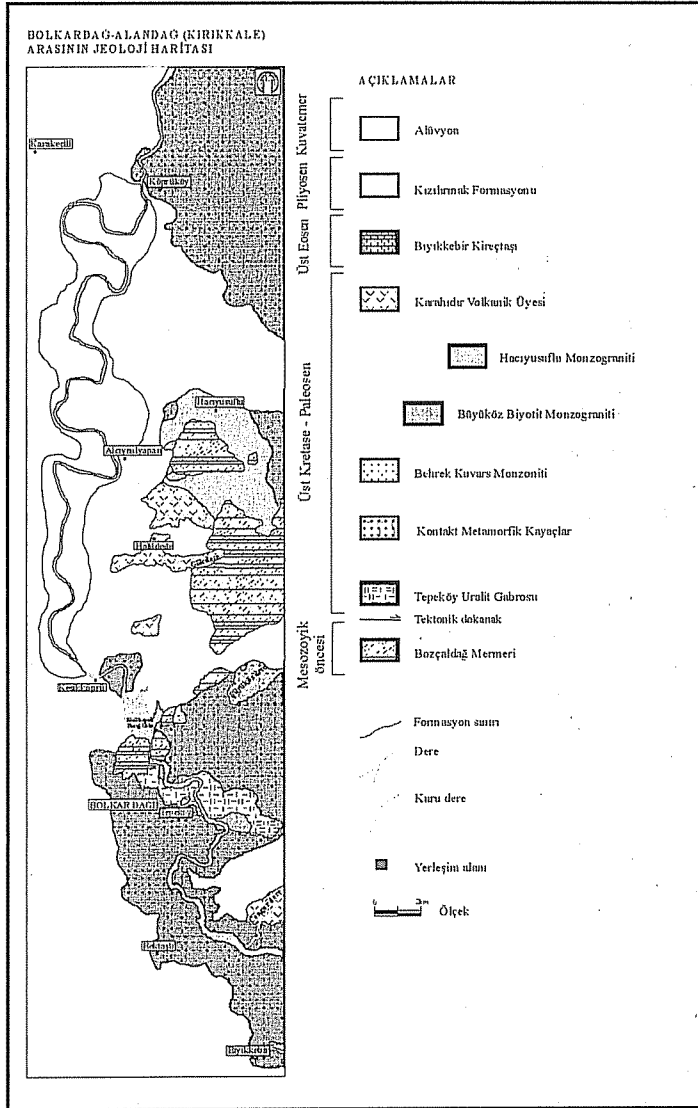
ÖZET : Mesozoyik Öncesi yaşlı Bozçaldağ Mermeri içine sıcak dokanakla sokulum yapan Behrek Batoliti (Orta Anadolu) batı kesimindeki kayalar, arazide, Behrek Kuvars Monzoniti, Büyük öz Biotit Monzograniti ve Hacıyusuflu Monzograniti olarak haritalanabilir üç kayaç grubundan oluşmaktadır. Bu kayalar kuvarslı mikrodiorit ve aplit daykları tarafından kesilmektedir. Arazide düzeyinde gözlenen mafik magmatik enklavlar (MME) ile mafik dayklar, eş yaşlı mafik ve felsik magma kaynaklarının fiziksel karışımı (magma mingling) sırasındaki mafik magma kaynağını, mikroskop altında gözlenen (poikilitik K-Feldspat, bıçağımsı biyotit, rapakivi, vb...) bazı özel dokular ise iki magma kaynağının kimyasal karışımı (magma mixing) sonucu gelişen dengelenmiş hibrid sistemi karakterize etmektedirler.

**MICROSCOPIC EVIDENCES FOR MAGMA MIXING PROCESSES
IN THE QUARTZ MONZONITE OF THE BEHREK BATHOLITE
(CENTRAL ANATOLIA)**

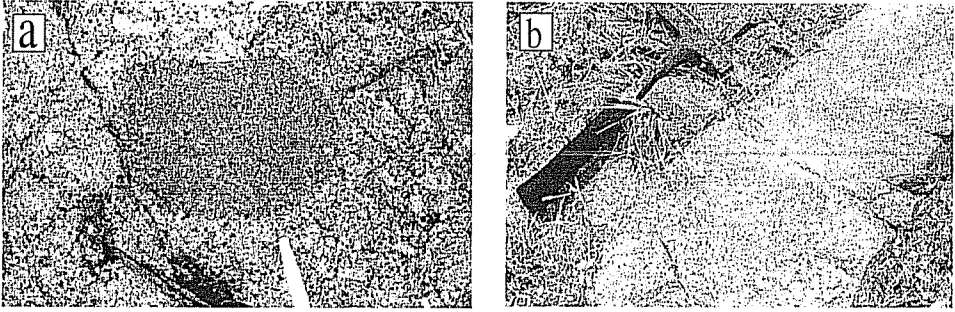
ABSTRACT : Behrek Batholite (Central Anatolia) intrudes the Bozçaldağ Marble (Pre-Mesozoic). This batholite can be subdivided into three mappable rock types such as Behrek Quartz Monzonite, Büyük öz Biotite Monzogranite and Hacıyusuflu Monzogranite. These units are cut by quartz microdiorite and aplite dykes. The mafic dykes and mafic magmatic enclaves (MME), observed in the outcrop during fieldwork, are between the coeval mafic and felsic magmas. On the other hand, some special microscopical textures (poikilitic K-Feldspar texture, blade biotite, rapakivi etc...) due to magma mixing process between the coeval mafic and felsic magma sources.

BEHREK BATOLİTİ'NDEKİ (ORTA ANADOLU) KUVARSLI MONZONİTLERDE
MAGMA KARIŞIM SÜREÇLERİNİN MİKROSKOPİK KANITLARI

sahip mafik dayklar da görülmektedir (Şekil 3) (5). Aynı sokulum içinde hem MME'lerin hem de mafik daykların beraber görülmesi durumunda MME'lerin, viskozite özelliği bakımından newtonian evredeki felsik magmaya, viskozite özelliği bakımından visko-plastik evrede iken karışan mafik magma damlacıklarını; mafik daykların ise katılmış haldeki felsik kayalarda gelişen kırık çatlaklara tamamen sıvı halde iken yerleşmiş mafik magma kaynağını karakterize ettikleri bilinmektedir (6-8).



Şekil 2. Çalışma Alanının Jeoloji Haritası.



Şekil 3. Behrek batoliti kayaçlarında gözlenen MME (a) ve mafik dayk (b).

Bu çalışmada özellikle Behrek Batolitin'de gözlenen kuvarslı monzonitlerdeki magma mingling ve mixing süreçlerine dair kanıtlar sunulacaktır.

2. DENGELENMİŞ HİBRİD SİSTEMİN KANITLARI

Behrek batoliti batı kesiminde yapılan bu çalışma sonucunda çalışma alanında yer alan batolite ait kayaçlar haritalanabilir 3 fasiyese ayrılmıştır. Bu fasiyeslere ait kayaçlar üzerinde yapılan mikroskopik çalışmalar sonucunda tüm fasiyeslere ait kayaçlarda görülmekle birlikte özellikle ve yaygın olarak Behrek Kuvars Monzoniti'nde gözlenen bazı özel dokular bu kayaçların eş yaşlı mafik ve felsik magmaların homojen karışımları (magma mixing) sonucunda oluşan ve dengelenmiş hibrid sistem olarak adlandırılan magmalardan itibaren gelişmiş olduklarını göstermektedir. Hibbard (1991) tarafından tanımlanan bu dokulardan çalışma alanındaki kayaçlarda gözlenenler aşağıda verilmiştir (9):

2.1. Rapakivi Dokusu: K-feldispatın plajiyoklaz tarafından mantolanmasıdır. Burada mafik magma eriyik halde iken felsik magmada K-feldispat kristalleri bulunmaktadır. İki magma mixing olayına maruz kaldığında felsik magmadaki K-feldispat kristalleri kalsik plajiyoklazlar için bir kristyallenme çekirdeği oluşturmaktadır. Sonuç olarak kalsik plajiyoklaz tarafından kuşatılmış K-feldispat ortaya çıkmaktadır. Daha ileri evre olan dengelenmiş hibrid sistemde ise kalsik plajiyoklazın etrafında yeni bir sodik plajiyoklaz mantosu gelişmektedir (Şekil 4a).

2.2. Antirapakivi Dokusu: Mafik sistem içinde bulunan katılmış plajiyoklaz kristalleri, felsik magmadaki eriyik ile karşılaştığı zaman kalsik plajiyoklaz K-feldispat tarafından kuşatılmaktadır. Dengelenmiş hibrid sistemde ise K-feldispat mantosunun boyutları büyümektedir (Şekil 4b).

2.3. Poikilitik K-feldispat Oluşumu: Mafik ve felsik magmaların her ikisi de eriyik halde iken karşılaştıkları zaman mafik sistemden itibaren birbirinden ayrı şekilde duran küçük taneli kalsik plajiyoklaz, hornblend ve biyotit kristalleri oluşmaktadır. Dengelenmiş hibrid sistemde ise önceden oluşan bu küçük kristalleri kapanımlar şeklinde içeren K-feldispat mineralleri oluşmaktadır (Şekil 4c).

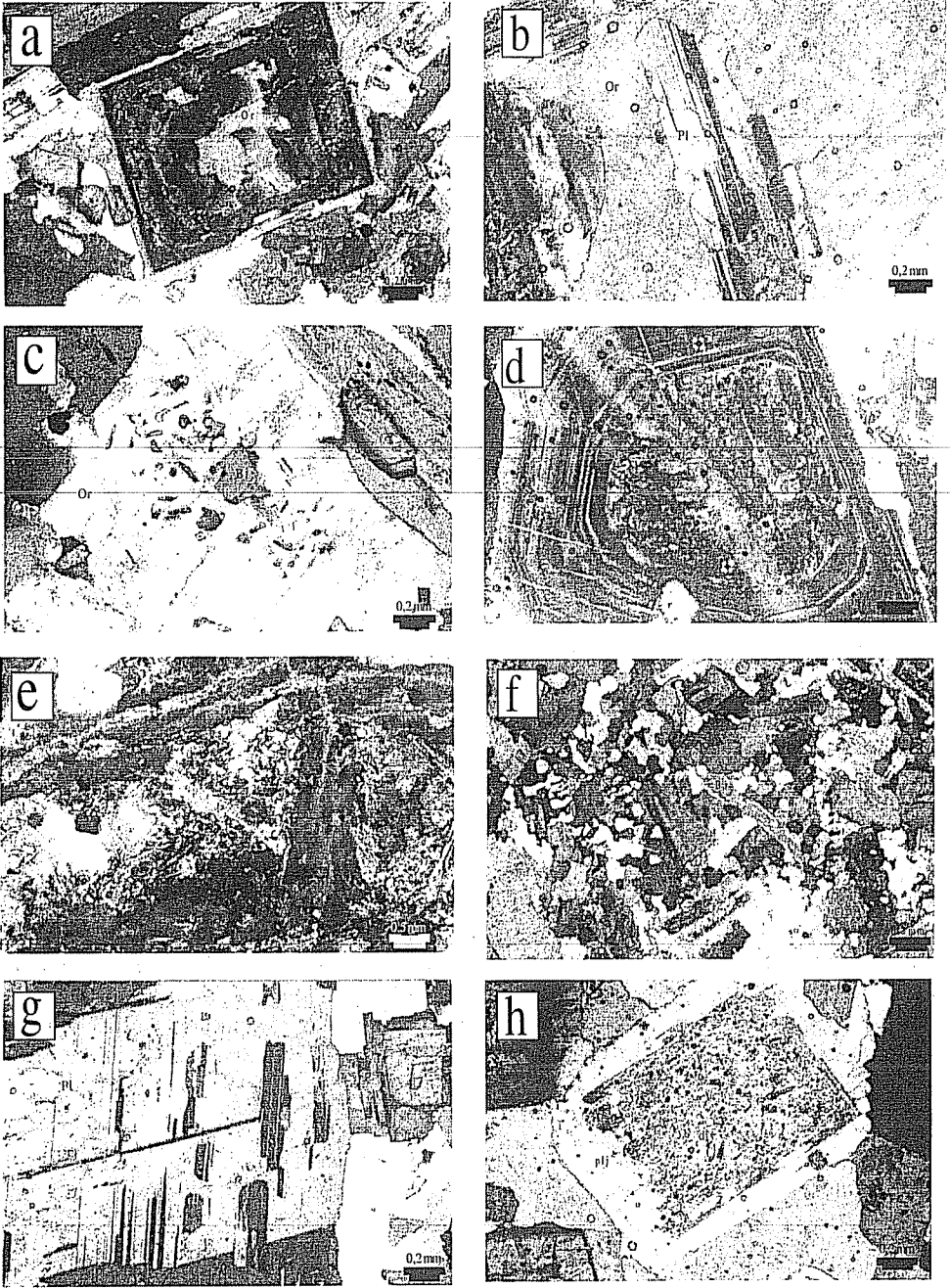
2.4. Süngerimsi Hücreli Plajiyoklaz Oluşumu: Eriyik haldeki mafik sistem ile içinde sodik plajiyoklaz kristallerinin olduğu felsik sistem karşılaştığı zaman, mafik sistemden felsik sisteme transfer edilen ısı enerjisi nedeni ile felsik sistemde önceden oluşmuş otomorf sodik plajiyoklaz yerine bunun kalıntıları olarak ksenomorf ve yama şekilli sodik plajiyoklaz parçacıkları ortaya çıkar. Bu parçacıklar daha sonra otomorf kalsik plajiyoklaz tarafından kuşatılır. Karışmanın daha ileri evresinde felsik sistemden beslenen sodik plajiyoklaz gelişimi tüm bu oluşukları kuşatır. Sonuçta en dışta sodik plajiyoklaz kuşağı, içte kalsik plajiyoklaz kuşağı ve en içte ise yamalar halinde korunmuş sodik plajiyoklaz kalıntılarının varlığı ile karakteristik olan doku meydana gelmiş olur (Şekil 4d).

2.5. İğnemsiz Apatit: Mafik ve felsik magmaların her ikisinde eriyik halde iken karşılaştıkları zaman, mafik magmanın sıcaklığının aniden düşmesi nedeni ile küt-prizmatik biçimli apatit kristalleri yerine iğnemsiz şekilli apatitler oluşur (Şekil 4e).

2.6. Bıçağımsı Biotit Oluşumu: Mg ve Fe açısından zengin olan alümino silikatlı bir magma, K bakımından zengin olan bir magma ile karıştığı zaman hidrojenik biyotitin kristalizasyonu başlamaktadır. Bu durumda daha önceden oluşan kristalin fazlar biyotitin büyümesini engellemekte ve biyotitin bazis yüzeyleri tipik altıgenimsiz levha yerine bıçağımsı şekillerde gelişmektedir (Şekil 4f).

2.7. İri Plajiyoklaz İçinde Lata Şekilli Küçük Plajiyoklazların Bulunması: Mafik ve felsik sistemler eriyik halinde iken karşılaştıkları zaman, erken evrede çekirdeklenme kabiliyetleri yüksek olan kalsik plajiyoklazlar küçük latalar şeklinde kristallenirler. Karışmanın ileri evresinde bu küçük plajiyoklaz lataları sodik plajiyoklaz tarafından kuşatılarak öz şekilli veya yarı özşekilli iri sodik plajiyoklaz içinde, özşekilli kalsik plajiyoklazların varlığı ile karakterize olan doku meydana gelir (Şekil 4g).

2.8. K-Feldispat Fenokristallerinde Hornblend-Biyotit Zonlarının Gelişimi: Felsik sistemde önceden kristalleşen K-feldispat mineralinin çevresine, mafik sistemden itibaren kristalleşen ince taneli hornblend ve biyotit kristalleri bulunmaktadır. Karışmanın ileri safhasında felsik sistemden beslenen K fazlalığı ile K-feldispat büyümesine devam etmektedir. Böylece iri K-feldispat fenokristalleri içinde düzenli şekilde dizilmiş hornblend-biyotit minerallerinin bulunduğu zonlar oluşmaktadır. Çalışma alanında benzer dokusal özellik K-feldispat yerine plajiyoklaz mineralinde görülmektedir (Şekil 4h).



Şekil 4. Behrek Kuvarslı Monzoniti Kayaç Örneklerinde Gelişen Magma Karışım Dokuları.

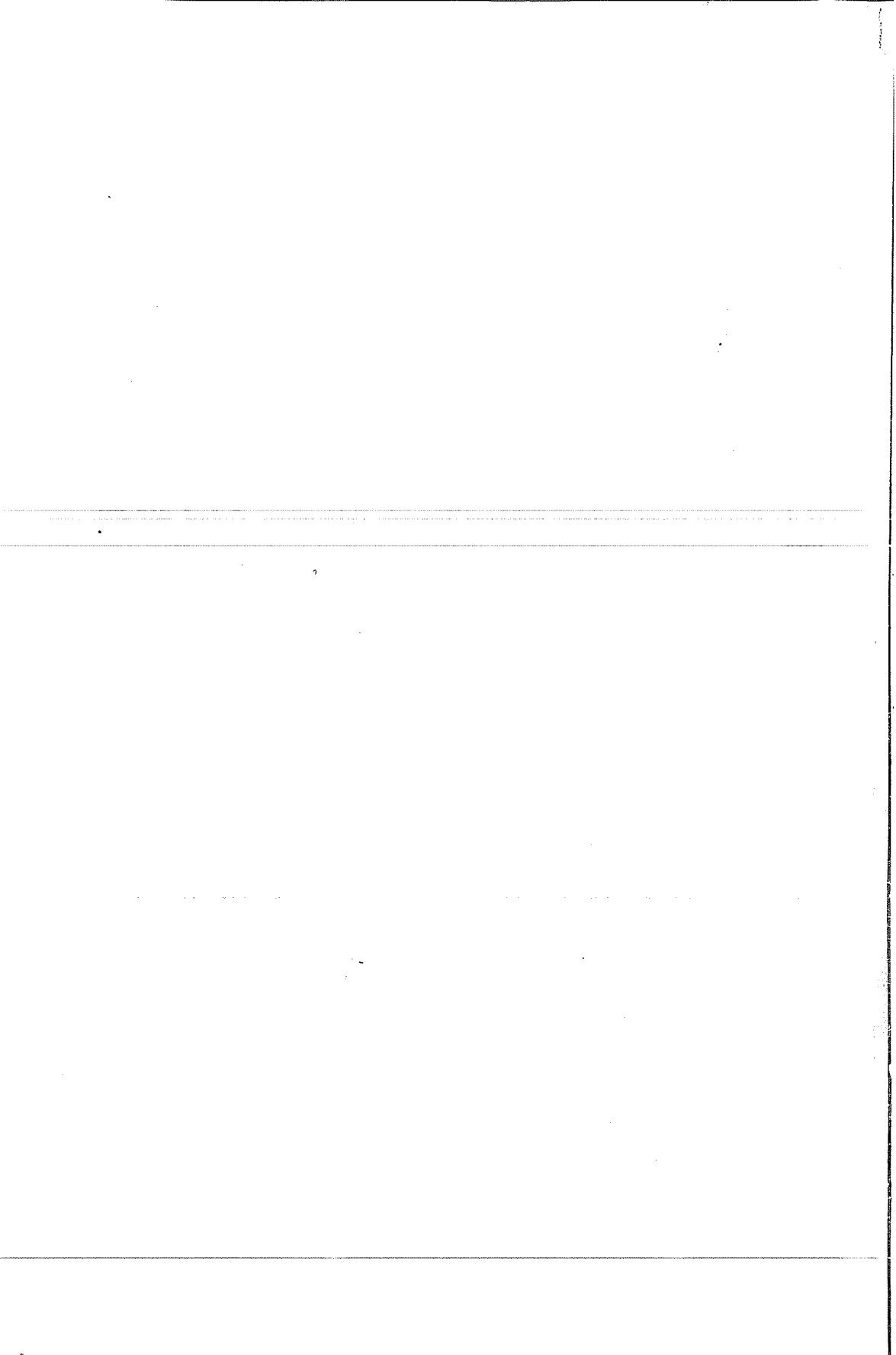
3. SONUÇLAR

Behrek batoliti batı kesiminde yapılan çalışma ile batolite ait granitoid türü kayalar haritalanabilir farklı üç litodem birimine ayrılarak haritalanmıştır. Bunlar Behrek Kuvars Monzoniti, Büyük öz Biotit Monzograditi ve Hacıyusuflu Monzograditi'dir.

Behrek batoliti batı kesiminde yer alan granitoid türü kayaların hepsinde özellikle Behrek Kuvars Monzoniti'nde yaygın olarak gözlenen bazı özel dokular (poikilitik K-Feldispat, bıçağımsı biyotit, rapakivi, vb...) bu kayaların eş yaşlı mafik ve felsik magmaların homojen karışımları (magma mixing) sonucunda oluşan ve dengelemiş hibrid sistem olarak adlandırılan magmalardan itibaren gelişmiş olduklarını göstermektedir.

4. KAYNAKLAR

1. Görür, N., Oktay, F.Y., Seymen, İ. and Şengör, A.M.C., "Paleotectonic Evolution of the Tuzgözü Basin Complex", Central Turkey: Sedimentary Record of a Neotethyan Closure, In: Dixon, J.E. and Robertson A.H.F.(eds), *The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 467-482, 1984.
2. Poisson, A., "Anatolian microcontinents in the Eastern Mediterranean context", *The neotethyan oceanic throughs.*, Sci. De la terre, Mem., 47, 311-328, 1986.
3. Göncüoğlu, M.C., Toprak, V., Kuşçu, İ., Erler, ve Olgun, E., "Orta Anadolu Masifinin Jeolojisi", TPAO Rapor No: 2909 (yayınlanmamış), Ankara, 1991.
4. Bingöl, E., "1/2.000.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası", MTA yayını, Ankara, 1989.
5. Didier, J. and Barbarin, B., "Enclaves and Granite Petrology", *Developments in petrology* No. 13, 625p Elsevier, Amsterdam, 1991.
6. Fernandez, A.N. and Barbarin, B., "Relative rheology of mafic and felsic magmas: Nature resulting interaction processes", *Shape and mineral fabrics of mafic microgranular enclaves*: In: Didier, J. and Barbarin B.(eds). *Enclaves and Granite Petrology: Developments in Petrology*, 13, Elsevier 263-275, 1991.
7. Barbarin, B. and Didier, J., "Genesis and evolution of microgranular enclaves through various types of interaction between coexisting felsic and mafic magmas", *Transactions of the Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences*, 83, 145-153, 1992.
8. Yılmaz, S. ve Boztuğ, D., "Granitoid petrojenezinde magma mingling/mixing kavramı", *Jeoloji Mühendisliği*, 44-45, 1-20, 1994.
9. Hibbard, M.J., "Textural anatomy twelve magma mixed systems", In: Didier, J. and Barbarin, B.(eds), *Enclaves and Granite Petrology, Developments in Petrology*, 13, Elsevier, 431-444, 1991.



ABANOZ YAYLA (ANAMUR - MERSİN) DOLAYI KARAIŞALI KİREÇTAŞININ SEDİMANTER PETROGRAFİK ÖZELLİKLERİ

Cengiz YETİŞ

Ç.Ü., Jeoloji Müh. Bölümü, Adana/Türkiye

ÖZET : Bu çalışma ile Mut – Silifke Baseni batı kesiminde Abanoz Yayla (Anamur - Mersin) alanında yüzeyleyen Tersiyer istifi ayırılarak haritalanmıştır. Transgressif Miyosen istifi bölgede çalışma alanından kuzeyde Ermenek dolayına kadar oldukça geniş alanda yayılımlıdır. Bölgede Paleozoyik'e ait Alanya Birliği (şisti metamorfik ve kristalize kireçtaşı) ve Mesozoyik yaşlı Demirkazık formasyonu temeli oluşturmaktadır. Paleozoyik – Mesozoyik temel üzerine Oligosen – Erken Miyosen aralığında karasal kırıntılardan oluşma Gildirli formasyonu çökelmiştir. Günümüzde deniz seviyesinden 1.800 m yüksekte bulunan bölgeye Miyosen denizi transgresyonu Erken Miyosen'de erişmiştir. Miyosen denizi transgresyonu ile ilgili olarak bölgede plaj – sığ deniz ortamında oldukça ince, iri lamellibrans – gastropod kavkulu, kumlu biyomikrit yapılılı Kaplankaya formasyonu çökelmiştir. Sığ deniz – resif ortamında da alg, miliolid, ekinit, mercan vb. kapsayan biyomikrit yapılılı, resifal nitelikli, Karaisalı kireçtaşı çökelmiştir.

Anahtar kelimeler: Karaisalı kireçtaşı, petrografi, Tersiyer, stratigrafi, Abanoz Yayla.

SEDIMENTARY PETROGRAPHIC PROPERTIES OF THE KARAIŞALI LIMESTONE : ABANOZ YAYLA (ANAMUR - MERSİN) AREA

ABSTRACT : Tertiary succesion of the Mut – Silifke Basin is distinguished at the western part of the basin which is well exposed around the Abanoz Yayla (Anamur - Mersin) area. Transgressive Miocene succesion cropping out from the study area to Ermenek and covering large area. Palaeozoic aged metamorphics and cyrstalline carbonates of the Alanya unit, and Mesozoic aged platform carbonates of the Demirkazık formation forms the basement at the region. Terrestrial Gildirli formation deposited on this basement during Oligocene – Lover Miocene. The Miocene sea transgression was reached to the region Lower Miocene, most probably during the Burdigalian time. Coarse lamellibranchiata and gastropoda comprising, thin, sandy biomicrites of the Kaplankaya formation forms the first transgressive unit and is deposited beach – shallow marine environment. Alg, miliolid, echinodermata comprising coralline biomicrites of the Karaisalı formation were deposited shallow marine – reef environment.

Keywords : Karaisalı limestone, petrography, Tertiary, stratigraphy, Abanoz Yayla.

* Bu çalışma Ç.Ü.Bilimsel Araştırma Projelerince desteklenmiştir (MMF.2001.9)

1. GİRİŞ

Abanoz Yayla ve dolayını kapsayan inceleme alanı İçel ili, Anamur ilçesinin 27 km kuzeyinde ve günümüzde deniz seviyesinden 1.800 m yüksekte bulunan plato üzerinde yer almaktadır (Şekil 1).

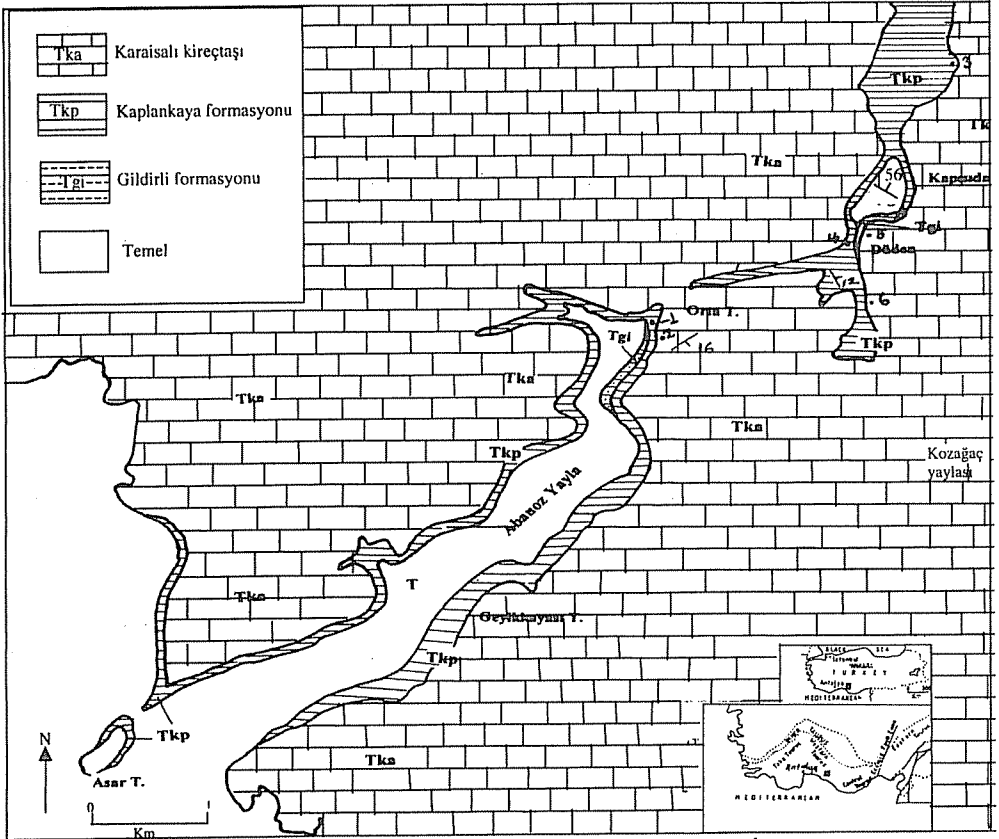
Abanoz Yayla, Kozağaç Yayla ve yakın çevresinde sürekli yerleşim yeri bulunmamaktadır. Kuzeyinde Halkalı Yayla (1.300 m), doğusunda Kozağaç Yayla (1.600 m), güneyinde Kaş Yayla (1.500 m.) ile batısında Çukurabanoz (1.150 m.) köyü yer almaktadır.

Bölgede Mut – Silifke Baseni Tersiyer istifi tabanında temeli Alanya birliğine ait kristalize kireçtaşı arakatmanlı şisti metamorfik kayalar ile Mesozoyik'e ait platform karbonatları niteliğindeki Demirkazık formasyonu oluşturur (1,2,3,4). Abanoz Yayla ve batı uzanımında Geç Permian - Geç Triyas yaşlı Alanya birliği içerisindeki Geç Permian ve daha yaşlı Bağlıca formasyonu çeşitli şistlerden oluşmaktadır (muskovit şist, mika – kuvars kalkışist, mika – kuvars şist, kuvars – albit muskovit şist, kuvars – albit – klorit şist, klorit – kuvars şist, klorit – muskovit kuvars şist ve klorit – kuvars – kalkışist). Bunun üzerine koyu gri, orta – kalın katmanlı, bitümlü, kötü kokulu, kristalize kireçtaşı yapıllı Pınarlıkır formasyonu uyumsuzdur (Üst Permian). Bunun da üzerine Alanya Birliğinin tavanındaki kuvars – muskovit – kalkışist, albit – muskovit kuvars şist, kuvars - kalkışist klorit – kalkışist, bazı kesimlerde epidot – glokofan şist yapıllı, Sivastiyayla formasyonu uyumludur (Alt Triyas). Alanya birliği üzerine gelen platform karbonatları niteliğindeki Üst Triyas – Jura - Kretase evresinde çökelmiş olan Mesozoyik istif bölgede açık gri – krem renkli, orta – kalın katmanlı, yer yer dolomitik, fosilli kireçtaşından oluşur (1,2,3,4).

Adana Baseni ile benzerli çökme özellikleri sunan bu çalışma ile (5,6,7) Mut – Silifke Baseninin batı kesiminde, Abanoz Yayla (Anamur - Mersin) alanında yüzeyleyen Tersiyer istifine ait Gildirli, Kaplankaya formasyonları ile Karaisalı kireçtaşı ayırtılarak haritalanmıştır (Şekil 1). Tersiyer birimleri, Paleozoyik – Mesozoyik temel üzerinde aşıl uyumsuzdur. Miyosen denizi transgresyonu öncesinde, Oligosen – Erken Miyosen aralığında çökelen ve karasal kırıntılardan oluşan Gildirli formasyonu açık kırmızı – kirli sarı – bozca açık kahve renkli, maksimum 15 cm boya erişen çakıllı, çok kötü boylanmalı çakıllı, çakıllı kumtaşı yapıllıdır. Merceksel görünümü birim çalışma alanında oldukça incedir (3 – 6 m). Miyosen denizi transgresyonunun bölgeye Erken Miyosen'de (Burdigaliyen) erişmesi ile ilgili olarak plaj – sığ deniz ortamında çökelen Kaplankaya formasyonu iri lamellibrans – gastropod kavkılı, kumlu biyomikrit yapıllıdır. Merceksel görünümü birim çalışma alanında 10 – 15 m kalındır. Kaplankaya formasyonu üzerinde Karaisalı kireçtaşı uyumludur. Lamellibrans, Miliolidae, ekinit, mercan vb. kapsayan, resifal nitelikli, Karaisalı kireçtaşı sığ deniz – resif ortamında çökelmiştir ve biyomikrit yapıllıdır. Mut – Silifke baseninin kenar zonu olması nedeniyle çalışma alanında 30 – 40 m kalınlığa erişen birimin kalınlığı kuzeye doğru artmaktadır ve yüzeyi yoğun karstik erimelidir .

Bu çalışma Abanoz Yayla (Anamur - Mersin) dolayında yüzeyleyen Tersiyer istife ait trasgresyon öncesi ve transgressif dönemlere ait birimlerin stratigrafisi ve resifal nitelikli Karaisalı kireçtaşının sedimenter petrografik özelliklerini ortaya koymak amacıyla yapılmıştır.

Abanoz Yayla dolayını kapsayan inceleme alanı Toros Dağ Kuşağı, Orta Toros bölümünde yer almaktadır. Bölgede günümüze dek çok sayıda jeolojik incelemeler yapılmıştır. Bu çalışmalar bölgenin önemli bir kısmını kapsayıp daha çok temeli oluşturan Antalya, Alanya birlikleri ile ilgilidir. Yörede Tersiyer istif ile ilgili çalışmalar yok denecek kadar azdır ve temel stratigrafik ayırtlar yapılmamıştır. Bu bağlamda bölgede fasiyes ayırđına dayalı litostratigrafik birim ayırđı, korelasyonu ve değeriendirilmeleri düşüncesiyle konuya baştan ve bölgesel ölçekte bakılması gerekliliğini ortaya koymuştur. Bu çalışma ile 1 / 25 000 ölçekli Alanya P29 b3 paftası kullanılarak fasiyes ayırđına dayalı ayrıntılı jeoloji haritası yapılmış, nokta sedimantolojik kesitler ölçülerek as fasiyesleri belirlenmiştir (Şekil 1). Belirtilen nedenlerle bölge Tersiyer istifi transgresyon öncesi ve transgressif istiflere ayırarak inceleyebilmek amacıyla konunun ele alınması Ç.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri desteği ile mümkün olabilmştir.



Şekil 1. Abanoz Yayla (Mersin) Alanının Jeoloji Haritası.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Toros Dağ Kuşağı, Orta Toros bölümünde yer alan inceleme alanı ve dolayında temel jeolojik çalışmalar 1940 lı yıllardan başlamıştır. Geçen süre içerisinde bölgede değişik amaçlarla pek çok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalardan bazıları aşağıda özetlenmektedir.

Blumenthal, Anamur dolayında metamorfik serilerin Silüriyen yaşında olduğunu; bunların üzerine gelen sedimanter istifin tektonik dokanaklı olduğunu belirtmiş (8); Torosların Anadoludaki dış bükeyliliğinin güneye doğru olduğunu ve bölgedeki naplı yapılarla dikkat çekmiştir (9). Kovenko (10), Anamur kuzeyi Kaş yaylası dolayında Kretase'ye ait mercanlı kireçtaşının bulunduğunu bildirmiştir. Özgül (11), Torosların değişik kesimlerinde sürdürdüğü çalışmalar ile Toros kuşağının temel özelliklerini belirterek bu kuşağın stratigrafik özellikleri ve kapsadığı kaya birimlerine göre "Birlik" lere ayırmıştır. Balkılıç (3), Gazipaşa dolayında Paleozoyik ve Mesozoyik istifi Antalya, Alanya, Aladağ birliklerine ayırarak incelemiştir. Ulu (4), bölgede paleontolojik yaş verilerine dayanarak belirlediği sedimanter kayalar ile düşük dereceli metamorfik birimlerin yüzelediğini bildirmiştir. Bölgenin stratigrafisi ve tektoniğini Alanya birliği, Antalya birliği, Aladağ birliği ile örtü kaya gruplarına ayırarak yalınlaştırmıştır. Bölgenin Üst Permiyen'e kadar duraylı bir şelf; Üst Permiyen'den Triyas sonuna kadar duraylılığını yitirdiğini ileri sürmüştür.

Özer ve diğ. (12), Mut-Antalya-Adana Neojen havzalarında yaptıkları jeolojik araştırmalar ile bu üç havzayı yapısal ve bölgesel özellikleriyle denestirmişlerdir. Gedik ve diğ. (13), Mut - Ermenek - Silifke havzasında yaptıkları çalışma ile Paleozoyik - Mesozoyik istif ile kuzey ve kuzeydoğudaki ofiyolitli melanjin oluşturduğu temel üzerine Eosen ve Miyosen çökellerinin geldiğini bildirmişlerdir. Miyosen istif içerisinde Karasal kıvrıntılıları Derinçay formasyonu, gölsel karbonatları Derinçay formasyonu Fakırca üyesi, resifal karbonatları Mut formasyonu, resif ilerişi şeylleri de Köseliler formasyonu ayırdı ile incelemiştir.

Schmidt (14) 1957-1960 yılları arasında Adana baseninin genel stratigrafisini 47 kayastratigrafisi birimini ayırtlayarak adlandırmıştır. İlker (15), Adana havzası kuzey batı kesiminin jeolojisini inceleyerek bölgenin 1/50.000 ölçekli jeoloji haritasını hazırlamış ve havzada Paleozoyik'ten Kuvaterner'e kadar gelişmiş olan bütün formasyonları incelemiştir. Yetiş (6), yaklaşık 3000 km²'lik bir alanda (Kozan N34 paftası ve dolay) Adana Baseni Tersiyer İstifinin (Oligosen-Piliyosen) Stratigrafik reorganizasyonunu gerçekleştirmiştir. Schmidt (14)'in aynı basen içinde ayırtladığı 47 litostratigrafisi birimini 12 temel birime indirmiştir. Yazar Adana Baseni Tersiyer istifini Pre-transgressif, transgressif ve regresif olmak üzere üç ana bölüme ayırmıştır. Pre-transgressif dönemin düzensiz paleotopografik çukurlukları dolduran, Oligosen-Alt Miyosen yaşlı, karasal Gildirli ve gölsel Karsanti formasyonları ile; Miyosen denizi transgressif döneminin, sığ deniz- plaj karakterli kıvrıntılıları içeren Kaplankaya, resifal karbonatlardan oluşan Karaisalı, pelajik foraminiferli, derin denizel Güvenç ve Türbiditik Cingöz formasyonları ile; Regresif dönemin ise basenin sığlaşmasını karakterize eden sığ denizel-karasal nitelikli çökellerden oluşan Kuzgun (Kuzgun, Salbaş Tüfit ve Memişli üyeleri) ve Handere (Gökkuyu jips üyesi) formasyonları ile temsil edildiğini bildirmiştir. Adana Baseni Tersiyer İstifi, Kuvaterner'e ait taraça-kalifi oluşumları tarafından örtülmektedir.

Yetiş (16), Mut – Silifke Baseni batı kesiminde Kaşpazarı Yayla (Anamur – Mersin) alanında yüzeyleyen Tersiyer istifi ayırtlayarak haritalanmıştır. Bölgede Paleozoyik'e ait Alanya Birliğini oluşturan şisti metamorfik ve kristalize kireçtaşı yapıılışı kaya grupları ile Mesozoyik yaşlı Demirkazık formasyonunun oluşturduğu temel üzerine Oligosen – Erken Miyosen aralığında karasal kırıntılardan oluşma Gildirli formasyonu; Miyosen denizi transgresyonu ile ilgili olarak bölgede plaj – sığ deniz ortamında oldukça ince, kumlu biyomikrit yapıılışı Kaplankaya formasyonu ile sığ deniz – resif ortamında da biyomikrit yapıılışı, resifal nitelikli, Karaisalı kireçtaşının çokeldiğini bildirmiştir.

3. STRATİGRAFI VE PETROGRAFİK ÖZELLİKLER

3.1. Giriş

Toros dağ kuşağı Tetis zonu içerisinde Alpin – Akdeniz bölgesinin güney kıtasal kenarında yer almaktadır(17). Abanoz Yayla (Anamur - Mersin) alanı Toros dağ kuşağı, Orta Toros bölümünde yer alıp yüksekliği 1 800 metreye erişen, az engebeli, karstik erime yüzey şekilleri sunan, yüksek bir plato konumundadır (Şekil 1). Bölgede, geçen süre içerisinde daha çok Paleozoyik ve Mesozoyik stratigrafisine ilişkin bazı çalışmalar yapılmıştır. Orta Toros bölümü Tersiyer stratigrafisine ilişkin kabul edilebilecek bir ayırt halen ortaya konulamamıştır ve Tersiyer istifi oluşturan birimler günümüze dek yeterli ayrıntıda incelenmemiştir. İstif 1 / 500 000 ölçekli Türkiye Jeoloji haritasında Geç Miyosen olarak incelenmiştir.

Bu incelemede Adana baseni ile uyumlu bir şekilde Tersiyer stratigrafisi reorganize edilerek, tabandan tavana Gildirli, Kaplankaya formasyonları ile Karaisalı kireçtaşı ayırt edilmiştir (5,6,7,16). Abanoz Yayla dolayında Mut – Silifke baseni Tersiyer istifi tabanında temeli Alanya birliğine ait kristalize kireçtaşı arakatmanlı şisti metamorfik kayalar ile Mesozoyik'e ait platform karbonatları niteliğindeki Demirkazık formasyonu oluşturur (3,4,16).

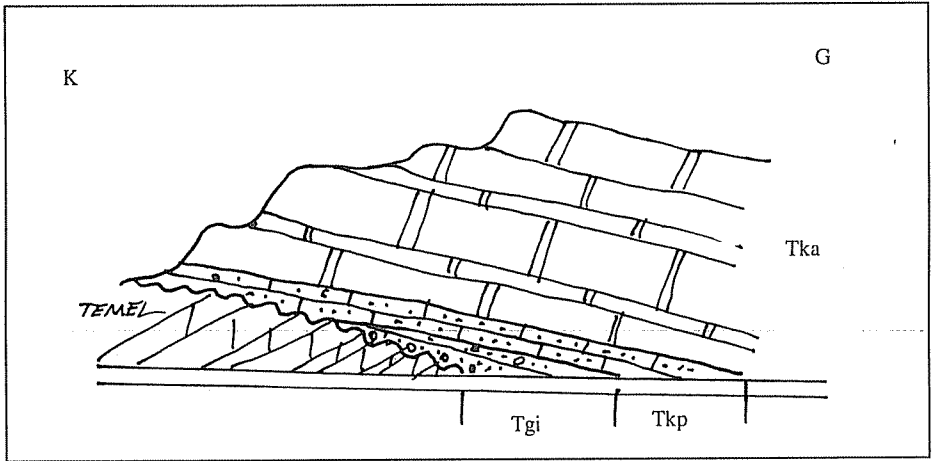
3.2. Gildirli formasyonu (Tgi):

Mut – Silifke baseninde başlıca çakıtaşı, kumtaşı yapıılışı birim Gedik ve diğerleri (13) tarafından Derinçay formasyonu, Mut yöresinde Sezer (18) tarafından Ortaköy formasyonu, Silifke yöresinde Gökten (19) tarafından Aslanlı formasyonu, Ermenek – Karaman arasında Koçyiğit (20) tarafından Göktepe formasyonu, Akkandak üyesi ve Kaşpazarı Yayla dolayında Yetiş (16) tarafından Gildirli formasyonu olarak ayırt edilmiştir. Schmidth (14) Adana Baseni'nin kuzey ve kuzeybatı kesimlerinde çakıtaşı, kumtaşı, şeyl vb. yapıılışı karasal , gelgit ile sığ deniz ortamına ait çökellere Gildirli formasyonu adını vermiş ve Miyosen yaşını uygulamıştır. Daha sonra Yetiş (6) Adana Baseni Tersiyer istifinin tabanında bulunan, transgresyon öncesi döneme ait sadece karasal kırıntılardan oluşan, Oligosen – Alt Miyosen yaşlı, akarsu çökellerini Gildirli formasyonu adı altında incelemiştir. Bu çalışmada inceleme alanında çok sınırlı alanda yüzleklere sahip olan karasal nitelikli çökeller Adana Baseni ile eş değerli olarak Gildirli formasyonu olarak incelenmiştir.

Gildirli formasyonu çalışma alanı içerisinde Kaplankaya formasyonu ile Karaisalı kireçtaşının altında sınırlı alanlarda yüzleklere vermektedir. Başlıca Abanoz yayla Ermenek çıkışı Orta tepe güneybatısı ve Düden kuzeyinde yüzeylemektedir (Şekil 1).

Gildirli formasyonu, inceleme alanında sarımsı - kırmızımsı - açık kahverengi, çakıltası, çakıllı kumtaşı, karbonat çimentolu kumtaşı ve silttaşından oluşmuş akarsu çökellerinden ibarettir. Tane destekli, çok kötü boylanmış birim başlıca Paleozoyik, Mesozoyik yaşlı kireçtaşı - dolomit - kuvarsit, vb. den oluşmuş, en çok 50 cm boya erişen as yuvarlak, küt köşeli, belirgin yönlüneli taneli ve taneler ile eşitli bileşenli kumlu- karbonatlı bir matriks ile gevşek - orta tutturulmuştur. Çökel yer yer tane, yer yer de matriks desteklidir. Her bir dönem daima aşınmalı bir taban ile altındaki dönem üzerine gelmekte ve tane boyu yukarıya doğru küçülmektedir. Birimi oluşturan ve aşınmalı bir taban ile başlayıp yukarı doğru incelen tane boyuna sahip dönemler genellikle merceksel geometrilidir.

Tersiyer istifinin tabanını oluşturan Gildirli formasyonu düzensiz bir paleotopografyaya bağımlı olarak Paleozoyik - Mesozoyik temel üzerine paleotopografik çukurlukları dolduracak şekilde uyumsuz olarak gelmektedir (Şekil 2). Çalışma alanında Gildirli formasyonu üzerine Kaplankaya formasyonu uyumlu olarak gelmektedir. Gildirli formasyonunu oluşturan ve aşınmalı tabana sahip çakıltaları ile başlayıp yukarı doğru tane boyunun küçüldüğü dönemler, yanal olarak kanal sapmasına bağı bir şekilde litolojik değişim sunmaktadır. Çalışma alanında oldukça sınırlı alanlarda yayılım gösteren Gildirli formasyonunun kalınlığı 3 - 5 metreye erişmektedir (Şekil 2). İnceleme alanı dışında Adana baseninde Yetiş (6) birimin kalınlığının 120 ile 400 m arasında olduğunu bildirmiştir.



Şekil 2. Ermenek yönünden Abanoz Yayla girişinde Paleozoyik Temel (T) üzerine ince bir Gildirli formasyonu (Tgi) gelip bunun da üzerine sırası ile Kaplankaya formasyonu (Tkp) ve Karaisalı kireçtaşı (Tka) gelmektedir.

İnceleme alanı sınırları içerisinde birime yaş verebilecek herhangi bir fosile rastlanılmamıştır. Gildirli formasyonunun altında bulunan en genç kayastratigrafi birimi olarak Gezende bölgesinde Lütésiyan çökelleri; bölgede Üst Triyas - Kretase yaşlı Demirkazık formasyonu bulunmaktadır. Gildirli formasyonunun üzerine ise Alt

Miyosen (Burdigaliyen) yaşı ile Kaplankaya formasyonu gelmektedir. Lütesiyen sonrasında denizin çekilmesiyle bölge bir aşınma evresine girmiş ve bu evrede o zamanki çukurluklarda çökelen Gildirli formasyonu korunarak Miyosen denizi transgresyonunun tabanında yer alan karasal kıvrıntılıları oluşturmuştur. Buna göre birim Oligosen –Alt Miyosen evresinde çökelmiş olmalıdır.

Çalışma alanı içerisinde Gildirli formasyonunda denizelliği gösteren bir fosile rastlanılmamıştır. Hakim olan bozca açık kahverengi – pembemsi - kırmızimsı renk tonu ile aşınmalı tabanlı dönemlerin çok kötü boylanmalı çökellerden ibaret olması birimin akarsu ortamında çökeldiğini gösterir. Yer yer çakıltaşı seviyelerinin oldukça kalınlaşması ve çakılların 50 cm boya erişmesi yüksek enerjili akıntıları işaret etmektedir. Oligosen (?) -Alt Miyosen yaşı Gildirli formasyonu Paleozoyik – Mesozoyik temel üzerine aşılabilir uyumsuz olarak gelmektedir (Şekil 2).

3.3. Kaplankaya formasyonu (Tkp) :

Mut – Silifke baseni güneybatısında Kaşpazarı yayla dolayında Adana baseni, Tersiyer istifi Kaplankaya formasyonu eşdeğeri birim Yetiş (16) tarafından ayrılmıştır. Adana Baseninde, Adana'nın kuzey kesiminde yer alan ve Kaplankaya Tepe'de tipik mevkiisi bulunan kumlu - siltli kireçtaşı , çakıllı kumtaşı ve marn yapıllı sığ deniz – plaj çökellerini kapsayan birime Yetiş (6) Kaplankaya formasyonu adını uygulamıştır. Bu çalışmada da Adana baseni ile benzerli litolojik özellikler sunan kıvrıntılı – kıvrıntılı karbonatlı çökellerden ibaret birim Kaplankaya formasyonu olarak incelenmiştir.

Kaplankaya formasyonu çalışma alanı içerisinde tabanındaki Gildirli formasyonu ile üzerine gelen Karaisalı kireçtaşı arasında oldukça sınırlı alanlarda yüzlekler vermektedir. Birim başlıca Asar tepe kuzeyi, Geyikkayası tepe güneybatı - kuzeydoğusu ile Orta tepe ve Kapısıdar dolayında yüzlemektedir (Şekil 1).

İnceleme alanı sınırları içerisinde birim genellikle açık kahverengi, soluk sarı, açık kırmızı renkli, çakıllı kireçtaşı, kumlu - siltli kireçtaşı yapıllıdır. İnce – orta kalın katmanlı olan birim killi karbonatlı düzeylerinde çok iri kavkılı lamellibrans, gastropod ve ekinit kavkuları kapsamaktadır. Ortam şartlarına bağımlı olarak istifin taban kesimindeki paleotopografik çukurluklarda gelişen Gildirli formasyonunun bulunduğu kesimlerde çakıl oranı; resifal kireçtaşı nitelikli Karaisalı formasyonu ile geçişli olduğu kesimlerde ise karbonatlı seviyeler artmaktadır. Paleotopografik yüksekliklerde ise çakıllı seviyeler gözlenmemekte olup kumlu - killi karbonat seviyeleri yaygındır. Birimde as yuvarlak, küt köşeli kireçtaşı, dolomit, kuvarsit, kuvars, çört ve ofiyolitten türeme taneler çoğunluktadır ve birimin bu şekildeki taban kesimleri çoğun matriks destekli ve kötü boylanmalıdır. Üst seviyelerde ise soluk sarımsı - boz, seyrek kıvrıntılı, bol denizel lamellibranslı , gastrapotlu ve ekinitli düzeyler olağandır. Bunların üzerine karbonat oranının belirgin bir şekilde artmasına karşın kıvrıntı kapsamayan resifal karbonat yapıllı, bol fosilli Karaisalı kireçtaşına geçiş söz konusudur. Çakıllı – kumlu kireçtaşı yapıllı birim içerdiği iri kavkılı makro fosiller ile sığ deniz – plaj ortamında çökelmiş olmalıdır. Kaplankaya formasyonuna ait çakıllı - kumlu kireçtaşı düzeyleri oldukça sert , sağlam ve dayanıklı bir özellik gösterip kırılma yüzeyleri genellikle küt - keskin köşelidir. Buna karşın killi kireçtaşı düzeyleri daha gevşek tutturulmuş olup kolaylıkla aşınabilecek durumdadır.

Abanoz Yayla dolayında Kaplankaya formasyonu 5 - 8 metre kalınlığa erişmektedir. Birim tabanda Oligosen- Alt Miyosen yaşlı, karasal nitelikli Gildirli formasyonu üzerinde uyumludur. Üzerine ise resifal nitelikli Karaisalı formasyonu gelmektedir (Şekil 2). Örnek 1, 3, 4 e göre birim, açık kırmızı, kirli beyaz renkli, orta – kalın katmanlı, seyrek çakıllı, kumlu, iri kavkılı biyomikrit yapılaşlıdır. Çalışma alanında birimden derlenen numunelerin ince kesitlerinin petrografik incelenmesi sonucunda aşağıdaki tanımlar yapılmıştır.

2001.CY.1. seyrek çakıllı, kumlu mikrit (Orta Tepe B sı) :

Ayrışmış yüzeyi, taze kırık yüzeyi açık kahverengi, maksimum 7 cm boya erişen küt köşeli as yuvarlak taneler başlıca Paleozoyik – Mesozoyik yaşlı kireçtaşı, dolomit ile kuvarsit vb. den türemedir. Çökel yer yer tane , yer yer de matriks desteklidir. Karbonatlı matriks çoğunlukla açık kahverenkli. Orta sert - sert, yer yer dağılgan, orta – kalın az belirgin katmanlı, bol fosilli, seyrek çakıllı kumlu kireçtaşı.

Kayaçta % 7 kadar küt köşeli – as yuvarlak, dalgalı yanıp sönmeli, tekçe – bileşik yanıp sönmeli, orta kum boyu kuvars taneleri ile % 15 kadar ince – orta kristalen, özşekilli-yarı özşekilli dolomit kristalleri olağandır. Rotalidae, *Amphistegina* sp., alg, lamellibrans ve ekinit kavkı kesitinden oluşma biyoklastlar % 30 kadardır. Mikritik yapılaşlı matriks yer yer ayrışmalı, FeO li ve killi maddeler ile kahverengiye boyanmıştır. Erime ile genişletilmiş gözenek alanları iri sparikalsit dolguludur (% 20). Demir oksitli opak mineraller % 1 kadardır. Kayaç % 5 gözeneklidir.

2001.CY.3. Seyrek ince kumlu *Globigerina*'lı biyomikrit (Kapasıdar K i) :

Ayrışmış yüzeyi kahverengi-kirli beyaz, taze kırık yüzeyi açık kahverengi, orta sert, yer yer gevşek tutturulmuş-dağılgan , orta – kalın katmanlı, iri lamellibrans, ostrea ile bol fosilli, kumlu kireçtaşı.

İnce-orta kum, silt boyu, küt köşeli – as yuvarlak, kuvars taneleri % 2 kadardır. Başlıca *Globigerina* sp., *Globorotalia* sp., Rotaliidae, alg parçası, mercan parçası, lamellibrans, ekinit kavkı parçası ile diğer makro organizma kavkı parçalarından oluşma biyoklastlar % 40 kadardır. Biyoklastlar mikritik zeminde matriks desteklidir. Özellikle lamellibrans kavkıları oldukça iri ve kalındır. Biyoklastlar genellikle mikritik zihlidir. Demir oksitli opak mineraller ayrışmalı ve çok seyrek (% 1). Kayaç % 5 kadar gözeneklidir (Foto 1).

2001.CY.4. Kumlu *Globigerina*'lı Mikrit (Düden B sı) :

Ayrışmış yüzeyi soluk açık kırmızı-kirli beyaz, taze kırık yüzeyi açık kırmızısı, seyrek çakıllı, kumlu, karbonat çimentolu, sert-orta sert, orta – kalın katmanlı, iri lamellibrans, ostrea ile bol fosilli, kumlu kireçtaşı. Karaisalı kireçtaşı ile olan geçiş zonu kıymıksı kırıklıdır.

% 5-7 kadar ince kavkılı lamellibrans, globigerina vb. kavkısından oluşan biyoklastlar ile % 4 kadar ince kum-silt boyu, küt köşeli as yuvarlak, kuvars tanelerinden oluşma tane bileşenler demir oksit etkisi ile kırmızıya boyanmıştır. Tane bileşenler yine demir oksit ile kırmızıya boyanmış mikritik zeminde matriks desteklidir. Saçılmış haldeki opak mineraller (% 2) yer yer laminalanmaya paraleldir.

Kaplankaya formasyonu Düden kuzey ve doğusu ile Orta tepe güneybatısında Gildirli formasyonu üzerinde uyumludur. Bunun dışındaki yüzleklerin tümünde temel üzerine açışal diskordanslıdır (Şekil 3).

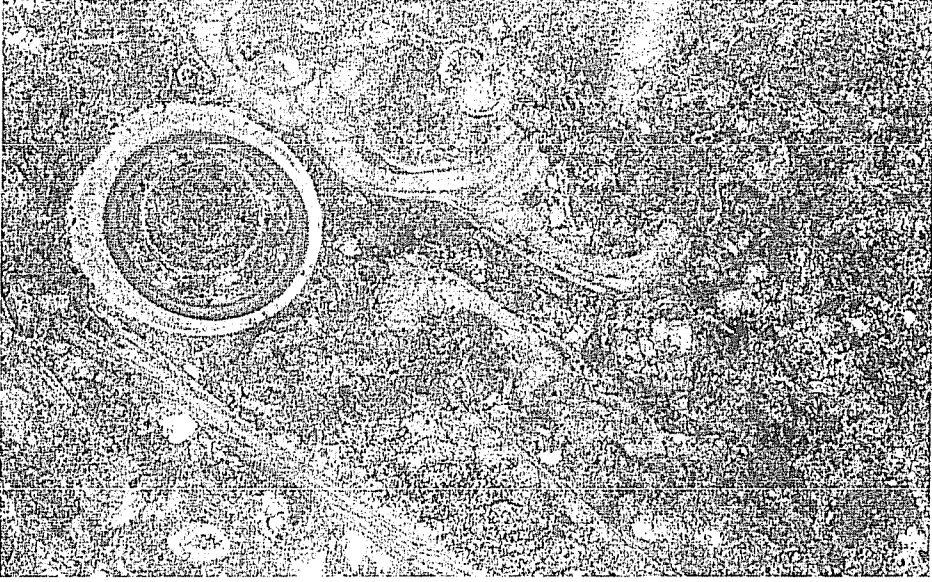
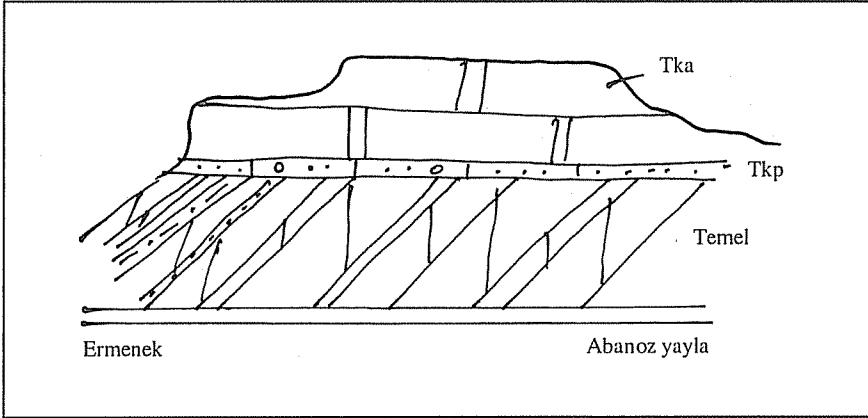


Foto 1. Seyrek ince kumlu *Globigerina*'lı biyomikrite *Globigerina* sp.



Şekil 3. Paleotopografik yükseklerde Gildirli formasyonu çökelmeden temel üzerine ince bir Kaplanlı formasyonu (Tkp) ve üzerine kalın katmanlı Karaisali kireçtaşı (Tka) çökelmiştir.

Araziden derlenen seri numunelerin ince kesitlerinden Prof.Dr.Niyazi AVŞAR (Ç.Ü.) şu fosilleri tanıtmıştır : *Globigerina* Sp., *Globorotalia* Sp., Rotaliidae, alg parçası, Mercan parçası, Ekinit kavkı parça / kesiti, makro organizma kavkı parçası. Tanımlanan fosil topluluğuna göre birim inceleme alanında Geç Miyosen zaman aralığında çökelmiş olmalıdır. Adana baseninde Kaplanlı formasyonu ile ilgili

tanıtımı yapılan fosil topluluğuna göre birime Erken-Orta Miyosen yaşı uygulanmıştır (5).

Bölgede oldukça geniş yayımlı bulunması gereken Kaplankaya formasyonu, Mut – Silifke baseninde ayırt edilip haritalanmamıştır. Adana baseninde ise birimi önceki bazı araştırmacılar Gildirli formasyonu; bazıları da Karaisalı formasyonu içerisinde ele alarak incelemişlerdir. Yetiş (6), Adana baseninde boz renkli, çakıltaşı, kumtaşı, silttaşı, kumlu kireçtaşı - kireçtaşı, vb. yapıllı alg, foraminifer, ekinid, lamellibrans vb. kapsayan Geç-Orta Miyosen yaşlı birimi Kaplankaya formasyonu olarak tanımlamıştır.

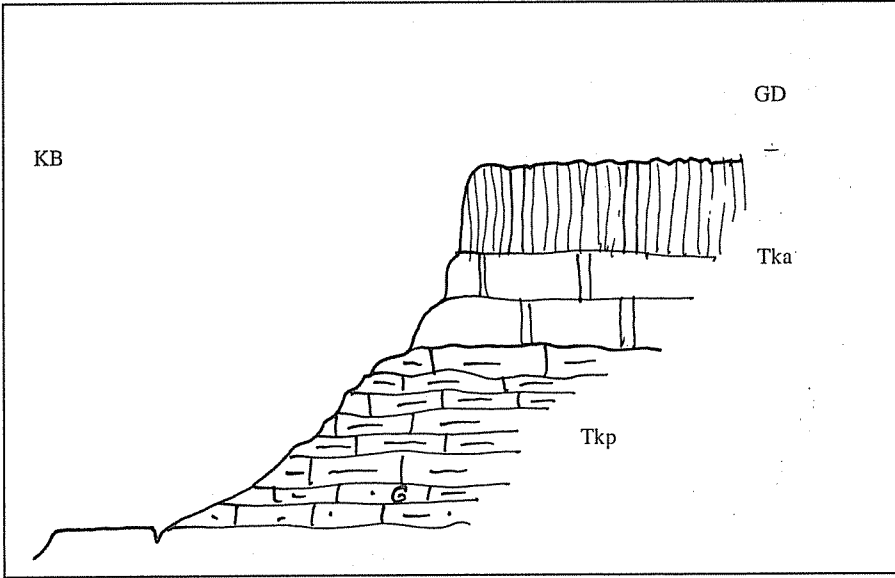
İnceleme alanında Kaplankaya formasyonu karasal nitelikli Gildirli formasyonu üzerine, denizel lamellibrans, gastropod, ekinit ve çeşitli türden foraminiferler içeren seyrek çakıllı, kumlu kireçtaşı ile gelmektedir. Birimde istifin tavanına doğru kıvrım oranı azalmakta buna karşın karbonat oranı artmaktadır. Mut - Silifke baseninin güney-güneybatısında yer alan inceleme alanında yüzlek veren birim Miyosen denizi transgresyonu ile ilgili olarak ilk denizel birimdir. Kaplankaya formasyonu litolojik özellikleri, fosil içeriği ve geometrisi ile sığ deniz - plaj ile resif gerisi lagün ortamında çökelmiş; Globigerina, Globorotalia gibi fosiller de taşınmış olmalıdır.

3.4. Karaisalı kireçtaşı ve sedimanter petrografik özellikleri

Mut – Silifke baseninde ilk kez Yetiş (16) tarafından Kaşpazarı yayla dolayında Adana baseni, Tersiyer istifi Karaisalı kireçtaşı eşdeğeri bir birim ayırt edilmiştir. Mut – Silifke baseninde Miyosen yaşlı resifal kireçtaşı, killi kireçtaşı, marn yapıllı birimi Gedik ve diğ. (13) Mut formasyonu olarak incelemiştir. Aynı havzada, Mut yöresinde birim Sezer (18) tarafından Mut kireçtaşı formasyonu, Silifke yöresinde Gökten (19) tarafından Mut formasyonu ve Sarıaydın resif kireçtaşı, Ermenek – Karaman alanında Koçyiğit (20) tarafından da Göktepe resif kireçtaşı üyesi olarak incelenmiştir. Adana Baseni, Tersiyer istife ait açık gri – krem renkli, mercanlı, sıkı dokulu, resif kenarları dışında belirgin katmansız biyoklastik kireçtaşına litostratigrafik birim ayırdına dayalı olarak ilk kez Schmidt (14), Karaisalı kalkerleri adını vermiştir. Daha sonra Schmidt'in bu adlamasına İlker (15), Yetiş ve Demirkol (5), Yetiş (6) Karaisalı formasyonu adlamasını uygulamışlardır. Günümüzde Karaisalı kireçtaşı adlamasının daha uygun olacağı kanısındayım. Bu çalışmada da Adana ve Mut–Silifke basenleri dahil bölgesel ölçekte oldukça geniş yayımlı olmasının yanı sıra Adana ve Mut – Silifke basenleri arasında belirgin bir ayrımı sağlayacak sınır bulunmaması (Örneğin Ecemiş Fay Kuşağı), benzer çökeltme koşulları, litolojik özellikler ve kronostratigrafik uyum sunması nedenleri ile birim Karaisalı kireçtaşı adı altında incelenmiştir.

Mut - Silifke baseni Tersiyer istifi inceleme alanından kuzey ve doğuya doğru Paleozoyik – Mesozoyik temel üzerinde oldukça geniş bir alanda yayımlıdır. Mut – Silifke baseninin güneybatı ucunda bulunan inceleme alanı 1 800 metre yüksekliğe erişen, bir yüksek plato konumundadır. İnceleme alanında Karaisalı formasyonu Asar tepe, Geyikkayası tepe, Orta tepe, Düden, Kapısıdar, Abanoz Yayla ve Kozagaç Yayla alanında kuzey ve doğuya doğru bölgesel topografik en yüksekleri oluşturacak şekilde yayımlıdır (Şekil 1). Birim yüzyletiği her yerde benzer litolojik özelliklerinin yanı sıra sedimantolojik ve paleontolojik özellikleri ile sahada kolaylıkla ayırt edilebilmektedir. Bu birim genel olarak çalışma alanındaki topografik en yüksekleri oluşturmaktadır.

Çalışma alanında birime ait tipik yer ve tipik kesit yeri Asar tepe kuzeydoğusunda yer almaktadır. Asar tepe kuzeydoğusunda Kaplankaya formasyonu üzerinde birim başlıca açık gri – kirli beyaz, orta katmanlı – masif, yer yer som katmanlı, alg, mercan vb. bol fosilli, 50 metreyi aşkın kalınlıkta fosilli kireçtaşı yapılaşlıdır. Mut – Silifke baseninde Mut formasyonu olarak adlanan birime ait tip kesit yeri Mut kuzeyi, Derinçay köyü – Türbebeleni tepe dolaydır (13). Burada ölçülen kesitte birim tabandan tavana kireçtaşı (30 m), kireçtaşı bantlı marn (100 m), kireçtaşı (875 m), kumtaşı (50 m), kireçtaşı (150 m) yapılaşlı olup aradaki marn düzeyi Köselilerli formasyonu (Adana Baseni Tersiyer istifi Güvenç formasyonu eşdeğeri) olarak incelenmiştir. Adana baseninde birimin tipik yeri Karaisalı ilçesi dolay olup tipik kesiti de Karaisalı kesiti oluşturur. Bu kesitte birim başlıca resifal nitelikli kireçtaşı yapılaşlıdır (21,6).

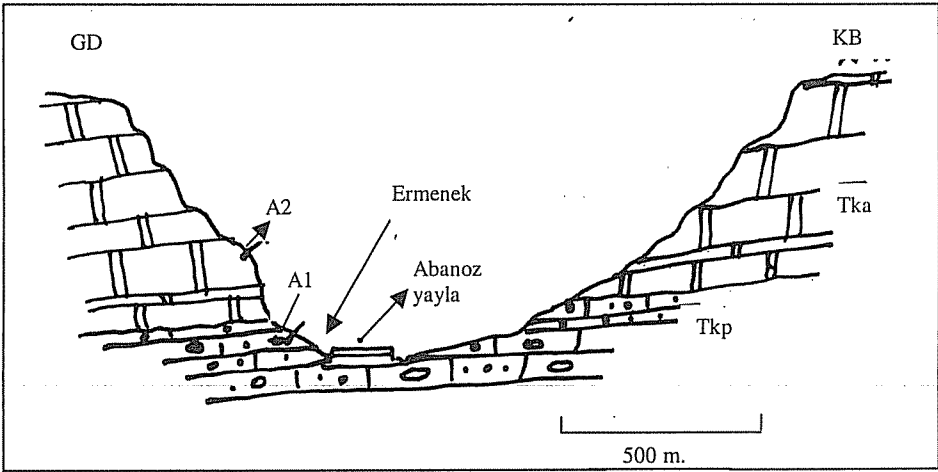


Şekil 4. Abanoz Yayla Ermenek çıkışında killi-kumlu kireçtaşı yapılaşlı Kaplankaya formasyonu (Tkp) üzerinde geçişli olan Karaisalı kireçtaşı (Tka) masif-som katmanlı, en üst katman aşırı düşey eklemlidir. Dokanakta in, mağara gelişimi olağandır.

Abanoz Yayla (Anamur – Mersin) alanında Karaisalı kireçtaşı başlıca bol fosilli, resifal nitelikli kireçtaşından oluşmaktadır. Açık sarı - açık gri - kirli beyaz renkli, seyrek killi biyoklastik kireçtaşı arakatmanlı, bazen belirgin orta- kalın, bazen masif - som katmanlı birim, sert sağlam, keskin köşeli kırıklı olarak gözlenmektedir. Bol fosilli birimde seyrek mercan ile bol foraminifer, alg, ekinit, çok iri gastrapod, lamellibrans vb. olağandır. Karstik erime ile ilgili olarak gelişmiş dolin, düden, kokurdan vb. gibi yüzey şekilleri oldukça belirgindir ve birimin yüzeyi erime ile gelişmiş aşırı erime boşluklu kireçtaşı yapılaşlıdır. Abanoz Yayla Ermenek çıkışında Kaplankaya formasyonu ile Karaisalı kireçtaşının uyumlu dokanağında in, yer yer mağara boyutuna erişen karstik erime şekilleri dikkat çekicidir. Burada Karaisalı kireçtaşının en üst masif-som katmanı

aşırı düşey eklemlidir (Şekil 4). Karaisalı formasyonunun çalışma alanı içerisinde yüzelediği bölgelerde dayanımlı bir özellik sunmasından dolayı topografik olarak havza kenar zonlarında yer yer dik şevler oluşturmaktadır. Karaisalı formasyonu çalışma alanı sınırları içerisinde bölgenin paleotopografik düzensizlikleri ile deniz seviyesindeki alçalıp yükselmeler ve havzaya taşınan çökel oranındaki değişimlere bağlı olarak tabanındaki birimlerle hızlı, yanal ve düşey fasiyes değişimleri sunmaktadır. Çalışma alanı ve yakın dolayında Karaisalı kireçtaşını üzerleyen Tersiyer'e ait bir birim bulunmamaktadır. Abanoz Yayla alanında birim genellikle az eğimli olup 12 – 16 derece ile güneydoğuya eğimlidir.

Karaisalı formasyonu tabanda Kaplankaya formasyonu ile yanal ve düşey geçişli dokanak ilişkisi sunmaktadır (Şekil 4,5). Paleotopografik çukurluklarda Gildirli formasyonunun geliştirdiği Orta tepe güneybatısı, Düden kuzey ve doğusunda oldukça ince ve sınırlı bir alanda yüzeleyen Gildirli formasyonu karasal kırıntılı çökelleri üzerinde yine ince bir şekilde gelişen bol fosilli, kırıntılı kireçtaşı (Kaplankaya formasyonu) üzerine resifal Karaisalı formasyonu aşmalıdır (Şekil 2, 3). Havzanın güneyinde, özellikle Asar tepe ve doğusunda paleotopografik yükseklerde ise Karaisalı kireçtaşı direkt olarak temel üzerine aşmalı bir şekilde gelebilmektedir (Şekil 2). Bölgede Gildirli formasyonu transgresyon öncesi dönemi temsil ederken; transgresif döneme ait Kaplankaya formasyonu plaj – sığ deniz çökellerini ve Karaisalı



Şekil 5. Abanoz Yayla'dan Ermenek yönünde çıkışta seyrek çakıllı-kumlu kireçtaşı yapıllı Kaplankaya formasyonu (Tkp) üzerine kalın katmanlı-masif, resifal Karaisalı kireçtaşı (Tka) geçişlidir.

kireçtaşı da resifal çökelleri oluşturmaktadır. Mut dolayında yaygın yayınlı bulunan resif ilerisi ve basen fasiyesine ait Köşellerli formasyonu (Adana baseni Güvenç formasyonu) çalışma alanı ve yakın dolayında çökelememiş veya çökeliş korunamamış olabilir.

Asar tepe kuzeyinde istif sığ deniz –plaj nitelikli Kaplankaya formasyonu kırıntılı karbonatları üzerinde açık gri – kirli beyaz, orta katmanlı, sert, sağlam , erime boşluklu, alg, ekinit ve küçük boyutlu lamellibrans ve gastropodlu mikritik kireçtaşı ile başlamaktadır. Bunun üzerine gelen fosilli kireçtaşı orta – kalın katmanlıdır. Üzerleyen açık gri – kirli beyaz renkli kireçtaşı masif – som görünümlüdür. İstifin tavanındaki fosilli kireçtaşı açık gri – kirli beyaz renkli ve orta katmanlıdır. Bu kesitte 50 metreden daha kalın birim çoğunlukla fosilli biyomikrit yapılaşmıştır. istifin orta düzeylerinde yer yer çok kalın – masif katmanlanma olağandır.

Karaisalı kireçtaşından derlenip ince kesitleri yaptırılan 3 adet nokta numunenin petrografik tanımları aşağıda sunulmaktadır.

2001.CY.2. İri kavkı parçalı *Amphistegina*'lı biyomikrit (Orta tepe güneybatısı).

Bozca açık gri – kirli beyaz, belirgin orta-masif katmanlı, sert, sağlam, fosilli kireçtaşı.

Çok ince kum boyu, küt köşeli, as yuvarlak, kuvars vb. taneler oldukça seyrek (% 1). Biyoklastları iri lamellibrans kavkıları ile ekinit kavkı-diken kesitleri, mercan, *Operculina* sp., *Peneroplis* sp., *Amphistegina* sp., *Spherogypsina* sp., *Globigerina* sp., *Rotalia* sp., Rotaliidae ve seyrek alg oluşturmaktadır. Biyoklastlar mikritik zeminde çoğunlukla tane desteklidir. Biyoklastlar çoğunlukla mikritik zıhlı olup çoğunun kavkısı orijinal kalsit yapılaşmış ve kimilerinin içleri spari kalsit dolguludur. Mikritik yapılaşmış intraklast % 3 kadardır (Foto 2).

2001.CY.5. Algli pelletli biyomikrit (Düden kuzeyi).

Kirli beyaz - açık gri, masif-som katmanlı, sert, sağlam, keskin köşeli kırıklı, fosilli kireçtaşı.

% 40 dolayındaki biyoklastları; alg, ekinit dikenli, lamellibrans-gastropod kavkı kesiti, mercan, foraminifer vb oluşturmaktadır. Alg ve bir kısım fosiller mikritik zıhlıdır. Pellet % 10 kadardır. % 5 kadar biyomikritik yapılaşmış intraklast vardır. Allokenler mikritik zeminde tane desteklidir. Bazı kavkı içleri ile seyrek erime ile genişletilmiş koğuklar orta spari kalsit dolguludur. Kayaç % 10 a erişen oranda gözeneklidir.

2001.CY.6. *Amphisteginalı* algli biyomikrit (Düden güneyi).

Ayrılmış yüzeyi açık gri, taze kırık yüzeyi kirli beyaz, masif-som katmanlı, sert, sağlam, keskin köşeli kırıklı, iri lamellibranslı fosilli kireçtaşı.

% 55 erişen biyoklastların büyük çoğunluğunu alg oluşturmaktadır. Bunun dışında ekinit dikenli, iri kavkılamellibrans ile *Amphistegina* sp., *Textularia* sp., *Peneroplis* sp., *Operculina* sp., *Spherogypsina* sp., *Globigerina* sp., *Rotalia* sp., *Sorites* sp., *Borelis* sp., *Gypsina* sp., alg, Rotaliidae ve Miliolidae vb. vardır. Bazı kavkı içleri ile alglerin içerisindeki gözenek alanları orta spari kalsit dolguludur. Biyoklastlar mikritik zeminde tane desteklidir. Erime ile genişletilmiş bazı fosil koğuk alanları orta-ince sparikalsit dolguludur. Özellikle alger mikritik zıhlıdır. Gözenek oranı % 10 kadardır. (Foto 3).

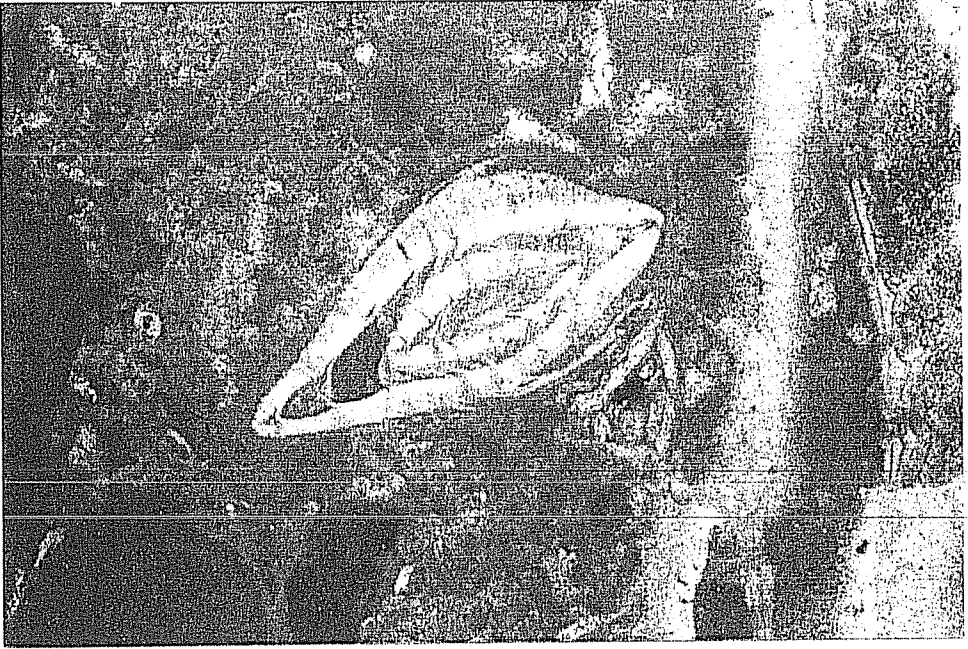


Foto 2. İri kavkı parçalı *Amphistegina*'lı biyomikritte belirgin *Amphistegina* sp.



Foto 3. *Amphistegina*'lı algli biyomikritte Miliolid ve alg.

Karaisalı kireçtaşı karbonatlarında Alizarin Red - S ile yapılan boyama testinde dolomite rastlanmamıştır (23).

Asar tepe ve kuzeyi, Abanoz yayla ve yerleşim alanı boyunca batı ve doğu yamaçlarda, Orta tepe, Düden, Kapısıdar mevkii dolay gibi paleotopografik çukurluklarda Karaisalı kireçtaşı genellikle Kaplankaya formasyonu üzerinde geçişlidir. Bunun dışında Asar tepe güney, kuzeybatı ve doğusundaki paleotopografik yükseklerde temel üzerinde açılal diskordanslıdır. Paleotopografik çukurluklarda Orta tepe güneyi Düden kuzeybatısında Kaplankaya formasyonu altında Gildirli formasyonuna ait ince bir karasal kırıntılı düzey bulunmaktadır. Burada Gildirli formasyonu Transgresyon öncesi döneme ait çökelleri karakterize ederken Kaplankaya formasyonu ve Karaisalı kireçtaşı transgressif döneme ait çökelleri ifade etmektedir. Çalışma alanı ve yakın dolayında transgressif döneme ait resif ilerisi - basen fasiyesine ait çökeller bulunmamaktadır. Bu istif Mut - Silifke baseni Mut dolayında Kösellerli formasyonu; Adana baseninde ise daha derin fasiyesleri kapsamak üzere Güvenç formasyonu ile temsil edilmektedir. Ancak Adana baseninde ve Mut Silifke baseni Mut dolayında resif ilerisi - derin deniz - basen fasiyesleri günümüzde deniz seviyesinden 150 m kadar yüksekte bulunabilmektedir. Mut-Silifke baseni Mut dolayında hem transgressif, hem de regressif döneme ait resifal kireçtaşı çökeli mi bulunmaktadır. 1 800 metre yüksekliğindeki, yüksek plato konumundaki çalışma alanında sadece transgressif döneme ait resifal karbonatlar çökelmıştır. Adana baseninde regressif dönemde sığ denizel kırıntılı çökeli mi vardır, fakat resifal kireçtaşı çökeli mi gözlenememiştir.

Mut - Silifke baseninin güneybatı kesimini oluşturan haritalama alanı ve yakın dolayında Tersiyer çökelleri tümüyle fazlaca bir kalınlığa sahip değildir. Çalışma alanında Karaisalı kireçtaşının kalınlığı 50 metreyi aşmaktadır. Bu kalınlık kuzeye, Ermenek dolayına doğru artmaktadır. Mut - Silifke ve Adana basenlerinde düzeysiz paleotopografyaya bağlı olarak birimin kalınlığı oldukça büyük kalınlık değişimleri sunmaktadır. Mut - Silifke baseninde istifin en kalın kesiminin bulunduğu Derinçay kesitinde kalınlık 1100 metreye erişmektedir (13). Adana baseninde Karaisalı formasyonunun kalınlığını Schmidt (14) 2 - 350 metre, İlker (15) 600 metre olarak bildirmiştir.

Adana baseninde Görür (21) Karaisalı formasyonu biyoklastik kireçtaşında : mercanlı- algli istiftaşı ve bağlamtaşı, küçük bentonik foraminiferli - algli istiftaşı, mercanlı- algli vaketaşı - istiftaşı, büyük bentonik foraminiferli - algli istiftaşı, globigerinalı - algli istiftaşı, Globigerinalı killi vaketaşı olmak üzere 6 ayrı as fasiyes ayırtlamıştır.

Abanoz yayla dolay Karaisalı kireçtaşından derlenen nokta ve seri örneklerin ince kesitlerinden Prof. Dr. Niyazi AVŞAR şu fosilleri tanıtmıştır: *Operculina* sp., *Sphaerogypsina* sp., *Sorites* sp., *Rotalia* sp., *Borelis* sp., *Peneroplis* sp., *Textularia* sp., *Amphistegina* sp., *Globigerina* sp., *Globorotalia* sp., *Gypsina* sp., Miliolidae, Rotaliidae, alg, Mercan, Ekinit, Lamellibrans, Gastropod. Belirlenen fosil topluluğuna göre Mut - Silifke baseni Abanoz yayla alanında Karaisalı formasyonu Alt Miyosen (Burdigaliyen) evresinde çökeli mi olmalıdır. Gedik ve diğ. (13) birimin Mut silifke baseninde kireçtaşı ve killi kireçtaşı düzeylerinden derledikleri planktonik foraminifer, bentik foraminifer, alg, mercan, ekinit, lamellibrans tanıtlarına göre Langiyen - Serravaliyen (Orta Miyosen) evresinde çökeldiğini bildirmişlerdir. Bu yaşlama Mut -

Silifke baseninin Mut ve daha kuzeyindeki kesimlere ait olmalıdır. Zira Miyosen denizi transgresyonu Doğu Akdeniz Türkiye kıyılarına Burdigaliyen'de erişmiştir. Sadece Misis kompleksinde Akitaniyende; Kuzey Kıbrıs'ta ise Oligosen'de erişmiştir. Adana baseninde Karaisalı kireçtaşının yaşı Burdigaliyen – Langhiyendir (6).

Abanoz yayla (Anamur – Mersin) alanından kuzey, kuzeybatı ve kuzeydoğuya doğru yaygın yayımlı bulunan Karaisalı kireçtaşı üzerinde karstik erime ile oluşmuş karstik yüzey şekilleri iyi gelişmiştir. Selcik yarıntıları, lapyta (pürtük, karren) ve çapır arazi (leçe) türü karstik erime şekilleri çalışma alanı ve dolayında fazlaca gelişmemiştir. Bölgede tabandaki mağara tavanının çökmesiyle, oval – daire şeklinde oluşan obruk (çöküntü dolini) gelişimi de söz konusu değildir. Karstik erime ile gelişmiş ve 1/25 000 ölçekli topografik haritada kapalı çanaklar halinde bulunan çukur şekilleri kokurdan olarak gösterilmiştir. Jeomorfolojide humi biçimindeki çanakları ifade etmek üzere dolin = düden = kokurdan genellikle eş anlamlı olarak kullanılmaktadır (22). Çoğunlukla dolin / düden / kokurdanlarda çap derinliğin 3 – 4 katı fazla olabilmektedir ve bunlar oldukça yayvan çanaklardır. Dolin / düden / kokurdanlar tekçe, yan yana sıralı yada girik halde bulunabilirler. 1 km² lik bir alanda 40 – 50 adedi bir arada bulunabilir. Bu çukurluklar katmanlanmanın bir tarafa eğik bulunduğu arazilerde geliştiğinde eğim yamacı az eğik buna karşın eğim tersi yamacı daima çok eğik – dike yakın eğimli bulunabilmektedir. Bazı dolinlerin dibi bir huninin ağzı şeklinde sona ermekte, buradan aşağıya doğru uzanan delik vasıtasıyla da eriyen kar suları ile yağmur suları dibe sızabilmektedir. Bazen dolinlerin tabanında yerli kaya görünebilir, bu kesim aşırı çatlaklıdır. Katmanlanmanın yatay veya az eğimli olduğu kesimlerde dolinin kenarları doğal bir anfi tiyatro manzarası sunabilmektedir.

Bölgede dolinlerin içerisinde uzun süre biriken karın yavaş erimesi bu tip yüzey şekillerinin iyi gelişmesine olanak sağlamaktadır. Kuzeye, Ermenek'e doğru platonun yüksekliği ile birlikte yağın kar miktarı ve dolayısı ile kalınlığı da önemli ölçüde artmaktadır. Çalışma alanı kuzeyinde tekçe dolinler gelişirken çalışma alanı kuzeyinde çok daha büyük ve çok derin dolinler gelişebilmektedir. Bu dolinlerin bir kısmının tabanında kaynaklar, bazılarının tabanında da düden gölü bulunabilmektedir. Çokça yağmur yağın bölgelerde ise dolinlerin gelişmesi ile birlikte kireçtaşı yüzeyinde karstik erime şekillerinin gelişmesi söz konusudur. Burada yağmur suyu yerine yavaş yavaş eriyen asitik kar suyunun eritme etkisi ortaya çıkmaktadır.

Karaisalı formasyonu muhtemelen Burdigaliyen'de güneyden kuzeye dereceli olarak ilerleyen transgresif Miyosen denizinin sığ, çalkantılı ve ılık kesimlerinde ve daha çok Miyosen öncesi topografik yüksekliklerde resif kompleksi olarak gelişim göstermiştir.

4. SONUÇLAR

Mut – Silifke baseninin güneybatısında, 1 800 metrenin üzerinde yüksek bir plato konumunda bulunan Abanoz yayla (Anamur – Mersin) alanında Tersiyer birimleri Paleozoyik – Mesozoyik temel üzerinde aşılal uyunsuzdur. Bölgede Tersiyer istifine ait temel litostatigrafi birimlerini tabandan tavana Gildirli, Kaplankaya formasyonları ile Karaisalı kireçtaşı oluşturur.

Miyosen denizi transgresyonu öncesinde, Oligosen – Erken Miyosen aralığında çökelen ve karasal kırıntılardan oluşan Gildirli formasyonu kırmızı – kirli sarı – bozca

açık kahverenkli, maksimum 50 cm boya erişen çakıllı, çok kötü boylanmış çakıltaşı, çakıllı kumtaşı yapılışıdır.

Miyosen denizi transgresyonunun bölgeye Erken Miyosen'de (Burdigaliyen) erişmesi ile ilgili olarak plaj – sığ deniz ortamında çökelen Kaplankaya formasyonu iri lamellibrans – gastropod kavkılı, kumlu biyomikrit yapılışıdır.

Kaplankaya formasyonu üzerinde uyumlu bulunan, lamellibrans, miliolid, ekinit, mercan vb. kapsayan, resifal nitelikli, Karaisalı kireçtaşı sığ deniz – resif ortamında çökelmiştir. Çalışma alanında Karaisalı kireçtaşı başlıca iri kavkı parçalı amphisteginal biyomikrit, algli pelletli biyomikrit, amphisteginal algli biyomikrit yapılışıdır.

Mut – Silifke baseninin güneybatı kenar zonunu oluşturan çalışma alanında 50 metreyi aşkın kalınlığa sahip olan Karaisalı kireçtaşının kalınlığı kuzeye Ermenek dolayına doğru artmaktadır. Adana Baseni Tersiyer istifi ile uyumlu olarak ayırt edilen bu birimler 1 / 25 000 ölçekte ayrıntılı haritalanmıştır.

5. TEŞEKKÜR

Bu çalışma Ç.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri desteği ile başarılmıştır (MMF.2001.9). Tersiyer istife ait ince kesitlerden gerekli paleontolojik tanımları yapan sayın Prof. Dr. Niyazi AVŞAR'a teşekkür ederim.

6. KAYNAKLAR

1. Yetiş, C., "Çamardı (Niğde) yakın ve uzak dolayının jeoloji incelemesi ve Ecemiş Yarılım Kuşağının Maden Boğazı-Kamışlı arasındaki özellikleri", İ.Ü. Fen Fak. Doktora Tezi, 164 s., İstanbul, 1978.
2. Yetiş, C., "Geology of the Çamardı (Niğde) region and the characteristics of the Ecemiş Fault zone between Maden Boğazı and Kamışlı", Revue de la Faculte des Sciences, B / 43, 41-61, İstanbul, 1978.
3. Balkılıç, H., "Gazipaşa ilçesi (Antalya ili) civarının Jeolojisi", M.T.A. Enst. Jeoloji Dairesi, Rap. No. 217, 53 s. (yayınlanmamış), Ankara, 1982.
4. Ulu, Ü., "Gazipaşa (Antalya ili) bölgesinin Jeolojisi", İ.Ü. Fen Bilimleri Enst., Doktora tezi, 209 s. (yayınlanmamış), İstanbul, 1989.
5. Yetiş, C. ve Demirkol, C., "Adana baseni batı kesiminin detay jeolojik etüdü", MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etüdüleri Dairesi, Rapor (yayınlanmamış), 187 s. Adana, 1986.
6. Yetiş, C., "Reorganization of the Tertiary stratigraphy in the Adana Basin, Southern Turkey", Newsl. Stratigr., 20 (1), 43 – 58, 1988.
7. Yetiş, C., Kelling, G., Gökçen, S., L., Baroz, F., "A revised stratigraphic framework for Later Cenozoic sequences in the north - eastern Mediterranean region", Geol. Rundsch., 84, 794-812, 1995.
8. Blumenthal, M., M., "Niğde ve Adana vilayetleri dahilindeki Torosların jeolojisine umumi bir bakış", M.T.A. Yayını 6 / B, 95 s., Ankara, 1941.
9. Blumenthal, M., M., "Toroslarda yüksek Aladağ silsilesinin coğrafyası, stratigrafisi ve tektoniği hakkında yeni etüdü", M.T.A. Yayını, D/6, Ankara, 1952.
10. Kovenko, V., "Orta Konuş (Anamur) Kurşun – Çinko madenleri hakkında rapor", Rap. No. 1942, Ankara, 1944.

11. Özgül,N., "Torosların bazı temel jeoloji özellikleri", Türkiye Jeoloji Kurumu Bült., 19 / 1, 65 - 78, Ankara, 1976.
12. Özer,B., Duval,B., Courrier,P., Letouzey,I., "Antalya, Mut, Adana Neojen havzaları jeolojisi", Türkiye 2. Petrol Kongresi, 228 - 277, 1974.
13. Gedik,A., Birgili,Ş., Yılmaz,H., Yoldaş,R., "Mut - Ermenek - Silifke yöresinin jeolojisi ve petrol olanakları", Türkiye Jeoloji Kurumu Bült., 22 / 1, 7 - 26, 1979.
14. Schmidth,G.C., "Stratigraphic nomenclature for the Adana region petroleum district", VII. Petroleum Administration Bull., 6, 47 - 63, Ankara, 1961.
15. İlker,S., "Adana baseni kuzey-batısının jeolojisi ve petrol olanakları", T.P.A.O. Arama Grubu, Arşiv no. 973, 63 s. (yayınlanmamış), Ankara, 1975.
16. Yetiş,C. "Kaşpazarı (Anamur - Mersin) dolaylı Karaisalı kireçtaşının sedimanter petrografik özellikleri", Ç.Ü. Araştırma Fonu, MMF.2000.9 no lu proje sonuç raporu (yayınlanmamış), 42 s., Adana, 2001.
17. Bernoulli,D. and Jenkyns,H.,C., "Alpine Mediterranean and Central Atlantic Mesozoic facies in relation to the early evaluation of Tethys", Modern and ancient geocyclinal sedimentation, eds. R. H. Dott and R. H. Shaver, SEPM, Spec. Publ. 191, 129 - 160, Tulsa, Oklahoma, 1974.
18. Sezer,S., "The Miocene stratigraphy of Mut region, Southern Turkey", Birkbeck college, London Univ., PhD thesis (Unpublished), 1970.
19. Gökten,E., "Silifke yöresinin temel kaya birimleri ve Miyosen stratigrafisi", Türkiye Jeoloji kurumu Bült., 19 / 2, 117 - 126, 1976.
20. Koçyiğit,A., "Karaman - Ermenek (Konya) bölgesinde ofiyolitli melanj ve diğer oluşuklar", Türkiye Jeoloji Kurumu Bült., 19 / 2, 103 - 116, 1976.
21. Görür,N., "Karaisalı kireçtaşının (Miyosen) sedimentolojisi", Türkiye Jeoloji kurumu Bült., 22 / 2, 227 - 234, 1979.
22. İzbirak,R., "Sistematik jeomorfoloji", Harita Genel Müdürlüğü yayınları, 327 s., Ankara, 1969.
23. Dickson,J.A.D., "A modified staining technique for carbonates in thin section", Nature, No: 4971, p.587, 1962.

MENEKŞE YÖRESİ KİLLERİNİN CAMIŞ ATIĞI İLE BELİRLİ ORANLARDA KARIŞTIRILARAK TUĞLA OLABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Sabahatdin SAKATOĞLU

Mikromaden A.Ş., Adana

Mesut ANIL

Ç.Ü., Maden Mühendisliği Bölümü, Adana/Türkiye

ÖZET : Bu çalışmada yöremizde kurulu bulunan tuğla fabrikalarının yoğun olarak kullandığı Karaisalı ilçesi Menekşe yöresi killerin, yine yöremizde kurulu bulunan CAMIŞ Madencilik A.Ş. Fabrikasının atıkları ile karıştırılarak tuğla yapılabilirliği araştırılmıştır. Yöremizde kurulu bulunan tuğla fabrikalarının üretmiş oldukları tuğlaların TSE standartlarından çok uzak olması ve yaklaşık % 25'lik üretim sonrası kayıplar ile üretim maliyetinin arttığı gözlenmiştir. Tuğlanın kırılabilirliğinin azaltılması, üretim maliyetinin düşürülmesi ile birlikte yine yöremizde kurulu bulunan CAMIŞ Madencilik A.Ş. atıklarının tuğla yapımında kullanılarak, taşıma, depolama ve saklama maliyetlerinin düşürülmesi ile birlikte önemli bir çevresel sorunu ortadan kaldırmaya yönelik çalışmalar yapılmıştır. Çalışma üç aşamada gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada kullanılan hammaddeyi temsil edecek numuneler alınmıştır. İkinci aşamada kullanılan hammaddenin kimyasal analizleri yapılmıştır. Üçüncü aşamada ise hammadde ile çeşitli oranlardaki atıklarla yapılan tuğlaların TSE 705 Standartlarına uygunluğu araştırılmıştır.

THE INVESTIGATION OF BRICK POSSIBILITY BY MIXING BOTH KARAIŞALI MENEKŞE VILLAGE CLAY AND THE TAILING OF CAMIŞ MINING CO.

ABSTRACT : In this study, the feasibility of Producing brick by using both Karaisalı Menekşe Region clay preferred by brick factories located in our region and Camiş Mining Co. has been throughoutly inspected.

It is easily observed that, the arise in the production cost is on account of two main factors, i.e. approximately 25% lost in the number of the bricks after production and the quality of the bricks produced by the factories founded in our region is not suitable according to TSE standards. In addition to decrease in the cost of production, conveying and storage, some inspections have been accomplish to overcome a very crucial environmental problem.

The study was achieved in three steps. First, the specimens were taken from ore material. Second, the chemical analysis of specimens has been completed. At the final step, some sample bricks were produced by mixing these specimens with various proportions of tailings one by one their suitabilities were analysed by taking into account of TSE standards.

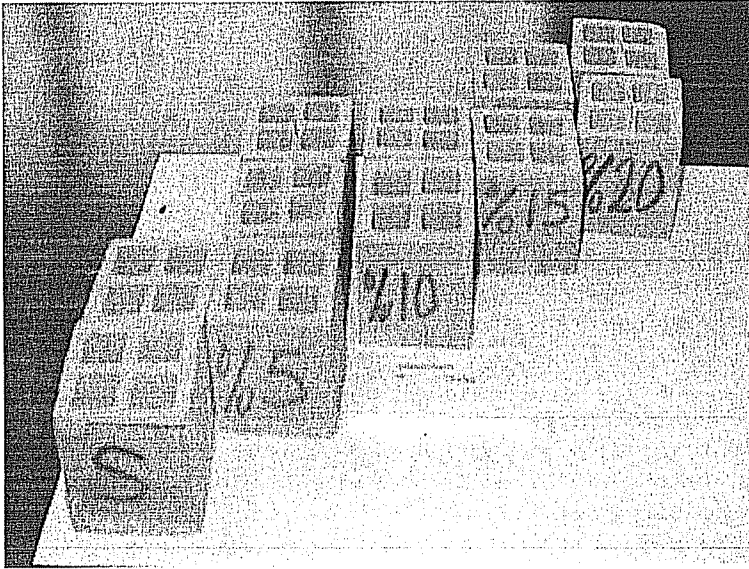
1. GİRİŞ

İnşaat sektörünün hızlı gelişmesi bu sektörün en büyük giderlerinden birisi olan tuğla talebini de aynı hızla arttırmaktadır. Artan talep dolayısıyla yeni hammadde kaynaklarına ihtiyaç doğmaktadır. Camiș Madencilik A.Ş. Mersin işletmesi atık malzemesinin değerlendirilmesi hem tuğla sanayine ek hammadde kaynağı yaratması hem de işletmedeki atık malzemelerin yaratacağı atık depolama maliyeti ve çevresel problemleri en aza indirmesi açısından önemli bir konudur.

Camiș işletmesinde yılda 17.280.000 Ton / yıl civarında atık kil ortaya çıkmaktadır (1). Atık madde, işletmeye her yıl taşıma stoklama maliyeti getirmenin dışında çevresel problemler getirmektedir. Bu atık maddeler yöremizde tuğla fabrikalarında yaygın olarak kullanılan Karaisalı menekşe yöresi killeri ile değişik oranlarda karıştırılarak tuğla olabilirliği araştırılmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

Handere formasyonu, menekşe yöresi Balcalı Kil ocağından üç ayrı numune ve Camiș Madencilik A.Ş. atığından bir numune alınarak, öncelikle her dört numunenin fiziksel özellikleri belirlenmiştir. Sonra %25 hammadde (kil) + %75 atık, %50 hammadde + %50 atık, %75 hammadde + %25 atık oranlarında karışımlarla hazırlanan tuğlalar üzerinde yapılan laboratuvar testleri ile tuğla üzerinde etkin olan parametreler araştırılmıştır. Bu çalışmada, atık miktarı arttıkça, tuğla yapımında istenen parametrelerden uzaklaşıldığı görülmüştür. Bu nedenle TS 705 (Mart, 1985) 'e göre yapılacak deneylerde, Atık oranları %5, %10, %15, %20 , oranlarında tutulmuş olan tuğlalar üretilmiştir (Resim 1).



Resim 1. Standart tuğla ve atık katkılu tuğlalar.

2.1. Deneyler

2.1.1. Birinci Aşama Deneyleri

TSE 705'e göre yapılan birinci aşama deneyleri aşağıda sıralanmıştır (2).

- Likit Limit Tayini (Özdoğru ve ark., 1998' e göre yapılmıştır (3)).
- Plastik Limit Tayini
- Kaba Kireç Tayini
- Toprak reaksiyonun saptanması
- Eriyebilen tuzlar tayini
- Toprak bünyelerinin (tekstürlerinin) saptanması
- Organik madde tayini

2.1.2 İkinci Aşama Deneyleri

TSE 705'e göre yapılan ikinci aşama deneyleri aşağıda sıralanmıştır (2).

- * Hacim Ağırlığı Deneyi
- * Basınç Dayanımı Deneyi
- * Zararlı Maneyzit Ve Kireç Deneyi
- * Dona Dayanıklılık Deneyi

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

3.1. Likit Limit Tayini

Likit Limit, zeminin daha fazla su içeriğinde viskoz bir sıvı gibi davrandığı haldeki su içeriğidir. Menekşe yöresi Balcalı kil ocağından, yörede kurulu bulunan tuğla fabrikalarında kullanılan tuğla hammaddesini temsil edecek şekilde üç numune alınmış, yine yöremizde kurulu bulunan Camiș Madencilik A.Ş. atığından numune alınarak öncelikle her dört numunenin ayrı ayrı Likit limit tayinleri yapılmıştır. Sonra tuğla yapımında kullanılan hammadde ile Camiș Madencilik A.Ş. atığı ağırlıkça % 25 Hammadde + % 75 Camiș Madencilik A.Ş. atığı, % 50 Hammadde + % 50 Camiș Madencilik A.Ş. atığı, % 25 Hammadde + % 75 Camiș Madencilik A.Ş. atığı karıştırılarak 48 Saat bekletildikten sonra likit limit tayinleri yapılmıştır.

Likit limit; Casagrande aletinde, aletin çanak kısmına sıvanmış zemin içinde açılan yarığın, çanağın yaklaşık 1 cm yükseklikten 25 kez düşmesi durumunda yarığın kapanmasına tekabül eden su içeriği olarak tespit edilmiştir.

Alınan numunelerin ve hazırlanan karışımların Casagrande aletinde yapılan deney sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.

3.2. Plastik Limit ve Plastiklik İndeksi

Deneyler için ocaktan alınan numuneler ve Camiș Madencilik A.Ş. atığından alınan numunelerden hazırlanan ağırlıkça belirli oranlarda karıştırılarak hazırlanan numuneler 40 nolu elekten geçirilip, saf su eklenerek homojen bir duruma gelene ve plastik olana kadar karıştırılarak yoğrulmuştur. 3 mm çapında silindirik parçalar elde edilinceye kadar yuvarlatılmıştır. Yuvarlama işlemine silindirin üzerinde çatlama ve kopmalar meydana gelinceye kadar devam edilmiştir. Hazırlanan numunelerin ayrı ayrı su içerikleri hesaplanarak plastik limitleri belirlenmiştir.

Çizelge 1. Yapılan Deney Sonuçlarında Elde Edilen Veriler.

	Olması istenen	Menekşe 1	Menekşe 2	Menekşe 3	Camış atık	%75HM + %25 A	%50 HM + %50A	%25 HM + %75A
Likit Limit	30-50	41.37	34.50	30.40	25.30	25.25	27.25	24.30
Plastiklik indeksi	20-25	10.37	12.50	6.4	4.3	7.25	9.27	7.30
CaCO ₃ oranı %	8-15	36.08	30.99	34.69	3.85	11.87	18.50	26.36
Ec		220	130	110	660	208	160	142
PH	7-8	7.85	8.10	8.09	8.18	7.95	7.87	8.01
Tuz %	1.5	0.17	0.30	0.2	0.40	0.15	0.19	0.22
Kil+silt		98.13	91.40	91.60	93.24			
Kum %	20-30	1.87	8.6	8.4	6.76			
Kil %		50.63	39.96	45.67	44.07			
Silt %		47.5	51.44	45.93	49.17			
Organik madde %	0.7	0.548	0.947	0.602	0.516	0.561	0.606	0.651
Bünye		ATKT-CI	ATK-C	ATKT-CI	OTKT-CI	ATKT-CI	ATKT-CI	ATKT-CI

HM: Ham Madde, A: Atık, ATKT: Az Tuzlu Killi Tın, ATK: Az Tuzlu Kil

Likit limiti ve plastik limiti belirlenen numunelerin plastisite indisi aşağıdaki bağıntı ile hesaplanmış olup bulunan değerler Çizelge 1’de verilmiştir. Bulunan sonuçlara göre çizilen plastiklik İndisi – Likit Limit grafiği Şekil 1’de verilmiştir.

$$PI = LL - PL \quad (1)$$

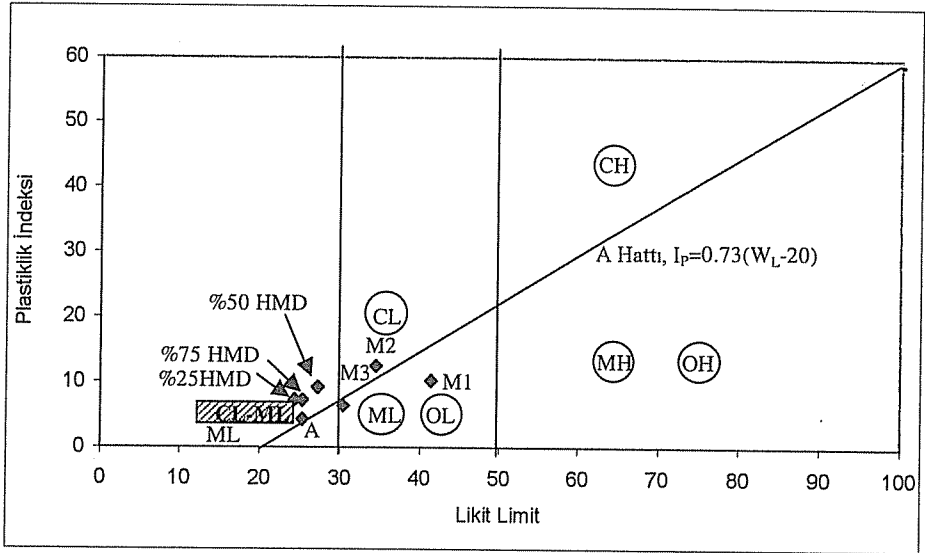
PI : Plastisite indisi

LL : Likit Limit

PL : Plastik Limit

3.3. Kireç Tayini

Yöremiz tuğla fabrikalarında kullanılan hammaddeleri temsil edecek şekilde Menekşe 1, Menekşe 2, Menekşe 3 olarak alınan numuneler ve Camış Madencilik A.Ş: atığından alınan numunelerin öncelikle ayrı ayrı, sonrada tuğla yapımında kullanılan hammaddeyi temsil edecek şekilde hazırlanan malzemeye ağırlıkça % 75, % 50, % 25 oranlarında Camış Madencilik A.Ş. atığı karıştırılarak her numunenin kireç tayinleri, Kalsimetre metodu ile yapılmıştır. Bu metotla çalışıldığı zaman CO₂ hacmi hakiki CO₂ hacmi değildir. Hava basıncının azlığı ve sıcaklığının etkisiyle gazın hacmi artmış veya azalmış olabilir. Okunan değerlerden gerçek CaCO₃ miktarını hesap etmek için CO₂ değerini sıfır derecede ve 760 mm basınca göre karışımın bulunması gerekir. Bu amaçla Boyle Mariotte, Gay- Lukas Formülü kullanılmıştır (4). Hesaplanan Kireç oranları Çizelge 1’de verilmiştir.



L : İnorganik killer (Düşük ila orta plastisitede) çakıllı killer, kumlu killer, siltli killer, yağsız killer

ML: İnorganik silt ve çok ince kumlar, kaya tozu çok az plastik siltli veya killi ince kumlar

OL: Organik siltler ve düşük plastisiteli organik silt-kil karışımları

CH: Yüksek plastisiteli inorganik killer, yağlı killer.

MH: İnorganik siltler, diyatomele veya mikalı ince kumlu veya siltli zeminler, elâstik siltler.

OH: Ortadan yükseğe plastisiteli organik killer.

Şekil 1. Plastiklik Grafiği.

3.4. pH ve Eriyebilir Tuzların Saptanması

Hazırlanan numunelerin pH'sı Elektrometrik yöntemle saptanmıştır. Bu yöntemde pH metre aleti kullanılmıştır. pH metre, prensip olarak bir çözelti veya süspansiyonun içerisine daldırılan iki cam elektrot arasındaki elektrik potansiyeli ölçen bir alettir. Gerekli kalibrasyonları yapılan pH metre, ayarlar yapıldıktan sonra yapılan ölçümlerle pH metre kadranından o numunenin pH direkt olarak okunmuştur.

Hazırlanan numunelerdeki eriyebilir tuzların saptanması Wheatstone Köprüsü ölçü aleti ile yapılmıştır. Bunun için saturasyon çamuru hazırlandıktan ve 1-3 saat dinlendirildikten sonra ölçüm yapılmıştır. Hesaplanan pH ve eriyebilir tuz değerleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. pH ve Eriyebilir Tuz Değerleri.

NUMUNE	SAF SU	EC	pH	SICAKLIK (C°)	TUZ (%)	BÜNYESİ
MENEKŞE 1	61,0	220	7,85	24,6	0,17	Az Tuzlu Killi Tın-CL
MENEKŞE 2	76,3	130	8,10	24,6	0,30	Az Tuzlu Kil-C
MENEKŞE 3	66,8	110	8,09	24,3	0,20	Az Tuzlu Killi Tın-CL
CAMIŞ ATIK	60,1	660	8,18	24,2	0,40	Orta Tuzlu Killi Tın-CL
%25 HMD + %75 ATIK	67,8	208	7,95	24,1	0,15	Az Tuzlu Killi Tın-CL
%50 HMD + %50 ATIK	67,0	160	7,87	24,4	0,19	Az Tuzlu Killi Tın-CL
%75 HMD + %25 ATIK	67,0	142	8,01	24,4	0,22	Az Tuzlu Killi Tın-CL

3.5. Toprak Bünyelerinin (Tekstürlerinin) Saptanması

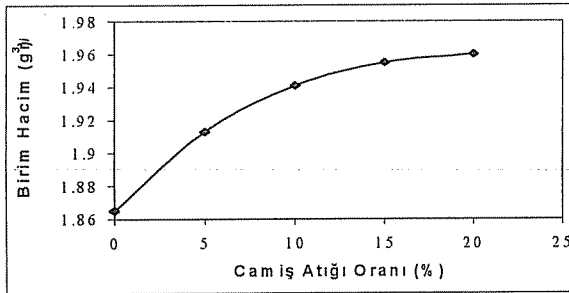
Tuğla yapımında kullanılan hammaddeleri temsil etmek üzere alınan Menekşe 1, Menekşe 2, Menekşe 3 numuneleri ve katkı maddesi olarak kullanılan Camiş Madencilik A.Ş. Atığının bünyeleri, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Laboratuvarında Bouyocus Hidrometresi yöntemi ile saptanmış olup deneylerden elde edilen bulgular aşağıda sıralanmıştır ve hesaplanan kum, kil, silt değerleri Çizelge 1’de verilmiştir.

3.6. Organik Madde Tayini

Hazırlanan numunelerin organik maddelerinin tayini için her bir numuneden ayrı ayrı örnekler alınarak organik madde tayinleri yapılmıştır. Hesaplanan organik madde değerleri Çizelge 1’de verilmiştir.

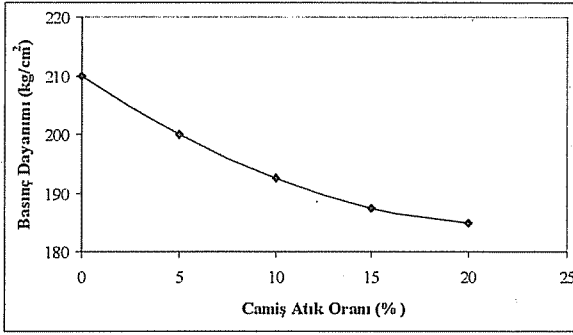
3.7. Hacim Ağırlık Deney Grafiği

Deney sonucunda elde edilen hacim ağırlık ilişkisi Şekil 2’de verilmiştir.

**Şekil 2.** Hacim Ağırlık Grafiği

3.8. Basınç Dayanım Deney Grafiği

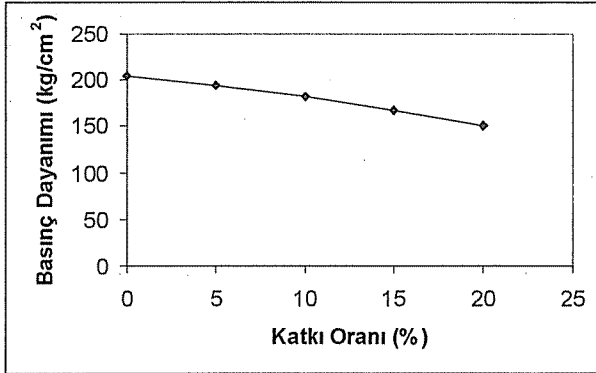
Deney sonucunda elde edilen basınç dayanımı ve atık madde oranı arasındaki ilişki Şekil 3’de verilmiştir.



Şekil 3. Referans ve Camiş atığı katkılu tuğlaların basma dayanım sonuçları

3.9. Dona Dayanıklılık Deneyi Grafiği

Dona dayanıklılık deneyi sonunda yapılan basınç dayanım deneyi sonuçları Şekil 4'de verilmiştir.



Şekil 4. Standart ve atık katkılu tuğlaların donma sonrası basınç dayanımı sonuçlarıdır.

3.10. Tuğla Örneklerinin Petrografik İncelemeleri

Menekşe yöresi killerin %5, %10, %15, %20 oranlarında CAMİŞ Madencilik A.Ş. Atığı ile karıştırılması ile üretilen tuğlalardan ve standart tuğladan petrografik incelemeler için 0,02 mm kalınlığında ince kesitler hazırlanmıştır. Yapılan kesitler, polarizan mikroskop kullanılarak incelenmiş ve kile ilave edilen atık malzemesinin miktarına bağlı olarak pişme sonrası tuğlada oluşan boşluklar belirlenmeye çalışılmıştır. Mikroskopta yapılan incelemeler neticesinde en az boşluk oranı, %5 oranında CAMİŞ Madencilik A.Ş. Atığı katkılu tuğla numunelerinden elde edilmiştir. Bu karışım oranı ile standart numuneden elde edilen tuğla örneklerindeki boşluk oranları birbirine oldukça yakın sonuçlar vermiştir. En fazla boşluk oranı ise, %20 oranında CAMİŞ Madencilik A.Ş. Atığı katkılu tuğla numunelerinden elde edilmiştir. Bu incelemeler neticesinde CAMİŞ Madencilik A.Ş. atığının Menekşe yöresi killerine ilavesi ile tuğla elde etmek, yapılan tuğlanın fizikomekanik özellikleri de göz önüne alındığında en iyi %5 oranında

CAMIŞ Madencilik A.Ş. Atığı ile karıştırılan Menekşe yöresi killlerinden hazırlanmış tuğla numunelerinden elde edilebilmektedir. Oluşan boşluk oranı, kullanılan atık oranına bağlı olarak artmakta ve tuğlanın fizikomekanik özellikleri ise bu artışla ters orantılı olarak azalmaktadır.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yapılan çalışmalara göre bulunan sonuçlar şöyle sıralanabilir,

1.

Likit Limit;

Tuğla yapımında kullanılan hammaddelerde aranan uygun değerler % 30 - % 50 aralığıdır. Numune olarak alınan her üç numunenin bu değerler aralığında olduğu tespit edilmiştir. Camiş madencilik A.Ş. atığında tespit edilen % 25.30 değerinin istenilen değerlere uygun olmadığı tespit edilmiştir. Buna bağlı olarak yapılan karışımlarda da likit limitlerin istenilen değerlerin altında kaldığı tespit edilmiştir (Çizelge 1).

CaCO₃;

Tuğla yapımında kullanılan hammaddelerde aranan uygun değerler % 8 - % 15 aralığıdır. Alınan her üç numunede istenilen parametrelerin çok üzerinde değer taşıdığı tespit edilmiştir. Ancak Camiş Madencilik A.Ş. atığında tespit edilen % 3.85 CaCO₃ oranı ile karışımlarda CaCO₃ oranlarını düşürmede kullanılabilirliği tespit edilmiştir. % 25 , % 50 ; % 75 oranlarında atık katkılı Tuğla hammaddesi, atık karışımlarında istenilen değeri % 75 Tuğla hammaddesi % 25 Camiş Madencilik A.Ş. atığı karşıladığı tespit edilmiştir. Tuğla hammaddesine artan oranlarda Camiş Madencilik A.Ş. atığı karıştırıldıkça istenilen değerlerden uzaklaşıldığı tespit edilmiştir. Bu çalışma ikinci aşama deneylerine ışık tutmuştur (Çizelge 1).

pH;

Tuğla yapımında kullanılan hammaddelerde aranan uygun değer % 8 olup alınan numunelerden Menekşe I numunesinde tespit edilen % 7.85 ile uygun değer içerirken Menekşe I ve Menekşe II hammadde numuneleri ve Camiş Madencilik A.Ş. atığının istenilen değerlerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Tuz;

Tuğla yapımında kullanılan hammaddelerde aranan uygun değer % 1,5 tir. Yapılan Kimyasal analizler neticesinde, her üç hammadde numunesinin ve Camiş Madencilik A.Ş. atığının uygun değerler içerdiği tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Organik Madde;

Tuğla yapımında kullanılan hammaddelerde aranan uygun değer % 0.7'yi geçmemelidir. Organik Madde, hammaddenin plastikliğini etkilerken plastiklik indeksini artırır. Ayrıca tuğlanın pişmesi esnasında 400 °C de yanarak tuğla kalitesini bozarken kırılganlığı artırmaktadır. Kimyasal analizler neticesinde Menekşe 2 numunesinin istenilen parametrelerin üzerinde değerler taşıdığı tespit edilmiştir. Diğer numuneler ise uygun değerler içermektedir.

Kum;

Tuğla yapımında kullanılan hammaddelerde aranan uygun parametreler % 20 - % 30 oranlarında kum içeriğine sahip olmasıdır. Yapılan analizler neticesinde örneklerdeki kum içeriğinin istenilen değerler çok aşağıda olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 1).

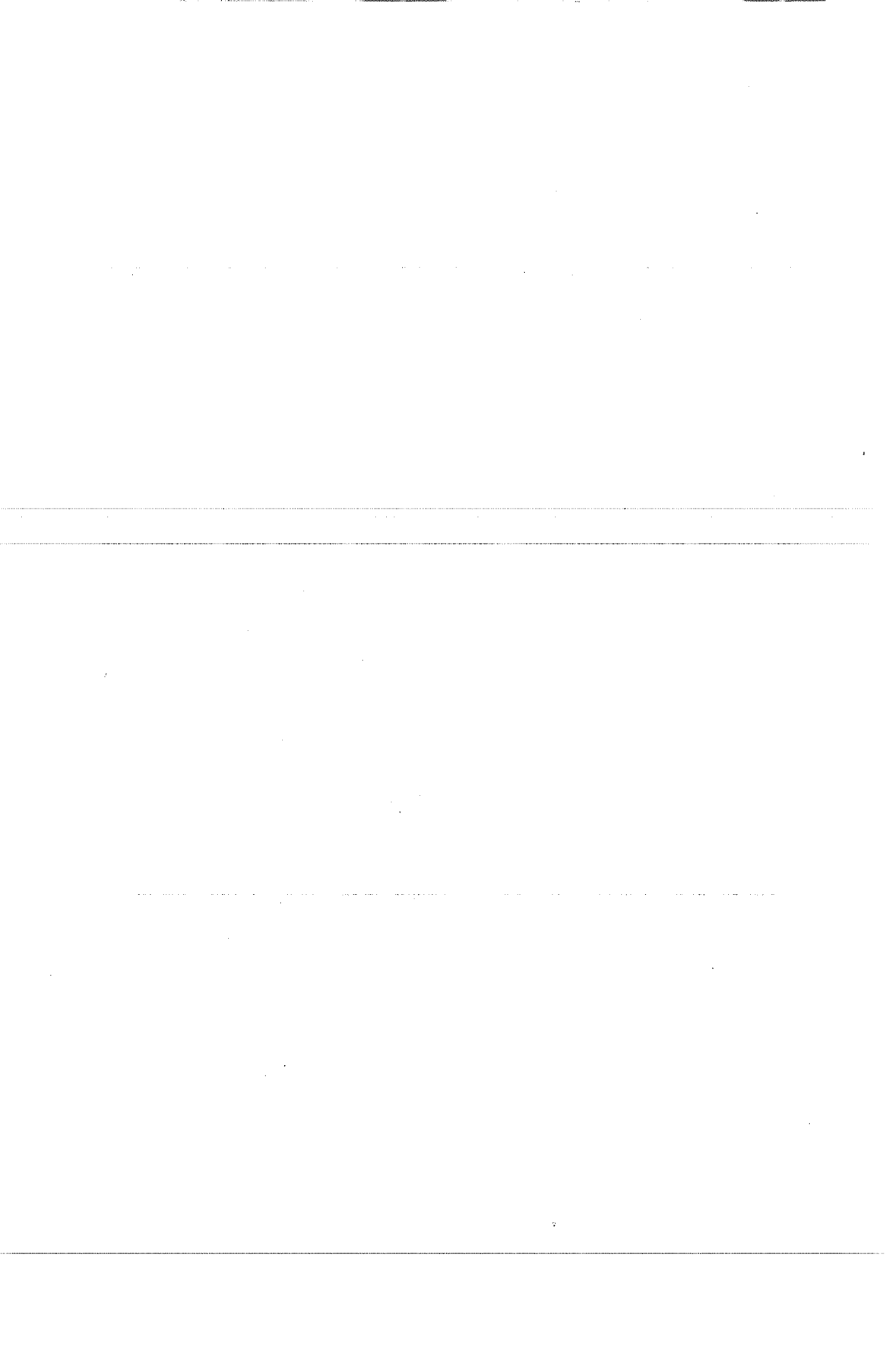
2. İkinci aşama deneylerinde, birinci aşamada yapılan kimyasal deneylerde göz önünde bulundurularak tuğla hammaddesi olarak alınan numunelere ağırlıkça % 5 , % 10, % 15, % 20, oranlarında Camiştir Madencilik A.Ş. atığı ile numuneler hazırlanarak tuğla üretilmiştir. Üretilen tuğlalarda yapılan deneylerden alınan sonuçlar aşağıdaki gibidir.

- Atık katkılı tuğlaların yüzey görünüşleri, şekil ve renk açısından Standart (Tuğla hammaddesinden) bir farkı olmadığı gözlenmiştir.
- Atık katkılı tuğlaların birim hacim ağırlığı Atık miktarı arttıkça arttığı görülmüştür.
- Atık katkılı tuğlaların atık miktarları arttıkça basınç dayanımının azaldığı tespit edilmiştir.
- Atık katkılı tuğlaların Atık miktarı arttıkça kuruma ve pişme esnasında çatlaklarının arttığı tespit edilmiştir.
- Atık katkılı tuğlaların atık miktarı arttıkça dona dayanıklılığı azalmakta, tuğla yüzeyinde pullanmalar ve çatlamlar gözlenmiştir. Dona dayanıklılık basınç deneyinde atık miktarları arttıkça basınç dayanımının azaldığı gözlenmiştir.

Bu sonuçlar değerlendirildiğinde, yöremizde kurulu bulunan tuğla fabrikalarının yaygın olarak kullandığı Karaisalı menekşe yöresi killeri ve Camiştir madencilik A.Ş. atıklarının tuğla yapımına uygun değerler içermediği gözlenmiştir. Buradan hareketle, yöremizde, anılan killerin kullanıldığı fabrikalarda standart dışı tuğlaların üretildiği söylenebilir. Buna rağmen yöremizde kurulu bulunan Camiştir Madencilik A.Ş.'nin atıklarının değerlendirilmesi, Çevre kirliliği yaratmaması ve kurulu firmaya atık depolama ve saklama maliyeti getirmemesi için tuğla hammaddelerine % 5 oranlarında atık karıştırılarak hazırlanacak hammaddelerden tuğla yapılabilirliği tespit edilmiştir.

5. KAYNAKLAR

1. Kılıç, Ö., "Cam Sanayii Atıklarının Elektrokinetik Yöntemlerle Susuzlandırılması", Ç.Ü. Fen Bilimleri Enst. Maden Müh. Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 1998.
2. T.S.E., "T.S.E. 705 Fabrika Tuğlaları – Duvarlar İçin Dolu ve Düşey Delikli", Kasım 1985.
3. Özüdoğru, K., Tan, O., Aksoy, İ.H., "Çözümlü Problemlerle Zemin Mekaniği", Birsen Yayınevi, 160 s., 1988.
4. Kapur ve diğ., **, "Genel Toprak Bilimi Uygulama Notları", Ç.Ü. Ziraat Fak. Toprak Bilimi Bölümü.



SAĞLIKLI/TARSUS BÖLGESİNDEKİ TAŞ OCAKLARINDAN KAYNAKLANAN HAVA KİRLETİCİLERİNİN DAĞILIM MODELLEMESİ*

Mesut ANIL, Suphi URAL ve Özen KILIÇ
Ç.Ü., Maden Mühendisliği Bölümü, Adana/Türkiye

ÖZET : Bu çalışmada Sağlıklı Köyü/Tarsus civarında yer alan taş ocaklarının, çevresindeki hava kalitesi üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla USEPA tarafından geliştirilen "Industrial Source Complex Short Term (ISCST3)" model yazılımı kullanılmıştır. Model girdisi olarak, Altol, Özdemirler ve Ayhanlar taş ocaklarının çevreye yayılan toz konsantrasyonları ile bölgeye ilişkin meteorolojik veriler kullanılmıştır. Model çıktısı olarak PM_{10} emisyonunun tesis çevresindeki 5 km x 5 km'lik alanda oluşuracağı yer seviyesi konsantrasyonları belirlenmiştir.

DISPERSION MODELING OF AIR POLLUTANTS FROM QUARRIES AT SAĞLIKLI/TARSUS VICINITY

ABSTRACT : In this study, Industrial Source Complex Short Term (ISCST3) model developed by USEPA was used in order to determine the effects of Quarries located at Sağlıklı Village/Tarsus on air quality in its vicinity. As model inputs, Altol, Özdemirler and Ayhanlar quarries particle matter emissions and meteorological data of the region were used. As an output of the model, ground level concentration of PM_{10} emissions was estimated for an area of 5 km x 5 km surrounding the quarries.

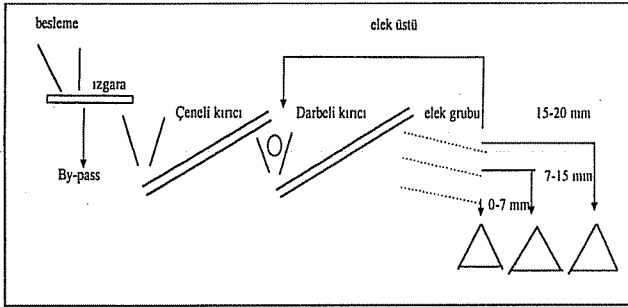
*Bu çalışma Çukurova Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından MMF2002BAP40 nolu proje çerçevesinde desteklenmiştir.

1. GİRİŞ

Maden işletmelerinden kaynaklanan hava kirliliği esas olarak yanlış yer seçimi ve gerekli önlemlerin yeterince alınmamasından kaynaklanmaktadır. Bölgenin topografik durumu ve meteorolojik şartları ile endüstrileşmenin yoğunluğu dikkate alınmadan maden işletmelerinden atmosfere bırakılan kirleticiler bu ortamda dağılarak hava kirliliğine neden olmaktadır. Kirletici kaynakların ve kirliliğin miktarının belirlenmesi, hava kalitesi kontrol çalışmalarının başında gelir. Gerek mevcut durumun saptanması, gerekse yapılması planlanan tesislerin hava kalitesi üzerine mevcut tesislerle birlikte yapacağı etkilerin tahmin edilebilmesi hava kalitesi modelleri kullanılarak yapılabilir. Hava kalite modellemesi ile yerde oluşacak kirletici konsantrasyonları hesaplanarak elde edilen verilerden hareketle kaynaklara getirilecek kısıtlamalar, örneğin bir maden işletmesinin kurulacağı yerin belirlenmesi, emisyon standartlarının ve arıtma sistemlerinin şekillendirilmesi, bir bölge ve kentte emisyon kısıtlamalarının planlanması, acil durum planlarının yapılması gibi hava kirlenmesi kontrolündeki bütün uygulamalara esas teşkil eder.

Bu çalışmada daha çok, Sağlıklı Köyü/Tarsus civarındaki taş ocaklarının tozlanma nedeni ile çevre kirliliği oluşturma potansiyelleri incelenmiştir. Çalışmanın amacı bölgedeki madencilik tesislerinden kaynaklanan hava kirliliği seviyesinin belirlenmesi ile yeni açılacak taş ocakları için hava kirliliği açısından uygun yer seçimine yardımcı olmaktır.

Bölgede bulunan üç işletmeden yılda toplam 164800 m³/yıl kireçtaşı üretilmektedir. Taşocağından delme-patlatma yolu ile üretilen kireçtaşları, ocak kamyonları aracılığı ile kırma ünitesine getirilip burada sınıflandırıldıktan sonra pazarlanmaktadır. Taşocağından konkasör tesisine taşınan kireçtaşları bir bunker ile çeneli kırıcıya beslenmektedir. Kırma-Elemente tesisine ilişkin şema Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Kırma-Elemente tesisinin şematik görünüşü

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

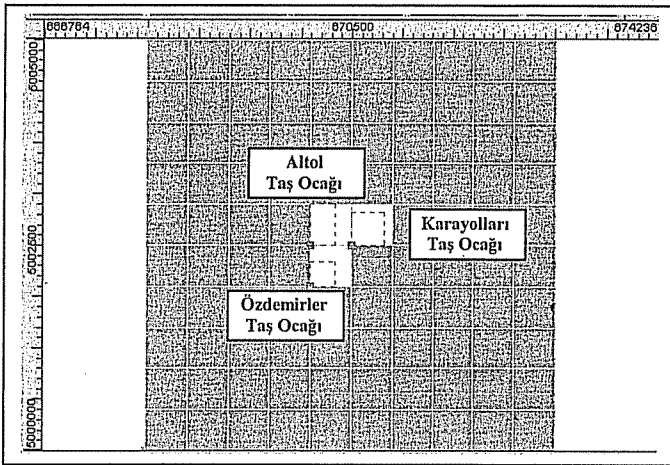
Materyal olarak, Sağlıklı Köyü/Tarsus civarındaki Altol, Özdemirler ve Ayhanlar taş ocaklarının çevreye yayılan toz konsantrasyonları ile bölgeye ilişkin meteorolojik veriler kullanılmıştır. Öncelikle inceleme bölgesi üzerindeki toz emisyon kaynakları ile

inceleme alanları ve ölçme noktaları belirlenerek havada asılı partikül madde ölçümler gerçekleştirilmiştir.

Ortalama gaz molekül büyüklüğü 0,0002 μm çaptan iri olan ve havada bir süre askıda kalabilen katı veya sıvı her türlü madde partikül sınıfına girer. Bu asılı maddelerin çok ince boyutta olan ve havada koloidal süspansiyon oluşturanlarına aerosol denir. Hava ortamında askıda duran partikül halindeki maddeler, iriliklerine ve yoğunluklarına bağlı olarak ancak belirli bir süre için bu hali sürdürebilirler. Bu sürenin sonunda yere çökerek atmosferden uzaklaşırlar. Çökme eğilimleri yüzünden havada yaklaşık 40 mikrondan daha iri partikül maddeye pek rastlanmaz. Sağlık etkileri açısından 10 mikrondan iri aerosollar burundan, 5 mikrondan iri olanlar ise üst solunum yollarından kolayca geçemediğinden, insan sağlığına doğrudan etkileri önemsizdir. Oysa 3 mikrondan ince olan tozlar aynı nedenle sağlık etkileri en büyük olan kirleticilerdir. Özellikle duman, buhar gibi mikron-altı ölçeklerde olabilen aerosollar, solunum yollarından geçerek akciğerlerin keseciklerine kadar girmekte ve olumsuz sağlık etkileri yaratmaktadır (1). 0,01-0,1 boyut aralığındaki partiküller maddeler solunum sisteminde birikebilir, 1-2 μ aralığındaki partiküller, hava kesecikleri ve bronşlarda tutulabilir. Etkilerin ortaya çıkmasında maruz kalma süresinin önemi vardır. Partiküller maddelerin etkisi, esas olarak solunum sistemini tıkamaları, solunum sisteminin kendi kendini temizlemesine engel olmaları şeklinde veya zehirli ve kanserojen yapıda olmalarından kaynaklanmaktadır.

Toz konsantrasyonu ölçümleri izokinetik koşullarda filtrasyonla gravimetrik olarak İngiliz menşeli AFC-123s ölçme cihazı ile Whatman Microfibres G/A, 37 mm çaplı 10 mikrometrelik filtreler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Cihazın ölçümler sırasındaki debisi 2,3 litre/dakika olarak seçilmiş ve rüzgar hızları sayısal anemometre ile ölçülmüştür.

İnceleme bölgesinde kenar uzunluğu 5 km olan kare bir alan oluşturulmuştur. İnceleme alanı olarak bu bölge içerisinde kenar uzunlukları 1000 m x 1000 m olan kare şeklinde alanlar seçilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Emisyon kaynakları inceleme bölgesi ve inceleme alanları

Meteorolojik veriler Adana Meteoroloji Bölge Müdürlüğü İstasyonlarından sağlanmıştır. Meteorolojik veriler; rüzgar esme yönü ve frekansları, ortalama rüzgar hızları (Çizelge 1) ve ortalama sıcaklıklardır (Çizelge 2).

Çizelge 1. Rüzgar ölçüm değerleri (2)

AYLAR	Ortalama Rüzgar Hızı (m/sn)	En Hızlı Rüzgar		Ortalama Fırtınalı Gün Sayısı	Ortalama Kuvvetli Rüzgar Gün Sayısı
		Yönü	Hızı (m/sn)		
Ocak	4,1	SSE	18,3	0,0	0,7
Şubat	4,0	SW	17,0	0,0	0,6
Mart	5,2	SW	16,8	0,0	0,6
Nisan	5,5	SW	18,2	0,0	0,9
Mayıs	5,4	SW	13,4	0,0	0,4
Haziran	5,4	SW	15,0	0,0	0,3
Temmuz	4,4	S	18,2	0,0	0,4
Ağustos	4,8	S	12,0	0,0	0,1
Eylül	4,7	SW	14,6	0,0	0,1
Ekim	4,1	SW	24,4	0,0	0,1
Kasım	3,3	SW	16,0	0,0	0,3
Aralık	2,0	S	24,4	0,1	0,2
Yıllık	4,6	SW	24,4	0,1	4,7
Rasat Süresi (Yıl)	34	34	34	34	34

Çizelge 2. Hava sıcaklığı ölçüm değerleri (2)

AYLAR	En Yüksek Sıcaklık		En Düşük Sıcaklık		Ortalama Sıcaklık (°C)
	°C	Gün Sayısı	°C	Gün Sayısı	
Ocak	22,4	5	-8,5	19	8,9
Şubat	25,0	26	-8,2	12	9,9
Mart	30,3	23	-9,6	5	12,6
Nisan	36,7	16	0,7	4	16,7
Mayıs	39,6	31	4,0	2	20,8
Haziran	40,1	1	12,0	9	24,4
Temmuz	41,1	8	14,0	1	26,7
Ağustos	43,0	26	11,4	12	26,6
Eylül	40,7	12	8,7	26	24,1
Ekim	39,3	7	2,0	23	19,9
Kasım	33,5	1	-6,1	29	14,6
Aralık	37,5	3	-6,2	30	10,4
Yıllık	43,0	26	-9,6	5	18,0
Rasat Süresi (Yıl)	37	37	38	38	38

2.2. Yöntem

Partikül maddelerin dağılım tahmini, USEPA (United States Environmental Protection Agency) tarafından geliştirilen "Industrial Source Complex Short Term (ISCST3)" (4) modeli kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Industrial Source Complex (ISC3) modeli, noktasal ve noktasal olmayan kaynaklardan hava ortamına verilen kirleticilerin, zaman içerisinde değişen gerçek zaman verilerini baz alarak kaynak veya kaynaklar grubu etrafındaki dağılımlarını, yer seviyesindeki (YSK) veya istenilen yükseklikteki konsantrasyonlarını ve yer seviyesindeki çökelmeleri hesaplayan gelişmiş bir bilgisayar modelidir. ISC3 modelinin, ISCST3 (Industrial Source Complex-Short Term) ile ISCLT3 (Industrial Source Complex Long Term) olmak üzere iki versiyonu vardır. ISCST3, 24 saatlik ya da daha kısa zaman periyodundaki YSK değerlerinin, ISCLT3 ise 30 günlük ya da daha uzun zaman periyodundaki ortalama YSK değerlerinin hesaplanmasında kullanılmaktadır.

2.2.1. Tozların Yayılmasının Hesaplanması

Partikül maddelerin katkı değerleri belirlenir. Bu hesaplamalar için partikül büyüklükleri alçalma hızlarına göre sınıflandırılmıştır (Çizelge 3). Emisyonların kütesel debisi, her tane büyüklüğü sınıfı için verilir. Dağılık kaynaklardan hava kirlenmesine katkı değerleri hesaplanırken bunlar nokta kaynak gibi kabul edilirler.

Çizelge 3. Partikül büyüklüklerinin sınıflandırması (3)

Sınıf	Tane Büyüklüğü (μm)	Alçalma Hızı, Vdi (m/sn)
i=1	<5	0,001
i=2	5-10	0,01
i=3	10-50	0,05
i=4	>50	0,1

2.2.2. Havada Asılı Partikül Maddelerin Ölçülmesi

Havada asılı partikül madde konsantrasyonunun ölçülmesinde çeşitli yöntemler bulunmakla birlikte, üç ana yöntem kullanılmaktadır.

a) Filtre sisteminde kütle konsantrasyonu yönteminde; hava örneği bir pompa yardımıyla sabit debide alınarak darası alınmış bir filtre sisteminden geçirilmekte, daha sonra tartımla havada asılı partikül madde konsantrasyonu hesaplanmaktadır.

b) Havada asılı partikül madde konsantrasyonunun ölçülmesinde kullanılan radyoaktif bir yöntem de, filtre sistemli beta ışınları kırınımı yöntemidir.

c) Optik yöntemlerin içinde en yaygın olarak kullanılanı, ışığın saçılması (Light Scattering) yöntemidir. Bu yöntemde bir pompa ile sabit debide alınan hava örneği, bir ışık demetinden geçirilir. Hava örneği içindeki partiküller tarafından saçılan ışık, bir foto çoğullayıcı tüp (Photo Multiplier Tube) ve buna bağlı elektronik düzeneklerle ölçümlenir. Saçılan ışık miktarı partikül miktarı ile orantılı ve hava debisi de sabit olduğundan, havada asılı partikül madde konsantrasyonu, doğrudan doğruya saçılan ışık miktarından optik elektronik yöntemle tespit edilmiş olur.

Bu çalışmada, havada asılı partikül madde konsantrasyonunun ölçülmesinde “filtre sisteminde kütle konsantrasyonu yöntemi” kullanılmıştır. Ölçümler izokinetik koşullarda, filtrasyonla, İngiliz menşeli AFC-123s ölçme cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Filtrelerin gözenek açıklığı 10 µm olarak seçilmiştir. Tesisin kapladığı alan tesis yerleşim planı üzerinde hesaplanmış ve inceleme bölgesi belirlenerek topografik harita üzerine yerleştirilmiştir. Daha sonra bu inceleme bölgesi üzerinde inceleme alanları ve ölçüm noktaları belirlenerek 22 Ağustos 2002 tarihinde ölçümler yapılmıştır. Yapılan ölçümlerde elde edilen sonuçlardan Uzun Vadeli Değer (UVD) ve Kısa Vadeli Değer (KVD) hesaplanmış, bu değerler UVS, KVS ve %60 UVS ile karşılaştırılmıştır.

Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği (H.K.K.Y.) esaslarına göre toz ölçümü ile ilgili olarak bu raporda kullanılan terimler ve kavramlar aşağıda kısaca açıklanmıştır.

Havada Asılı Partikül Madde: H.K.K.Y. Madde-6.1 gereğince çevre havasında asılı kalan 10 µ ve daha küçük boyutlardaki partikül madde konsantrasyonudur (µg/m³).

İnceleme Bölgesi: H.K.K.Y. Ek-2.2.2 gereğince tesisin merkezi merkez olmak üzere belirlenen, hava kalitesi ölçülecek bölgedir.

İnceleme Alanı: H.K.K.Y. Ek-2.2.3 gereğince inceleme bölgesi içindeki alanlardır.

Ölçüm Noktası: H.K.K.Y. Ek-2.2.6.3 gereğince her bir inceleme alanının, o alanı temsil eden yaklaşık orta noktasıdır.

Ölçüm Yüksekliği: H.K.K.Y. Ek-2.2.4 gereğince yerden 1,5-4 metre düşey, bina, duvar gibi dikey yüzeylerden en az 1,5 metre yatay mesafe bırakılarak ölçüm yapılır.

Ölçüm Süresi: H.K.K.Y. Ek-2.2.8 gereğince örnek alma süresi yarım saattir. İnceleme bölgesinde birbirine yakın sonuçlar alınıyorsa, bu süre on dakikaya kadar indirilebilir.

Uzun Vadeli Değer (UVD): H.K.K.Y. Ek-2.3.3.a gereğince, inceleme bölgesinde bir ölçüm programı boyunca elde edilen tüm ölçüm sonuçlarının aritmetik ortalamasıdır (µg/m³).

Uzun Vadeli Sınır Değer (UVS): H.K.K.Y. Madde-6.1.A gereğince UVD'nin aşmaması gereken sınır değerdir ve 150 µg/m³ tür.

Kısa Vadeli Değer (KVD): H.K.K.Y. Ek-2.3.3.b gereğince, inceleme bölgesinde bir ölçüm programı boyunca elde edilen tüm ölçüm sonuçlarından %5'inin üzerinde kaldığı değerdir ve aşağıdaki formülle yaklaşık olarak hesaplanır.

$$KVD = UVD + 1,64 \sqrt{2 \sum (UVD - x)^2 / (2z - 1)} \quad (1)$$

x= Bir ölçüm sonucu

z= Toplam ölçüm sayısı

Kısa Vadeli Sınır Değer (KVS): H.K.K.Y. Madde-6.1B gereğince KVD'nin aşmaması gereken sınır değerdir ve 300 µg/m³ tür.

Sürekli Ölçüm Sınırı: H.K.K.Y. Ek-2.2.1 gereğince UVD UVS'nin %60'ını, yani 90 µg/m³ sınır değeri aşmıyorsa, söz konusu inceleme bölgesinde sürekli ölçümlere gerek görülmez.

2.2.4. ISC3 Modelinin Seçenekleri

ISC3 modeli temelde Input Dosyası (Input Runstream File) ve Meteoroloji Dosyası (Meteorological Data File) olmak üzere iki tip giriş dosyasına ihtiyaç duyar. Input

dosyasında ISC3 modelinin kontrol seçenekleri, kaynak veya birden çok kaynağın özelliklerinin yer aldığı kaynak seçenekleri, dağılımın olduğu alanın topografik özelliklerini yansıtan alıcı ortam seçenekleri, yine alıcı ortamın meteorolojik özelliklerini yansıtan meteoroloji seçenekleri ve son olarak model sonuçlarının tanımlandığı çıktı seçenekleri yer alır. Meteoroloji dosyası PCRAMMET yazılımı kullanılarak hazırlanmıştır (5).

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

Taş ocakları Sağlıklı Köyünün kuzeyinde deniz seviyesinden 250 m yükseklikte ve 480 m rakımlı Kelleligöl tepesinin eteklerinde kurulmuştur. Bölgedeki taş ocaklarının her birinde emisyon kaynağı olarak birer adet delici makine ve kırma-eleme tesisi bulunmaktadır. Emisyon kaynaklarına ilişkin açıklamalar ile toz konsantrasyonları ve emisyon debileri Çizelge 4’de verilmiştir.

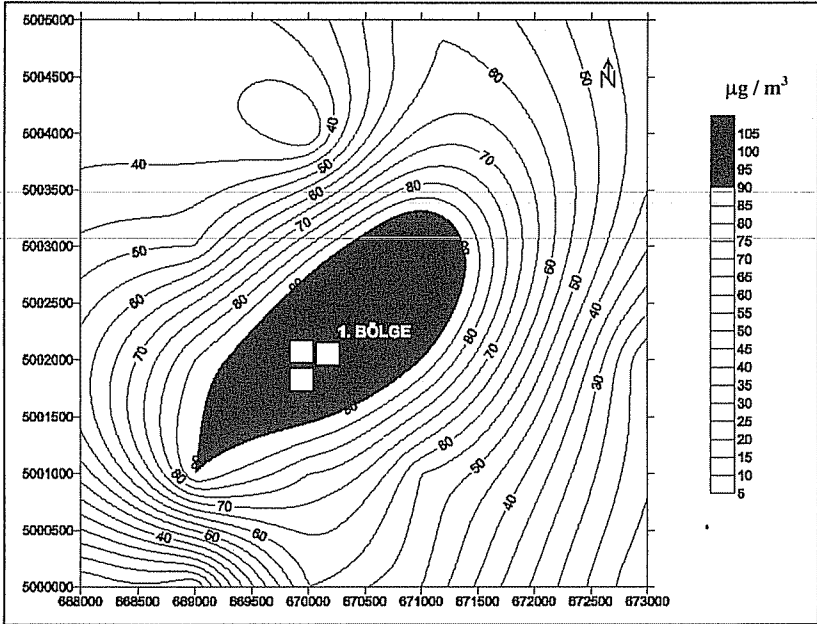
Çizelge 4. Bölgedeki emisyon kaynaklarına ilişkin toz konsantrasyonları ve emisyon debileri

Emisyon Kaynağı No	Emisyon Kaynağının Adı	Toz		
		Konsantrasyon (mg/m ³)	Debi	
			kg/sa	g/s
1	Özdemirler Taş Ocağı Delik Delme Mak.	12	0,1	0,03
2	Özdemirler Taş Ocağı Kırma –Eleme Tesisi	40	0,5	0,14
3	Altol Taş Ocağı Delik Delme Mak.	8	0,3	0,09
4	Altol Taş Ocağı Kırma –Eleme Tesisi	38	0,4	0,11
5	Karayolları Taş Ocağı Delik Delme Mak.	13	0,3	0,09
6	Karayolları Taş Ocağı Kırma –Eleme Tesisi	42	0,8	0,23

Tesisteki emisyon kaynaklarındaki toz konsantrasyonları; Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği (H.K.K.Y.) Ek-3’te sınıflandırılan özel toz emisyonları kapsamında olmadığından ve atılan toz emisyonu 3 kg/saat değerinden küçük olduğundan, 300 mg/m³ sınır değerini aşmamalıdır. Tesislerdeki emisyon kaynaklarının atık gazlarındaki toz konsantrasyonlarından hiç birisi sınır değeri aşmamakta olup, ilgili yönetmelikteki şartları sağlamaktadır.

H.K.K.Y. EK-2.1.1 gereğince; tesisin tümünden atmosfere atılan toplam toz emisyonu 15 kg/saat sınır değerlerini aşmamalıdır. Tesislerdeki her birinden atmosfere atılan toz emisyonları sınır değerin altında kalmakta olup, ilgili yönetmelikteki şartları sağlamaktadır. Savurma yapılmadan boşaltma ve doldurma yapılmalıdır, stokların üst kısımları %10 nemde muhafaza edilmelidir. Arazide rüzgarı kesici toprak yığınları yapılmalı, rüzgar kesici bitkiler dikilmeli, rüzgar koruyucuları yapılmalıdır. Konveyörler ve diğer taşıyıcıların üzerleri kapatılmalıdır. Bölgede rüzgar hızının zaman zaman 70-80 km/saat değerlerine ulaştığı dikkate alınarak, orta vadede tesis çevresinde rüzgarı kesici toprak yığınları yapılmalı, rüzgar kesici bitkiler dikilmeli, rüzgar koruyucuları yapılmalıdır.

Altol, Özdemirler ve Karayolları taş ocaklarından kaynaklanan tozlar nedeni ile oluşabilecek hava kirliliğini modelleme çalışmasında Çizelge 4'teki veriler kullanılmıştır. Modelleme çalışmalarının sonucu Şekil 3' de verilmiştir. Hakim rüzgar yönü ile bölgenin topografyasını dikkate alınarak yapılan modele göre yaklaşık 2708878 m²'lik 1. alanda PM₁₀ emisyonunun yer seviyesinde oluşturacağı Uzun Vadeli Değeri (UVD), Sürekli Ölçüm Sınırı olan 90 µg/m³ değerinden yüksektir. Tahmin edilen en yüksek PM₁₀ değeri 108 µg/m³ olup taş ocağı alanının içine düşmektedir ve bu değer Uzun Vadeli Sınır Değeri (UVD) olan 150 µg/m³ değerinden düşüktür.



Şekil 3. Taş ocaklarından kaynaklanan PM₁₀ kirliliğinin dağılımı modellemesi

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Model sonuçlarına göre, alıcı ortam olarak belirlenen 25 km² genişliğindeki alanda, oluşacak en yüksek PM₁₀ yer seviyesi konsantrasyonu 108 µg/m³ olup taş ocağı alanının içine düşmektedir ve bu değer Uzun Vadeli Sınır Değeri (UVD) olan 150 µg/m³ değerinden düşüktür. Ancak bu değer, Sürekli Ölçüm Sınırı olan 90 µg/m³ değerinden yüksek olduğundan, H.K.K.Y. Ek-2.2.1 gereğince, taş ocaklarında sürekli toz ölçümleri yapılmalıdır.

Taş ocakları civarında PM₁₀ yer seviyesi konsantrasyonu 90 µg/m³ değerinin üzerinde olduğundan, 2708878 m²'lik bu alanda yeni bir taş ocağı açılmasına, izin verilmemelidir.

H.K.K.Y. EK-2.1.1 gereğince; tesisin tümünden atmosfere atılan toplam toz emisyonu 15 kg/saat sınır değerlerini aşmamalıdır. Tesisin tümünden atmosfere atılan

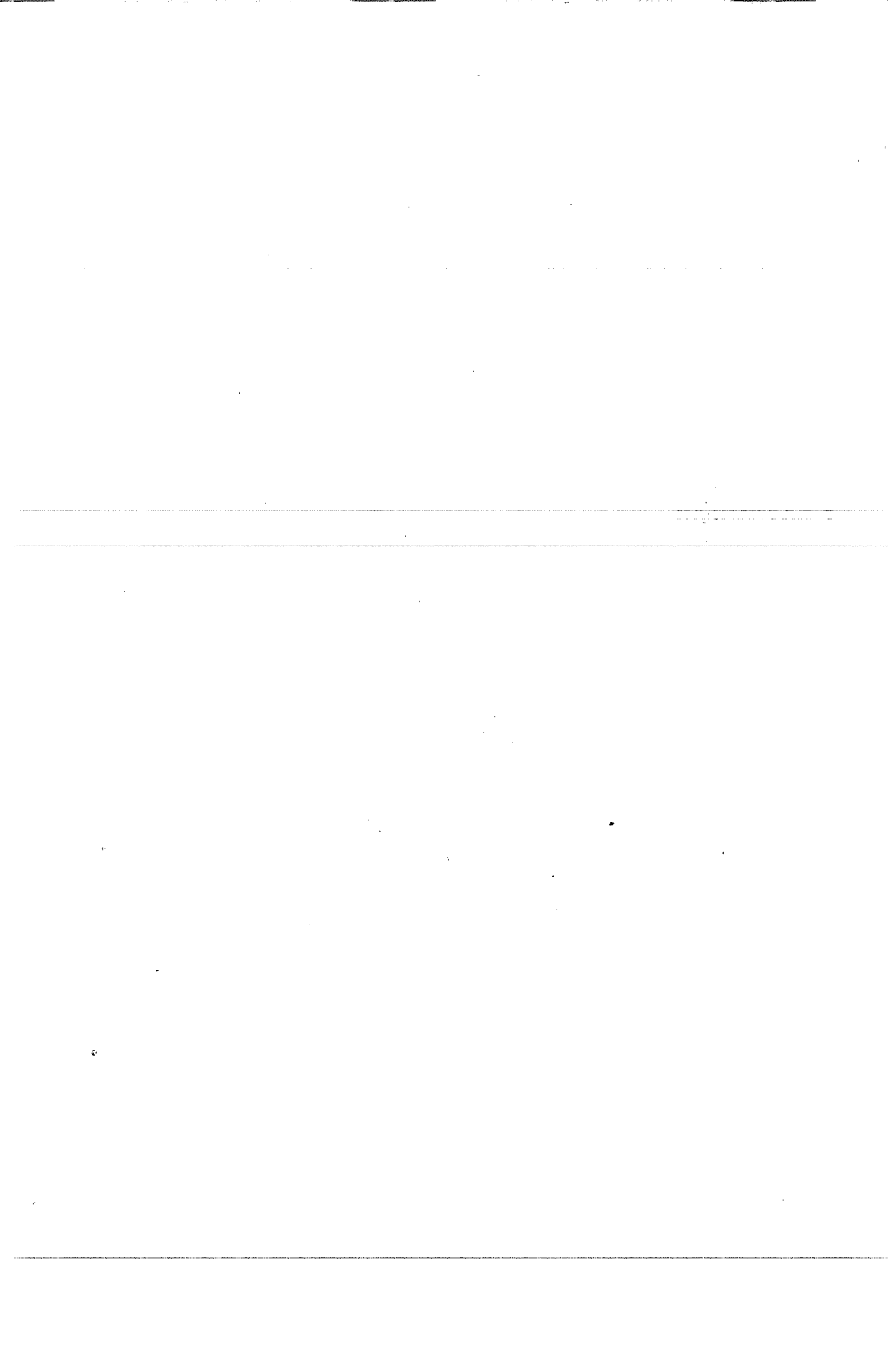
toz emisyonları sınır değerin altında kalmakta olup, ilgili yönetmelikteki şartları sağlamaktadır.

Savurma yapılmadan boşaltma ve doldurma yapılmalıdır, stokların üst kısımları %10 nemde muhafaza edilmelidir. Arazide rüzgarı kesici toprak yığınları yapılmalı, rüzgar kesici bitkiler dikilmeli, rüzgar koruyucuları yapılmalıdır. Konveyörler ve diğer taşıyıcıların üzerleri kapatılmalıdır. Tesiste doldurma ve boşaltma işlemleri sırasında savurma yapılmamaktadır. Bölgede rüzgar hızının zaman zaman 70-80 km/saat değerlerine ulaştığı dikkate alınarak, orta vadede tesis çevresinde rüzgarı kesici toprak yığınları yapılmalı, rüzgar kesici bitkiler dikilmeli, rüzgar koruyucuları yapılmalıdır.

Tesisteki emisyon kaynaklarındaki toz konsantrasyonları; H.K.K.Y. Ek-3'te sınıflandırılan özel toz emisyonları kapsamında olmadığından ve atılan toz emisyonu 3 kg/saat değerinden küçük olduğundan, 300 mg/m³ sınır değerini aşmamalıdır. Tesisteki emisyon kaynaklarının atık gazlarındaki toz konsantrasyonlarından hiç birisi sınır değeri aşmamakta olup, ilgili yönetmelikteki şartları sağlamaktadır.

5. KAYNAKLAR

1. Peavy, H S., "Environmental Engineering", McGraw-Hill, 696s, USA, 1985.
2. Devlet Meteoroloji İşleri Bölge Müdürlüğü, "Adana ili meteorolojik verileri", Adana, 1998.
3. T.C. Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü, "Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği", 1986.
4. US Environmental Protection Agency, "Users Guide for the Industrial Source Complex (ISC3) Dispersion Models Volume I-User Instructions", Office of Air Quality Planning and Standards Emissions, USA, 1995.
5. US Environmental Protection Agency, "PCRAMMET Users Guide", Office of Air Quality Planning and Standards Emissions, USA, 1995.



AFŞİN-ELBİSTAN (B) LİNYİT SAHASINDAKİ ÖRTÜ TABAKALARININ KAZILABİLİRLİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ*

Suphi URAL

Ç.Ü., Maden Mühendisliği Bölümü, Adana/Türkiye

ÖZET : Bu çalışmada, kömür açık işletmeciliğinde önceden belirlenmesi çok güç olan kazılabilirlik konusu işlenmektedir. Kazılabilirliği etkileyen parametreler tanıtıldıktan sonra, bunların kazı çalışmaları öncesi, planlama aşamasında, belirlemek üzere yararlanılan teknikler anlatılmıştır. Daha sonra Afşin-Elbistan (B) kömür sahasından alınan zemin ve kaya örnekleri değişik kazılabilirlik sınıflandırmalarına göre değerlendirilmiş ve sahadaki örtü tabakasını oluşturan katmanlar sınıflandırılmıştır.

INVESTIGATION OF THE DIGGABILITY PROPERTIES OF OVERBURDEN LAYERS IN AFŞİN-ELBİSTAN (B) COAL FIELD

ABSTRACT : This paper considers assessment of diggability that is very difficult to predict in surface coal mining. After the definition of the factors affecting diggability, it then reviews the method that can be used during pre-planning stage. Then, the soil and rock samples obtained from Afşin-Elbistan (B) coalfield is classified according to various diggability classification systems.

* Bu çalışma Çukurova Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından MMF2002BAP33 nolu proje çerçevesinde desteklenmiştir.

1. GİRİŞ

Maden makinelerinden yüksek performans sağlanabilmesi için en öncelikli koşul, bu makinelerin, kazısı yapılacak zeminlere uygun olarak seçilmesidir. Bu da ancak materyallerin kazılabilirlik özelliklerinin doğru olarak belirlenmesi ile sağlanabilir. Bu aşamada yapılabilecek yanlışlıklar kazıcı makinelerde uzun süreli duruşlara ve pahalı modifikasyonlara neden olmaktadır. Diğer yandan kömür çevre kayaçlarını oluşturan birim kayaç ünitelerinin fiziksel ve mekanik özelliklerinin düşey ve yatay yönlerde farklılaşma göstermesi kazılabilirliğin belirlenmesini güçleştirmektedir. Bu üç boyutlu karmaşık durum tortul kayaçların oluşum, ayrışma ve kayaç kütlelerinin kırılma, yataklanma ve faylanma sonucu oluşan yapısal süreksizlikler içermesinden kaynaklanmaktadır.

Halen, Kahramanmaraş İli'ne bağlı Elbistan İlçesi sınırları içerisinde Türkiye Elektrik Üretim İletim A.Ş. tarafından bölgedeki linyit yataklarını değerlendirmek amacı ile 1200 Mw gücünde bir termik santral kurulmaktadır. Kömür üretimi, üretim başladıktan sonra açık işletme yöntemi ile gerçekleştirilecektir. İlk hesaplamalara göre açık işletmeden yılda 55 milyon m³ örtü kazı ve 20 milyon ton linyit üretilecektir. Bu çalışmanın amacı, kazılabilirlik yöntemlerini Afşin-Elbistan (B) kömür sahasında bulunan örtü tabakalarına uygulayarak, bunları kazılabilirlik özelliklerine göre sınıflandırmak ve açık maden işletmesi için uygun olabilecek makine parkı seçimine yardımcı olmaktır.

Kazılabilirliği etkileyen parametreler genel olarak kayacın fiziksel ve yapısal özelliklerinin bir fonksiyonu olmaktadır. Bunlar; (i) kazı direnci yönünden kayacın dayanım özellikleri, (ii) kayaç kütleindeki katmanlaşma düzlemleri ve çatlak türündeki süreksizliklerin konum ve dağılım aralıkları (dolayısıyla kayaç kütlelerini oluşturan blokların şekil ve boyutları), (iii) kayacı oluşturan minerallerin aşındırıcı özellikleri, (iv) kayaç nem içeriği ve dolayısıyla kazıcıya yapışma özelliği.

Franklin ve arkadaşları (1) mühendislik uygulamaları bakımından en önemli jeoteknik özelliklerin kayaç malzemesinin mekanik dayanımı (nokta yükleme indeksi veya tek eksenli basma dayanımı) ile süreksizlik aralığı olduğunu kabul ederek, bu iki parametre yardımıyla iki boyutlu bir sınıflandırma sistemi önermişlerdir. Abdullatif ve Cruden (2), tünelcilik tasarımlarında kullanılmak üzere geliştirilen Bieniawski'nin Jeomekanik Sınıflama Sistemi (RMR) ile Barton ve arkadaşlarının Kayaç Kütleli Niteliği (Q) sisteminin açık işletmecilik örtü kazı faaliyetlerine uygulanabilirliklerini araştırmıştır. Weaver (3) ve Bieniawski (4) RMR sisteminde kullanılan jeoteknik parametreleri ve sismik hızı kullanarak bir sökülebilirlik sınıflandırma sistemi önermiştir. Müftüoğlu ve Scoble (5) tarafından geliştirilen Kazılabilirlik Puanlama Sistemi kayacın mekanik dayanımı, ayrışma derecesi, çatlaklar arası mesafe ve katmanlaşma kalınlığı parametrelerini esas almaktadır. Toplam puanlaması 110'dan büyük olan formasyonlar için delme-patlatma yöntemi ile gevşetme, daha alt sınıflar için ise toplam kazılabilirlik puanlarına bağlı olarak değişik türlerde kazı araçları önerilmektedir. Ünal ve Tutçu (6) sağlam kaya numunelerini süreksizlik aralığı, tek eksenli basma dayanımı, kohezyonu ve içsel sürtünme açalarına göre değerlendirerek bir kazılabilirlik sınıflandırması yapmışlardır. Yukarıda belirtilen parametrelerden her birinin önem ve etkisinin kazıcı aracına göre değişeceği şüphesizdir.

2. İNCELEME SAHASINDAKİ KAYA VE ZEMİN BİRİMLERİNİN MÜHENDİSLİK ÖZELLİKLERİ

Örtü tabakasını oluşturan katmanlardan Silt, Kil ve Gıdya, zemin özelliği gösterirken, Kalker ve Kumtaşı kaya özelliğine sahiptir. Bölgede yürütülen saha çalışması sırasında bu katmanlardan örselenmemiş örnekler alınmıştır. Numunelerin ortalama boyutları 25 cmx25 cmx15 cm'dir. Makaslama dayanımı deneyleri Afşin-Elbistan Linyitleri İşletme Müdürlüğü zemin mekaniği laboratuvarında yapılmıştır.

Silt, kil ve kömür katmanlarına ilişkin mühendislik özellikleri, alınan blok ve karot numuneler üzerinde yapılan laboratuvar testleri ile saptanmıştır. Zemin mekaniği laboratuvar testleri ile, silt, kil ve kömür numunelerinin mühendislik sınıflandırmasının yapılabilmesi ve bazı mühendislik özellikleri hakkında bilgi elde edilebilmesi için ihtiyaç duyulan parametreler belirlenmiştir. Bu amaçla zeminlerin doğal nem içerikleri, kıvamlilik limitleri ve indeks özellikleri uluslararası standartların öngördüğü test yöntemleri uygulanarak belirlenmiş ve deney sonuçları Çizelge 1'de, makaslama dayanım değerleri ise Çizelge 2' de görülmektedir.

Çizelge 1. Numunelerin doğal nem içerikleri, kıvamlilik limitleri

Örnek No	Nem İçeriği (%)	Likit Limit (%)	Plastik Limit (%)	Plastisite İndisi (%)	Likitlik İndisi	Zemin Tanımı	Zemin Gurubu
S1	33	54	20	34	0,38	Silt	CH
S2	29	48	25	23	0,17	Silt	CL
S3	35	56	25	31	0,32	Silt	CH
S4	30	53	21	32	0,28	Silt	CH
K1	26	78	24	54	0,04	Kil	CH
K2	35	70	33	37	0,05	Kil	CH
K3	37	80	29	51	0,16	Kil	CH
K4	36	66	32	34	0,12	Kil	CH
K5	27	39	21	18	0,33	Kil	CL
K6	27	40	19	21	0,38	Kil	CL
G1	48	45	30	15	1,2	Gıdya	ML
G2	58	58	40	18	1,0	Gıdya	MH

Çizelge 2. Numunelerin makaslama dayanımları

	Kohezyon (Kpa)	İçsel Sürtünme Açısı (°)	Birim Hacim Ağırlığı (gr/cm ³)
Silt	54,2	25,4	1,63
Kil	94,6	14,5	1,81
Gıdya	13,2	38,0	17,7
Kömür	210,3	30,3	1,11

Kömür havzasından alınan örneklerin diğer fiziksel ve jeomekanik özellikleri ile kazılabilirlik puanları ve sınıfları ise Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Örneklerin diğer fiziksel ve jeomekanik özellikleri ile kazılabilirlik puanları ve sınıfları

	Silt	Kalker	Kumtaşı	Kil	Gıdya	Kömür
Basma dayanımı (MPa)	<1	11,7	23,4	<1	<1	<1
Nokta Yük Dayanımı $I_{s(50)}$ (MPa)	<0,05	0,55	11,2	<0,05	<0,05	<0,05
Süreksizlikler arası mesafe (m)	10	5	10	10	5	3
Blok boyutu (çatlak/m ³)	20	20	20	10	20	30
Ayrışma derecesi	Bütünüyle	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Yüksek
Relatif zemin yapısı	Çok uygun	Uygun	Hafif uygun	Uygun	Uygun	Uygun
Kohezyon (KPa)	54,2	-	-	94,6	13,2	210,3
İçsel sürtünme açısı (°)	25,4	-	-	14,5	38,0	30,3
Zemin sınıfı	CH-CL			CH-CL	MH-ML	-
Franklin'e göre kazılabilirlik sınıfı	Doğrudan Kazı	Patlatma	Patlatma	Doğrudan Kazı	Doğrudan Kazı	Doğrudan Kazı
Müftüoğlu'na göre kazılabilirlik sınıfı	Çok kolay kazı	Biraz zor kazı	Zor Kazı	Çok kolay	Çok kolay	Çok kolay kazı
Scoble'e göre kazılabilirlik sınıfı	Çok kolay kazı	Kolay kazı	Patlatma	Çok kolay	Çok kolay	Çok kolay kazı
Ünal'a göre kazılabilirlik sınıfı	Doğrudan Kazı	Patlatma	Patlatma	Doğrudan Kazı	Doğrudan Kazı	Doğrudan Kazı

3. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Havzadaki örtü tabakasını oluşturan katmanlardan yukarıdan aşağıya doğru sırasıyla Silt, Kalker, Kumtaşı, Kil, ve Gıdya olup en altta da linyit kömürü katmanı bulunmaktadır.

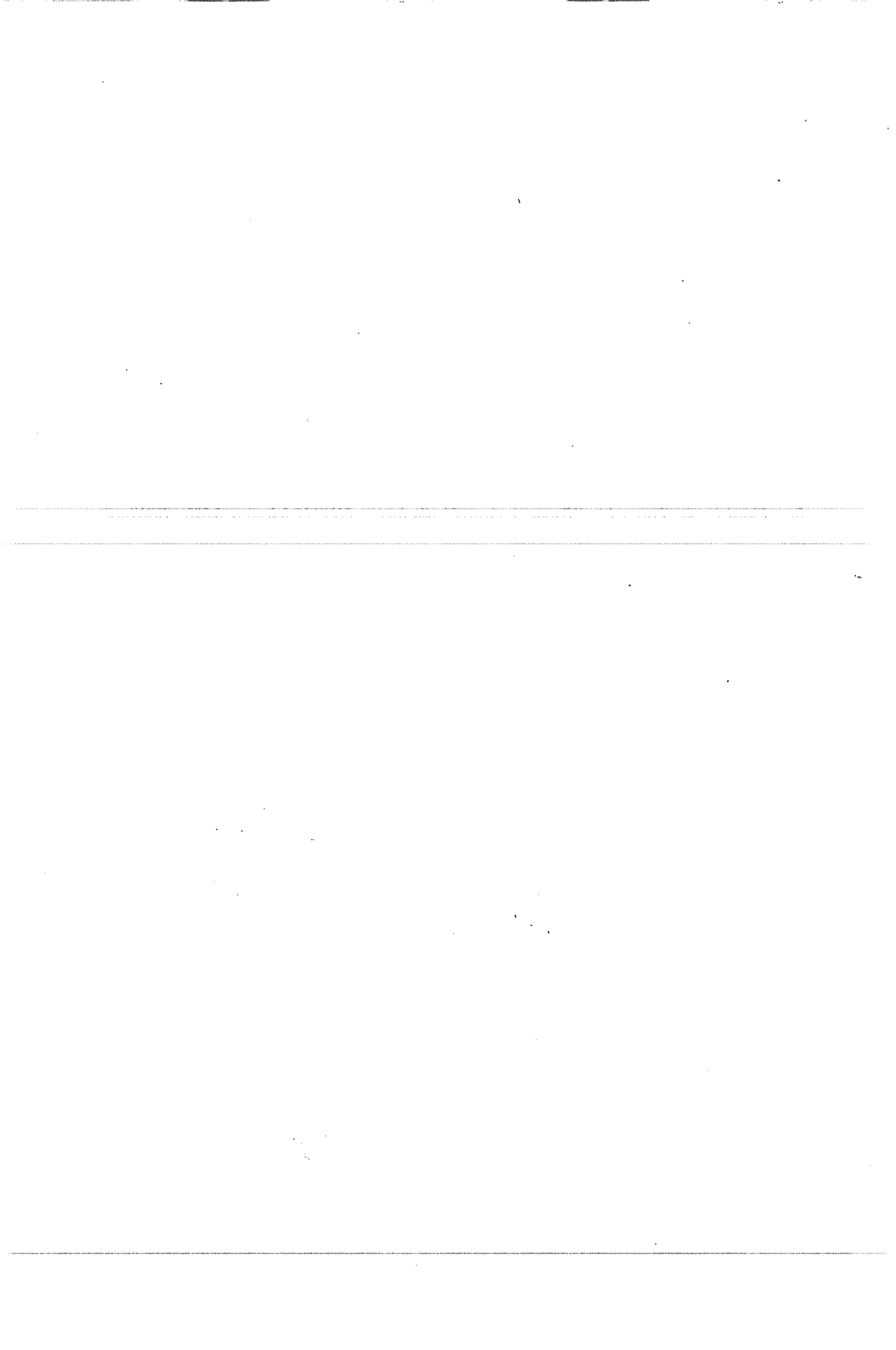
Örneklerin fiziksel ve jeomekanik özellikleri değişik araştırmacılar tarafından ortaya atılan kazılabilirlik sınıflandırmalarına göre değerlendirildiğinde; silt, kil ve gıdya katmanlarının "Çok Kolay Kazı" sınıfına girdiği, herhangi bir delme-patlatma veya riperleme işlemine gerek duyulmadan doğrudan, hidrolik ekskavatör, dragline veya döner kepçeli ekskavatör ile kazılabileceği anlaşılmıştır.

Kalker katmanları "Biraz Zor Kazı" sınıfına girmekte olup, Müftüoğlu ve Scoble (5) tarafından yapılan sınıflandırmalara göre; ancak riperleme yöntemi ile kazılabileceği anlaşılmıştır. Franklin (1) ve Ünal (6) tarafından yapılan sınıflandırmaya göre ise, Kalker katmanlarının kazısı için delme patlatma yöntemi önerilmektedir. Kumtaşı

katmanları ise "Zor Kazı" sınıfına girmekte olup, bu katmanın kazısı için delme patlatma yöntemi uygulanmalıdır.

4. KAYNAKLAR

1. Franklin, J.A., Broch, E. and Walton, G., "Logging the mechanical character of rock", *Transactions Institute of Mining and Metallurgy*, Vol. 70, 1970.
2. Abdullatif, O.M. and Cruden, D.M., "The relationship between rock mass quality and ease of excavation", *Bulletin of the int. Assoc. of engineering geology*, No: 28, pp. 183-187, 1983.
3. Weaver, J.M., "Geological factors significant in the assessment of rippability", *Die siviele ingenieur in Suid-Afrika*, pp. 313-316, 1975.
4. Bieniawski, Z.T., "Engineering classification of rock masses for the design of tunnel support", *Rock mechanics*, Vol. 6, No: 4, pp. 189-236, 1973.
5. Müftüoğlu, Y.V. ve Scoble, M.J., "Kömür açık işletmeciliğinde kazılabilirliği belirleme yöntemleri", 9. Madencilik kongresi 29-37, 1985.
6. Ünal, E. ve Tutçu, L., "Kaya mekaniği ilkeleri", *ODTÜ Maden Müh. Bölümü*, 1986.



İSTANBUL'DA 1900'LÜ YILLARA AİT KARGİR ESERLERİN TAŞ YÜZEYLERİNİN ONARIMLARINDA YAPAY MALZEME KULLANIM ANALİZİ

Seyhan YARDIMLI

Ç.Ü., Mimarlık Bölümü, Adana / Türkiye

ÖZET : *Bu çalışmada, İstanbul'da farklı bir mimari tarz özelliği gösteren ve 1900'lü yıllarda yapılmış olan kargir eski eserlerin onarımlarında, yapay taş malzeme kullanımının analizi amaçlanmıştır. Avrupa'da sanayi devrimi sonrasında oluşan mimari akımlar Avrupa'ya açılma çabaları ile İstanbul'a taşınmıştır. Bu etkiler ile üretilmiş yapılar, tarz özellikleri, yapım tekniği ve malzeme açısından incelenmişlerdir. Bu yapılarda kullanılmış taş türleri tespit edilmiş ve günümüzde bu malzemeye en uygun olabilecek doğal taş araştırılmıştır. Daha sonra yapılarda kullanılması düşünülerek, yapay taş üretilmiş ve hem doğal hem de yapay taşlara aynı deneyler yapılarak sonuçlar karşılaştırılmıştır. Yapılan çalışmada gerekli olması halinde yapay taş kullanımı öngörülmüştür.*

THE ANALYSES OF THE USE OF ARTIFICIAL MATERIALS TO REPAIR THE STONE SURFACES OF STONE BUILDINGS DURING THE 1900'S IN ISTANBUL

ABSTRACT : *This study analyses the use of artificial stone used in the restoration of old stone buildings in the 1900s, an architectural application peculiar to Istanbul. With the opening up to the west, architectural trends from Europa had been adopted in Istanbul. In this environment, stone buildings, their materials were studied. Once the original stone type had been ascertained, the most suitable natural stone available was selected for restoration work later, with consideration of the usage on these buildings, an artificial stone was produced for this function. The results of identical tests carried out on these two sorts of stone were compared, with the result that the artificial product was selected as the most suitable for this kind of work where necessary.*

1. GİRİŞ

İstanbul'da 1800'lü yılların sonu ile 1900'lü yılların başını kapsayan kârgir yapılaşma, mimarlık tarihimiz açısından özel bir yere sahiptir. Avrupa'lılaşıma girişimlerinin etkili olduğu farklı politik koşullar, yeni oluşan kentleşme ilkeleri ve mimari akımlar, bu yapılaşma sürecinde oldukça etkili olmuştur. Dolayısıyla bu yapıların korunmaları, tarihi belge olmalarının yanı sıra özel bir mimari dönemi sergilemeleri açısından da önemlidir.

Bu yapılar 100 yılı henüz aşmış ömürleri ile hâlâ işlevsel özelliklerini korumakta ve kullanılmaktadırlar. Ancak çoğu ya 10-15 yıl önce onarılmış ya da onarım gereksinimi içindedirler. Kârgir yapıların onarımında kullanılacak malzeme seçimi ve uygulanacak yöntemler ise dünyada ve ülkemizde hâlâ pek çok sorunu barındırmaktadır. Bunun nedeni ise her bir yapının ayrı analiz ve çözüm gereksinimi içinde olmasıdır.

Yapılan literatür araştırmalarında, taş yapıların onarımları konusundaki çalışmaların, daha çok doğal taşların fiziksel özelliklerini ve eskimelerini kapsadıkları görülmüştür. Daha önce yapılmış çalışmaların deneysel içerikleri, genellikle birkaç çeşit doğal taşın özelliklerinin karşılaştırılması ve bu taşların korunmalarında kullanılacak kimyasal maddelerin araştırılması niteliğindedir. Taş malzemelerin onarımı konusunda yapılmış çalışmalarda yapay taş kullanım analizinin eksikliği hissedilmiş ve böyle bir çalışmanın eski eserlerin onarımları açısından gerekli olduğu görülmüştür. Bu çalışmada 1900'lü yapılar ele alınmış ve bu yapıların onarımlarında yapay taş ile doğal taş kullanımlarının analizine yer verilmiştir.

2. İSTANBUL'DA 1900'LÜ KARGİR YAPILAR

Çalışma İstanbul'da 1800'lü yılların sonları ile 1900'lü yılların başlarında yapılmış olan kargir yapıları kapsamaktadır. Söz konusu dönem yapıları mimari özellikleri, yapım teknikleri ve malzeme kullanımları açısından ele alınmışlardır.

2.1. 1900'lü Yapıların Mimari Özellikleri

Farklı mimari tarz özellikleri gösteren 1900'lü yapıların üretildikleri dönem, politik açıdan batıya açılmaya çalışılan bir dönemdir. 18.yy'da Avrupa'da teknik bir çağ açılmış endüstride büyük ilerlemeler sağlanmış, makineleşme insan hayatına büyük yenilikler getirmiş ve 19.yy ortalarında romantizm başlamıştır. Bu toplumsal değişiklik mimariye de yansımış, yapılarda biçimsel olarak eğrisel ve uçucu formlara, çiçeksi bezemelere yer verilmiştir. Osmanlı İmparatorluğu da batıya açılma çalışmaları ile idari yapısında değişiklikler oluşturmuş ve bu yapılanma sürecinde Avrupa'dan teknik elemanlar getirtmiştir. Bu teknik kadro hem kentsel tasarım ilkelerini belirlemiş, hem Avrupa'daki mimari tarz özelliklerini İstanbul'a taşımıştır (1).

1800'lü yılların sonlarında Avrupa'da yaşanan dört büyük mimari akım Osmanlı başkentine de taşınmıştır. Bunlar Klasik Revivalizm, Gotik Revivalizm, İslami Revivalizm ve Art Nouveau olarak sayılabilirler.

• Klasik Revivalizm: Klasik Yunan'dan Rönesans'a kadar en sık başvurulan tarzdır. Cepheleer klasik detaylarla süslenmektedir. Uygulamalarda farklı dönem ve stillerden

derlemeler görülmüştür. Bu tarzın ilk örnekleri olan iş hanları 4-5 kat yüksekliğinde taş binalardır. Bunların alt katlarında Rönesans tarzı taş sıralar, üstlerinde ise klasik süslemeli detaylar kullanılmıştır. Klasik Revivalizm Pera yapılarında yaygın bir şekilde kullanılmıştır.

• Gotik Revivalizm: Bu tarz G.E. Street tarafından 1860'ta tasarlanan Crimean Klisesi ile İstanbul'a girmiştir. Gotik Revivalizme İslami formlar ve klasik Osmanlı biçimleri eşlik etmiştir. Ancak bu yapıdan sonra tarz yaygınlaşmamıştır.

• İslami Revivalizm: Batıda 19.yy. sömürgecilğine paralel gelişen İslami etkiler, Avrupalı mimarlar tarafından İslami Revivalizm olarak İstanbul'a taşınmıştır. Avrupa eklektisizminin devamı olarak ortaya çıkan İslami Revivalizm Türk mimarlığını etkilemiş ve mimarlık tarihçileri tarafından "Ulusal Mimari Hareket" olarak nitelendirilmiştir. Tarzın prensipleri, süslemeler barındıran düzenlilik ve simetrikliktir. Bu akımın en çarpıcı örneği 1889 yılında Alman mimar Jacmund tarafından tasarlanan Sirkeci Tren İstasyonudur.

• Art Nouveau: Bu akımın İstanbul'da ortaya çıkışı İtalyan mimar Raimondo D'Aranco ile olmuştur. Tarz, Osmanlı başkentinde gözde bir stil haline gelmiştir. D'Aranco'nun çalışmaları arasında Art Nouveau mimari tarzında batılı olmayan ve erken Osmanlı dönemi formlarına dayandırılan örnekler yer almıştır (2).

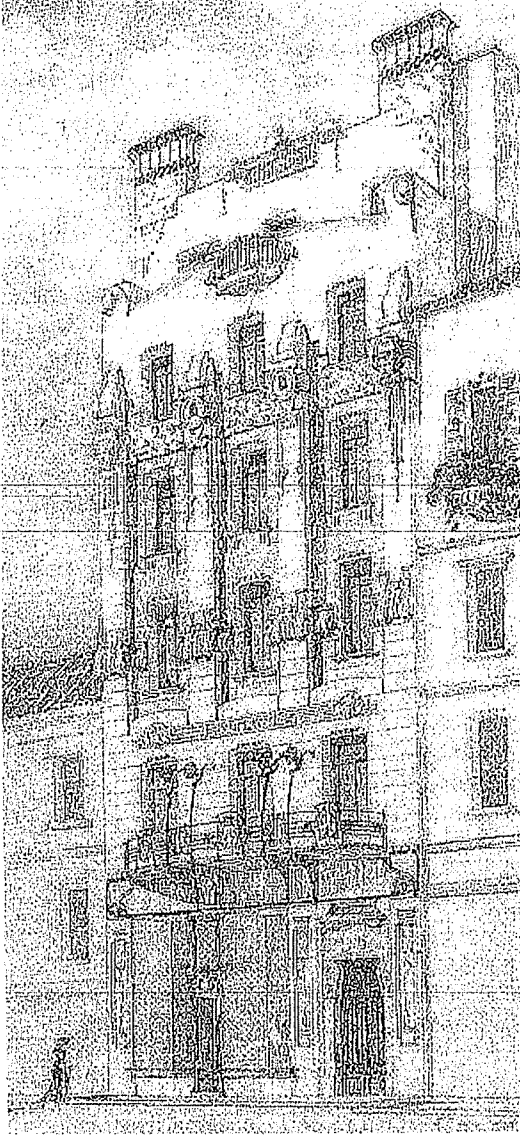
Art Nouveau Japon, Çin ve İslam kültürlerinden etkilenmiştir. Bu tarzda duygusal mesajlar veren eğriler, kıvrımlar, eğilip bükülmüş doğal nesnelere, uçuculuk, cephelerde serbest çıkma ve eklemeler kullanılmıştır.

Art Nouveau tarz, planlamada asma kat ve galeri gibi farklılıklar ile mekan kullanımında çiçek desenli vitraylar, iç mekanı aydınlatan metal strüktürlü cam çatı örtüleri kullanımı gibi yenilikler getirmiştir. Cephelerde simetrik düzenlemeler tercih edilmiştir. Genellikle giriş katından ayrılan ve üç dört kat boyunca plastrlarla çerçevelenmiş ve üstte çiçeksi bir bitiş motifi olan cephe düzenine yer verilmiştir. Bezemeler daha çok pencere, kapı, balkon gibi mimari elemanlarda görülmektedir (3).

Bu tarza örnek olarak Maison Botter verilebilir (Şekil 1). Yapı İstanbul'da D'Aranco tarafından tasarlanan ilk Art Nouveau yapıdır. II. Abdülhamit'in resmi terzisi olan Hollanda Uyraklı J. Botter için tasarlanan ev getirdiği yeni biçim önerileri ile etkili olmuştur. Yapı oval planlı bir merdiven, eğrisel formda bir asma kat, desenli ve vitraylı penceresi, daire kapıları, çiçek bezemeli konut girişi, beşinci kat terasının ortasında küçük bir çıkma yaparak eğrisel dört kol tarafından binaya tutturulmuş ikinci bir balkonu ile Art Nouveau tarz özelliklerini vurgulamaktadır. Zemin kattaki mağaza girişi ve yana alınmış konut girişi bu kattaki cepheyi asimetrik yapsa da birinci kattan itibaren simetrik bir tasarım görülmektedir (4).

2.2. 1900'lü Yıllara Ait Kârgir Eserlerde Yapım Teknikleri ve Malzeme Kullanımları

19.yy'da teknik olanaklarla mimari anlatım aynı düzeyde gelişmemiştir. Sanayi devrimi ile birlikte metal, cam ve plastik esaslı malzemeler güncel hayatta kısa zamanda geniş kullanım alanları bulmuş, buna karşın bu malzemelerin ve buna bağlı teknik olanakların bina yapımına aktarılması o kadar çabuk gelişmemiştir (5).



Şekil 1. Maison Botter'e ait ön cephe (6).

İncelenen kargir yapı örneklerinde, genellikle duvarlarda tuğla ve tuğla üzerine taş kaplama tekniği kullanılmıştır. Yapılar geleneksel yığma sistemle üretilmişlerdir. Çeliğe duvar strüktürlerini sağlamlaştırmada ve volta döşeme adı verilen, döşeme yapımında yer

verilmiştir. Dönem yapılarındaki mimari tarzın getirisi olan bezemeler, önemli yapılarda taş üzerine oyna tekniği şeklinde uygulanmıştır. Bunların dışında, bazı yapılarda donatılı beton, “bir kısmında ise bezemeler için 1860’lardan itibaren yapay taş kullanılmıştır. Ayrıca İtalyan ustaların 1910-1915’te kullandıkları puzolanlı bir tür sıva olan ve “Macar Sıva” olarak adlandırılan sıva türü de yapıdaki kullanım yerine göre yapay taş malzeme ürünü olarak değerlendirilebilmektedir”⁽¹⁾. 1900’lü yapı örneklerinden biri olan Maçka Palas’ın onarım çalışmalarının aktarıldığı makalede;

“Maçka Palas’ın cephelerinde mimari formlar yapay taşlarla oluşturulmuştur. Betonarme karkasın içindeki duvar dolgularında yığma yapı tuğlasıyla birlikte ardeşik olarak yapay taş bloklar yerleştirilmiş, cephelerdeki kesme taş görünümü ise sıva tekniği ile gerçekleştirilmiştir. Floral bezemeler ve bezeme bantları krem, pembe, oksit sarı renkli terkiplerle, kalıba dökme tekniği ile tel donatılı olarak üretilmişler ve açıkta bırakılan donatı tellerinin harçla doldurulması yoluyla duvara tespit edilmişlerdir.” denilmektedir (7).

Tanzimat’tan sonra yabancı sermaye ve mülk edinme hakları ile başlayan yabancı kökenli yapılaşma sürecinde, Rusya ihtilali nedeniyle de beyaz Ruslar ve Macar ustalar Osmanlı İmparatorluğuna gelerek yabancı teknolojiyi de getirmişlerdir. 1900’lü yapılara ait sıva işlerinin hemen hemen tamamı bu ustalar tarafından gerçekleştirilmiştir. ⁽²⁾Söz konusu dönemde Rus ve Macar ustaların dışında Bulgar, Alman ve Avusturya’lılar da bulunmuştur.

1900’lü yıllarda Avrupa’da Art Nouveau tarz ile demir, çelik, cam gibi yeni malzeme arayışları ve kullanımları sürerken, bu dönemde İstanbul’daki uygulamalarda geleneksel malzeme kullanımı sürdürülmüş, bu etki doğrultusunda daha çok taş türlerinin çeşitliliği ve cephelerdeki süslemeler artırılmıştır. Sivil mimari örneklerinde de yeni mimari tarzlar benimsenmiş ancak geleneksel malzeme kullanımı sürdürülmüştür. Belirlenen dönemde yapılmış yapıların incelenmesinde hemen hemen tamamının yan cephe duvarında tuğla kullanımı görülmüştür. Ön cephelerinde ise tuğla üzeri taş kaplama ile birlikte daha ekonomik olması düşünülen yapılarda ilk bir veya iki kattan sonra tuğla üzerine sıva yapılmıştır. Bu binaların sıva uygulanmış ön cephelerinin sadece söve, sütun başlıkları ve parapet gibi süsleme elemanlarında taş kullanımına yer verilmiştir. Örneğin belirlenen dönem yapılarından Botter Apartmanının ön cephesinin tamamında taş kaplama kullanılırken, Rumeli Hanının ilk üç katında, Afrika Pasajının ilk iki katında olmak üzere her iki yapının ön cephelerinde tuğla üzerine taş kaplama, diğer katlarında ise tuğla üzerine sıva uygulanmıştır. Bununla birlikte geleneksel malzeme kullanımının yanında, ön cephe balkonlarında metal kullanılmış, cam kullanımı ise daha çok iç mekanlarda vitray olarak gerçekleştirilmiştir.

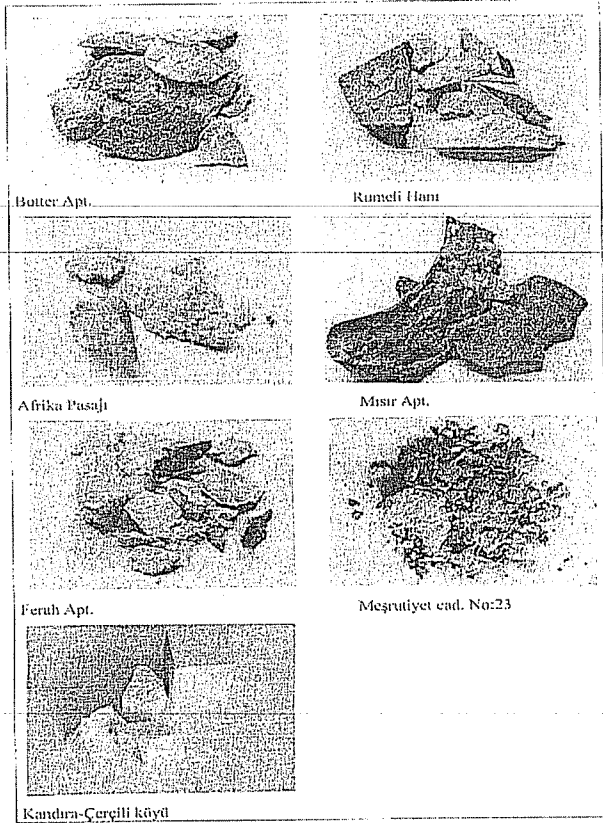
1900’lü yıllarda üretilmiş kârgir eski eserlerin yapımında kullanılan taş malzemelerin tespiti amacıyla, dönemi temsil edebilecek altı yapıdan taş örnekleri alınmış ve bu örneklerle ait fotoğraflar taşların alındığı yapı isimleri belirtilerek Tablo 1’de verilmiştir.

⁽¹⁾ İlhan, N., 1999, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul

⁽²⁾ Ünal, M., 1999, M.S.Ü., İstanbul

Bu taşların tanımlanabilmesi amacıyla analizler yaptırılmıştır. Elde edilen analiz sonuçları doğrultusunda, bu taş türlerine en yakın taşın günümüzde hangi ocakta üretildiği araştırılmıştır. Bu süreçte taşlar arasında doku, renk, tür, doluluk gibi özellikler değerlendirilmiş ve incelenen yapılarda kullanılan en yakın taşın Kandıra-Çerçili köyü taşı olduğu tespit edilmiştir. Tespit çalışmasında gözlemsel değerlendirmenin dışında, yapılardan alınan taş örnekleri üzerinde ince kesit deskripsiyonları yaptırılmış ve sonuçlar Tablo 2’de açıklanmıştır⁽¹⁾.

Tablo 1. İncelenen Taş Örneklerine Ait Fotoğraflar



⁽¹⁾Erdoğan, M., Minerolojik ve Petrografik Analizler İ.T.Ü. Maden Fak. Uygulamalı Jeoloji Anabilim Dalı Laboratuvarlarında yaptırılmıştır.

*İSTANBUL'DA 1900'LÜ YILLARA AİT KÂRGİR ESERLERİN TAŞ YÜZEYLERİNİN
ONARIMLARINDA YAPAY MALZEME KULLANIM ANALİZİ*

Tablo 2- 1900'li yapıların alınan taş örneklerinin (a) ve bu örneklerle uygun olarak getirilmez buluntuları doğal taş örneğinin (b) ince kesit deskripsiyon sonuçları

Taş Örnekleri	Alg ve foraminifer fosil kavakları		Değer	Kalsit ve Kuvars		Çimento Türü	Pirozite	Boşluk Boyutu	Taşın Türü	Kireç Taşı
Botter apartmanı	%35 - 40 alg	%3 - 4 foraminifer	-	Kalsit (kuvarsı göre daha çok)	Kuvars	Sparatik Çimento	%10	1.0 mm'den küçük	Kırıntı Biyosparit	
Rumeli Hanı	%35 - 40 alg	%3 - 4 foraminifer	-	Kalsit (kuvarsı göre daha çok)	Kuvars	Sparatik Çimento	%10	1.0 mm'den küçük	Kırıntı Biyosparit	
a Afrika Pasajı	%50 - 60		%15 - 20 kavka dışındaki kırıntılar	%2 Kuvars		Sparatik Çimento	15-20%	1.0 mm'den küçük	Kırıntı Biyosparit	
Ferah Apartmanı	%35 - 40		%5 Oolit	%15 - 20 Kalsit	%2 - 3 Kuvars	Sparatik Çimento	%5	1.0 mm'den küçük	Kırıntı Biyosparit	
Merutiyet Cid. 23 Nö'lu Apt.	%50 - 60		%15 - 20 kavka dışındaki kırıntılar	%2 Kuvars		Sparatik Çimento	15-20%	1.0 mm'den küçük	Kırıntı Biyosparit	
b Çerçilli Köyü Taşı	%15 - 20		-	%15 - 20 arasıncı kalsit, seyrek olarak kuvars		Sparatik Çimento	5-8%	1.0 mm'den küçük	Kırıntı Biyosparit	

3. KÂRGİR ESKİ ESERLERDE TAŞ MALZEMELERİN ONARIMLARINDAKİ MEVCUT UYGULAMALARIN İNCELENMESİ

Eski Eserler buldukları ülkelerin tarihi ve kültürel gelişiminin belgeleri olmaları nedeniyle tüm insanlık için evrensel bir değere sahiptirler. Bu sorumlulukla eski eserler pek çok ülkede ve ülkemizde korunmaktadır. Koruma çalışmaları ile ilgili olarak incelenen dönem yapılarında, günümüzde uygulanan onarım yöntemlerine kısaca yer verilmiştir.

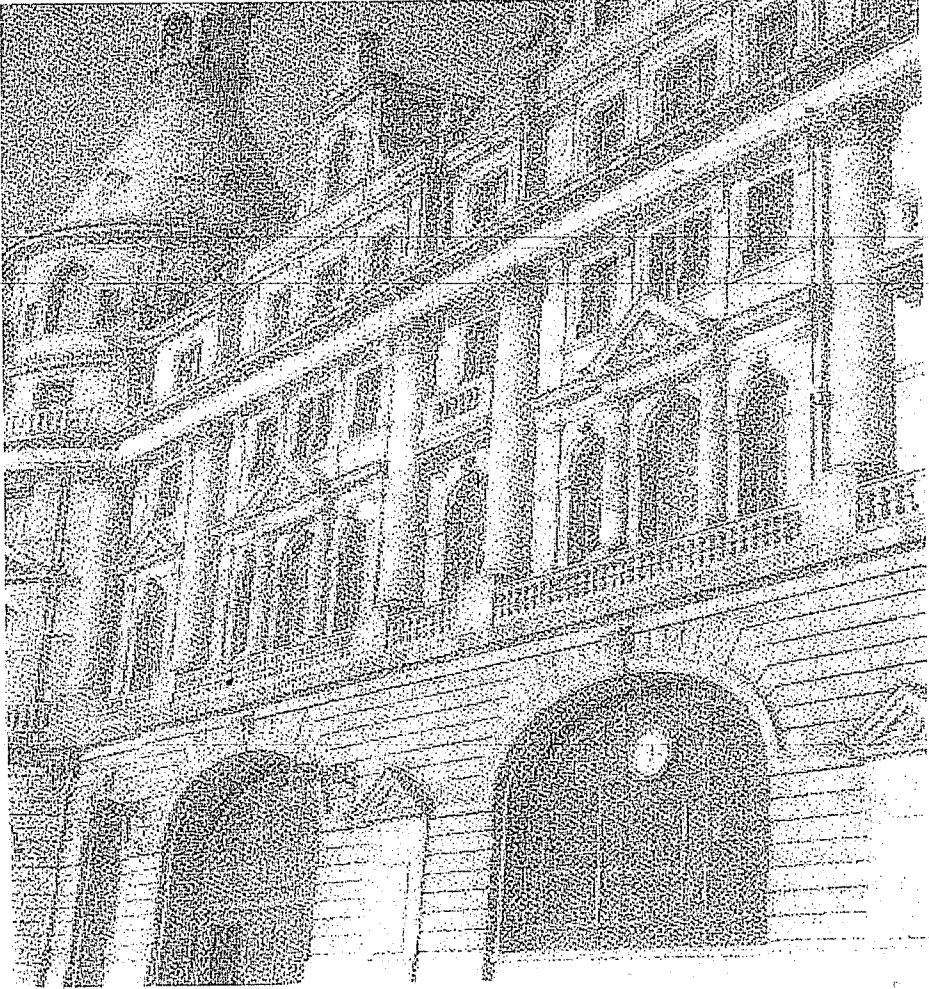
3.1. 1900'lü Yıllara Ait Kârgir Eserlerin Taş Onarımlarında Kullanılan Yöntemler

1900'lü yıllarda üretilmiş kârgir yapıların taş malzemelerinin onarımındaki mevcut uygulamalarda kullanılan yöntemler, malzemeye bağlı olarak iki bölümde ele alınmıştır. İlki ve tercih edilen, onarılacak yapıda doğal taş malzeme kullanılmasıdır. İkincisi ise doğal taşın bulunamaması veya uygulanamaması gibi koşullarda yapay taş kullanımına başvurulmasıdır.

3.1.1. Eserin Doğal Taş Kullanımı İle Onarımı

Bu yöntemde taşın duvardaki statik konumu göz önüne alınarak ya tamamı ya da belli bir kısmı değiştirilmek üzere duvardan çıkartılmaktadır. Taşın çıkartılması için kullanılan yöntem genellikle kimyazal madde ile çürütülmesi şeklindedir. Yerinden çıkarılan taşın şablonu yapılarak bu şablona uygun yeni taş hazırlanmakta ve hazırlanan taşlar işskelesine alınarak yerlerine konulmaktadır. Taşın yerine konma işleminden önce çürütülen boşluğun toz ve artıklardan temizlenmesi gerekmektedir. Daha sonra yerine konan taş cephedeki diğer taşlarla aynı düzleme getirilip yüzeyi düzeltilmektedir.

Bu uygulamayı örneklemek gerekirse, 1900'li yıllarda üretilmiş yapılardan biri olan Haydarpaşa Gar binası 1976 yılında onarım geçirmiştir. Yapının önemi ve büyüklüğü nedeniyle onarım için gerekli taşın sağlanması amacıyla Osmaneli'ndeki eski taş ocakları yeniden işler hale getirilmiş ve gerekli taş bu ocaklardan sağlanmıştır. Yapının onarımında yöntem olarak yukarıda aktarılan süreç uygulanmıştır (8). Yapı orijinal olan doğal taşı ile onarılmış, ancak yine de bazı noktalarda yapay taşla tamamlama yoluna gidilmiştir. Şekil 2'de Haydarpaşa Garının onarımdan sonraki durumu görülmektedir.



Şekil 2. Onarım sonrası Haydarpaşa Garı'nın cephesi

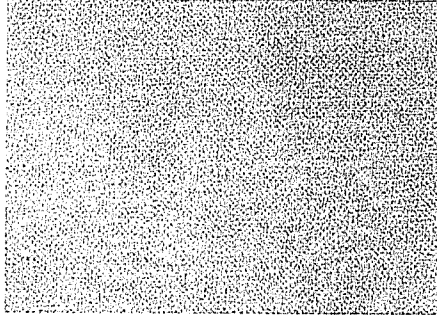
3.1.2. Eserin Yapay Taş Kullanımı İle Onarımı

Yapay taş ile onarılmış örnekler incelendiğinde, iki farklı uygulama ile karşılaşılmaktadır. Bunlardan ilki yapının bozulan bölümlerinin yapay taş kullanılarak tamamlanması, ikincisi ise yapı yüzeyinin tümüyle prekast elemanlar kullanılarak onarılmasıdır.

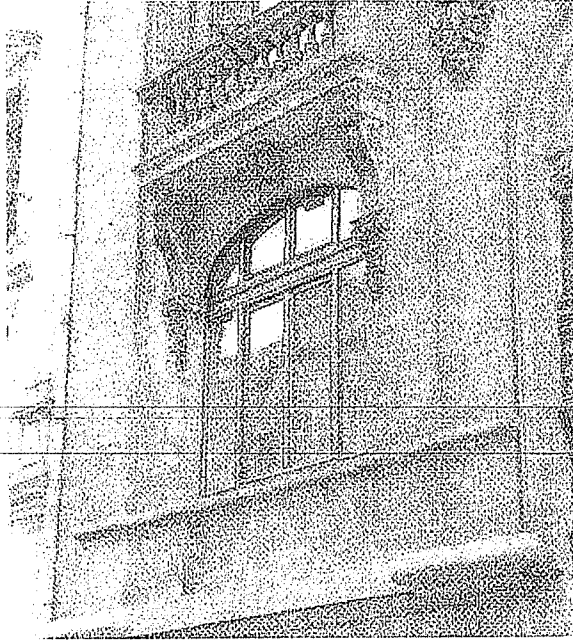
-Eserin Yapay Taş İle Onarımında Tamamlama Yönteminin Kullanılması

Bu yöntemde, yapı yüzeyindeki taşların bozulan bölümleri temizlenmekte ve yapay taş ile tamamlama yapılmaktadır. Bunun için önce taşın bozulan bölümü temizleninceye kadar çürütülerek çıkartılır. Bu bölümdeki toz ve artıklar temizlenir. Daha sonra taşın sağlam bölümüne çelik çubuklardan oluşan bir donatı yerleştirilir. Önce basınçlı hava daha sonra su ile temizlenen deliğe çelik çubuk bir epoksi ile tespit edilir. Tamamlama yapılacak harç plastik kıvamda olmalı ve taşın derinliğine göre kat kat uygulanmalıdır. Yapay taş onarımında büyük kesitli mimari elemanlar için kalıp içine döküm yapılabilmektedir. Bu durumda donatı ile birlikte montaj için küçük pimler kullanılabilir. Yapay taş üretim sonrasında bir hafta süre ile sulanmalıdır (9).

1900'lü yıllarda üretilmiş kârgir yapı örneklerinden, Union Française 1994-1995 yıllarında yapay taş kullanımı ile bir onarım geçirmiştir. Malta taşı ile yapılmış olan yapının onarımında üretilecek yapay taş için binadan sökülen artık taşların agregası ve beyaz çimento karışımı kullanılmıştır. Şekil 3.'te onarım öncesi yapı cephesindeki bozulma örneği ve Şekil 4.'te onarım sonrasındaki durumu görülmektedir.



Şekil 3. Union Française'de taş yüzeyindeki parçalanma



Şekil 4. Union Français'de onarım sonrası tamamlama çalışması

-Eserin Yapay Taş İle Onarımında Tüm Cephesinin (Prekast Elemanlar kullanılarak) Yenilenmesi

Eski eser onarımında yapay taşın bir başka kullanımı, cephenin tamamının bu malzeme ile onarılması şeklindedir. Bu yöntemde yapay taş şantiyenin dışındaki üretim birimlerinde prekast eleman olarak hazırlanmakta ve şantiyede sadece montaj işlemi yapılmaktadır. 1900'lü yıllarda üretilmiş kârgir yapı örneklerinden, tüm cephesinin onarımında yapay taş (prekast eleman) kullanımına Şekil 5.'te bir örnek verilmiştir. Bu uygulama yönteminde yapı yüzeyinde doğal taş görüntüsünden uzak yapay bir görünüm oluşmaktadır (Şekil 6).



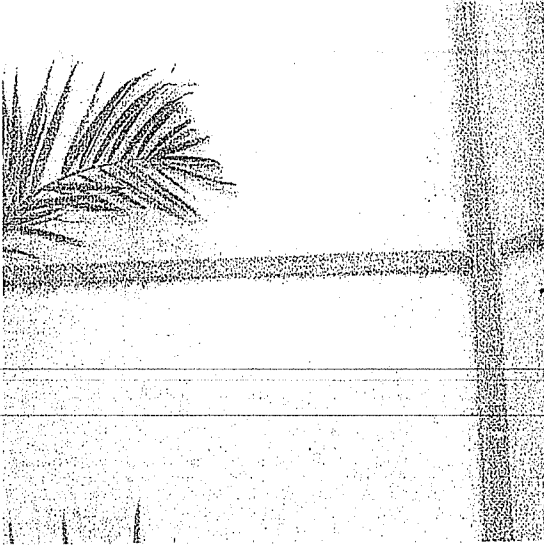
Şekil 5. Cephesi prekast elemanlar kullanılarak onarılmış bir yapı (Beyoğlu, İstiklal cad. Richmond Otel)

4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Yapay malzeme analiz çalışmasında, sağlıklı deneysel sonuçlara ulaşabilmek için belirlenen dönem yapı taşlarına en yakın nitelikte bulunan doğal yapı taşına ve bu taşa uygun olarak üretilmiş yapay taşa aynı koşullarda bir dizi deney yapılmış, bu deneysel çalışma ile onarımlarda kullanılacak yapay taşın, doğal taş ile uyumluluğu araştırılmıştır.

Yapılan deneyler fiziksel değerlendirme niteliğinde olanlar ile eskitme deneylerini kapsamaktadır. Deneysel çalışmada TS 699 kullanılmış, ancak tuz kristalizasyonu deneyine

burada yer verilmemesi nedeniyle ICCROM'a ait deney standardına yer verilmiştir. Deney numuneleri TS 699'a uygun olarak 7x7x7'lik küpler halinde hazırlanmıştır.



Şekil 6. Prekast eleman kullanılarak onarılmış yapının cephe kaplamasındaki malzeme dokusu (Richmond Otel)

-Fiziksel Özellik Deneyleri

Fiziksel özellikler ile ilgili deneyler birim ağırlık, özgül ağırlık, su emme, porozite, kompasite ve basınç gerilmesi deneylerini kapsamaktadır (Tablo 3).

Taşların yapısını etkileyen önemli özelliklerden biri birim ağırlıktır. Malzemenin birim ağırlık özelliği porozite, kompasite, su emme ve basınç gerilmesi gibi diğer fiziksel özelliklerini de etkilemektedir. Birim ağırlık özelliği doğal ve yapay taşta yakın değerlerde bulunmuş, ancak aynı değere ulaşamamıştır. Yapay taşın birim ağırlığı, doğal taşın birim ağırlığına göre daha düşük gerçekleşmiştir. Bu özelliğe bağlı olarak doğal taşın kompasitesi ve basınç gerilmesi daha yüksek, görünen porozitesi ve porozitesi daha düşük bulunmuş, bu verilere bağlı olarak da su emme oranının daha düşük olduğu gözlenmiştir.

-Eskitme Deneyleri

Eskitme özellikleri ile ilgili deneyler tuz kristalizasyon, sodyum sülfat don kaybı, açık hava tesirlerine dayanıklılık, asitlere dayanıklılık, enfraruj ve U.V. deneylerini kapsamaktadır (Tablo 4).

Tablo 3. Fiziksel Özellik Deneylerinin Değerlendirilmesi

Yapılan Deneyler	Doğal Taş Deney Sonuç Değerleri	Yapay Taş Deney Sonuç Değerleri
- Birim Ağırlık (Δ)	2.3 gr/cm ³	2.0 gr/cm ³
- Özgül Ağırlık (δ)	2.7 gr/cm ³	2.7 gr/cm ³
- Su Emme		
Taşın ağırlıkça su emme oranı (S_a)	4.6 %	6.7 %
Taşın hacimce su emme oranı (S_h)	10.6 %	13.4 %
- Görünen Porozite (p_g)	10.6 %	13.4 %
- Doluluk Oranı (Kompasite) (k)	85.2 %	74.0 %
- Porozite (Gözeneklilik Derecesi) (p)	14.8 %	26.0 %
- Basınç Gerilmesi (σ_b)	61.2 N/mm ²	25.8 N/mm ²

Tablo 4. Eskitme Deneylerinin Değerlendirilmesi

Yapılan Deneyler	Taş Türü	Deney Sonuç Değerleri	Açıklama
Tuz Kristalizasyon Deneyi Δw_{100} (%)	Doğal taş	0.8 %	4. Tekrardan sonra dağılma görülmüştür
	Yapay taş	3.7 %	7. Tekrardan sonra dağılma görülmüştür
Sodyum Sülfat Don Kaybı Deneyi k_d100 (%)	Doğal taş	12.6 %	Doğal taşın ayrışma oranı daha yüksek gerçekleşmiştir
	Yapay taş	8.7 %	
Açık Hava Tesirlerine Dayanıklılık Deneyi	Doğal taş		Kütle kaybı ve taşta renk koyulaşması tespit edilmiştir.
	Yapay taş		Kütle kaybı tespit edilmiştir.
Asitlere Dayanıklılık Deneyi	Doğal taş		Yüzeyde bozulma görülmüştür
	Yapay taş		Yüzeyde bozulma ve yumuşama görülmüştür
Enfraruj Deneyi	Doğal taş	69.5 °C	Tespit edilen yüzey sıcaklığı
	Yapay taş	69.0°C	Tespit edilen yüzey sıcaklığı
UV Deneyi	Doğal taş		Yüzeyde değişiklik tespit edilmemiştir
	Yapay taş		Yüzeyde değişiklik tespit edilmemiştir

Fiziksel özellikler taşların, eskitme deneylerindeki davranışlarını da etkilemektedir. Sodyum sülfat don kaybı deneyinde (porozite ve su emme değerleri daha düşük bulunan) doğal taşta oluşan kayıp, yapay taşta oluşan kayıptan daha yüksek orandadır. Don etkileri karşısında ve tuz kristalizasyon deney sonuçlarında yapay taş, doğal taşta göre bir hayli dayanıklı bulunmuştur. Açık hava tesirlerine dayanıklılık deneyinde doğal taş ve yapay taş arasında benzer kütle kayıpları görülmüş ayrıca doğal taşta yapay taşta göre daha belirgin bir ton renk koyulaşması da oluşmuştur. Asitlere dayanıklılık deneyinde ise her iki taşın yüzeyinde bozulmalar oluşmuş ancak yapay taşın yüzeyindeki bozulma daha hızlı

gerçekleşmiştir. Enfraruj deneyinde her iki taşa da çok yakın değerler elde edilmiş, UV deneyinde ise uygulanan süre içerisinde her iki taşa da renk kaybı tespit edilmemiştir [1].

5. SONUÇLAR

İstanbul'da 1900'lü yapılar düşünülerek yapılmış bu deneysel çalışmalar sonucunda, yapay ve doğal taş fiziksel özellikler açısından çok uzak noktalarda bulunmamış, ancak doğal taşın basınca karşı direnci yapay taşa göre oldukça yüksek bulunmuştur. Yapay ve doğal taş eskitme deneyleri açısından ele alındığında asitlere karşı etkilenimleri açısından daha yakın benzer özellikler taşırken don kaybı ve tuz kristalizasyon deneylerinde özellikle tuz kristalizasyonunda doğal taş daha kısa sürede eskime etkileri göstermiş, yapay taş daha dirençli bulunmuştur. Yapay taşın porozitesi yüksek olduğundan bu sonuç beklenen bir özelliktir.

Yapay taşın doğal taş ile doku ve renk farklılığı ile fiziksel özellikler açısından bire bir özellikte uyuşması hemen hemen olanaksızdır. Doğal taş yüksek basınç altında ve uzun sürelerde tortulaşarak oluşmakta, bulunduğu ortama göre farklı fosiller taşımaktadır. Bu oluşum nedeniyle doğal taşa ait dokunun ve rengin yapay koşullarda sağlanması oldukça zordur. Bunun yanı sıra günümüzdeki onarım anlayışına göre, yapılan onarımların yapının orijinalinden ayırt edilebilecek farklılıkta olmaları ve uzun süre onarım gereksinimi göstermemeleri tercih edilmektedir.

Deneysel çalışma sonucunda yapay taş belirlenen dönem yapılarının onarımında kullanılabilir bir malzeme olarak bulunmuştur. Görünüş olarak uyumlu bir yapıdadır. Fiziksel özellikler ve eskime süreçleri açısından da yapay taş olumlu nitelikte bulunmuştur. Ancak yapay taş üretme parametreleri, taşın kimyasal ve fiziksel özelliklerine göre değiştirilmelidir. Kullanılan malzeme türleri ve karışım oranları her taş türü için yeniden belirlenmelidir. Bunun için yapılacak çalışma laboratuvar koşullarında malzemelerin analizlerinin ilgili birimlerce yapılması ve yapay taş oluşum parametrelerinin iyi saptanmasına bağlıdır.

Yapay taş malzemenin bundan 100 yıl öncesinde bile kullanılması ve diğer yandan taş rezervlerinin tükenmesi karşısında yapay malzeme kullanımı gereklilik göstermektedir. Yapılan çalışma ile ilgili bir sonraki basamak, yapay taş harç karışım oranlarının ve kimyasal katkı türlerinin değişikliklerine yer vermek ve bunların oluşturacağı sonuçların tespitlerini yapmak, renk ve doku etkenlerini belirlemek, bir ekip çalışması ile yapay taşların yapıda kullanılabilirlik limitlerini araştırmak olabilecektir.

6. KAYNAKLAR

1. Yardımlı, S., "İstanbul'da 1900'lü Yıllara ait Kargir Eserlerin Taş Yüzeylerinin Onarımlarında Yapay Malzeme Kullanım Analizi", (Yayımlanmamış Dr. Tezi) Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 14, Edirne, 2001.

2. Çelik, Z., "The Remaking of Istanbul Portrait of Ottoman City The Nineteenth Century", University of California Press Ltd., 126-144, London, England, 1993.

3. Batur,A., “Art Nouveau Mimarlığı ve İstanbul”, *Yapı Dergisi*, YEM Yayın, İstanbul, Sayı: 161, 44-62, 1995.
4. Batur,A., “Botter Apartmanı”, *Dünden bugüne İstanbul Ansiklopedisi*, Kültür Bakanlığı ve Tarih Vakfı Ortak Yayını Ana Basım A.Ş., Cilt: 2, 313, 1994.
5. Eyice,S., “Son Devir Bizans Mimarisi”, *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları*, No: 999, İstanbul, 70, 1963.
6. Barillari,D. ve Godoli,E., “İstanbul 1900 Art Nouveau Mimarisi ve İç Mekanları”, Çeviren: Ataöv, A., YEM Yayın, İstanbul, 82, 1997.
7. Ersen,A., Güleç,A. ve diğ., “Maçka Palas Restorasyonu Cephe Konservasyonunda Araştırma ve Uygulama İlkeleri”, *Yapı Dergisi*, YEM Yayın, İstanbul, Sayı: 209, 101,1999.
8. “İşletme ve Garlarımız” I. İşletme Başmüdürlüğü Haydarpaşa, sayfa: 21.
9. “İ.T.Ü. Taşkışla Binası Cephe Restorasyonu Hakkında Rapor”, (Yayımlanmamış), Vakıflar Bölge Müdürlüğü Arşivi, İstanbul, 1994.



ADANA KENTİ YÜZEYSSEL AKIŞA GEÇEN YAĞMUR SULARININ KARAKTERİZASYONU

Halil KABAK, Zeliha SELEK ve Ahmet YÜCEER
Ç.Ü. Çevre Mühendisliği Bölümü, Adana/Türkiye

ÖZET : *Bu çalışmada, kentsel alanlardan akışa geçen yağmur sularının karakterizasyonu incelenmiştir. Bu amaçla Adana Kuzey Batı Üst Kentsel Gelişme Alanında bulunan "Mahfesiğmaz" yerleşim alanından Ekim 1999-Mayıs 2000 tarihleri arasında 16 ayrı yağış sonucu akışa geçen sulardan numuneler alınmış ve incelemeye tabi tutulmuştur. İncelenen parametrelerden AKM, KOİ, BOİ₅, TP, TKN, Fe, Zn, Pb, Cd ve Ni konsantrasyonlarının ilgili su kalite ve evsel atık su deşarj standartlarının üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak Adana kenti için kentsel alanlardan akışa geçen yağmur sularının yüksek oranda kirlilik içerdiği ve doğrudan alıcı ortamlara deşarj edilemeyeceği belirlenmiştir. Yüksek oranlarda kirlilik içeren yağmur sularının ayrık sistemle taşınması durumunda deşarj edilmeden önce arıtma işlemine tabi tutulması gerekliliği, ilk yatırım ve işletme maliyetlerini oldukça yükselteceğinden Adana kenti ve benzeri yerleşim birimlerinde yağmur sularının uzaklaştırılması için en uygun sistemin birleşik kanalizasyon sistemi olacağı sonucuna varılmıştır.*

THE CHARACTERISATION OF URBAN STORMWATER RUNOFF IN ADANA

ABSTRACT : *In this study, the characterisation of urban runoff water from Adana was investigated. For this purpose, runoff water were sampled on 16 different rain periods between October 1999- May 2000 in "Mahfesiğmaz", which is in Northwest Adana Upper City Development Region. Various parameters (pH, EC, SS, VSS, COD, FCOD, BOİ₅, TP, TKN, Fe, Zn, Pb, Cd and Ni) of runoff water samples were analysed in this study. It was found that these values were too high when comparing with related to water quality and domestic wastewater discharge standards. It was determined that the runoff water from the Adana Urban Area contains high pollutant concentrations and shouldn't be discharged directly to the receiving water bodies. The highly polluted urban runoff water must be treated in case of conveyance with separate sewer system. However, this creates an additional cost for the existing units. Therefore, in Adana cities and similar settlement areas, combined sewer systems are the convenient systems for the conveyance urban stormwater.*

1. GİRİŞ

Kentsel alanlarda akışa geçen yağmur suları vasıtası ile kanalizasyon ve yağmur suyu şebekelerine sayısız noktadan değişik kirletici yükler içeren sular karışmaktadır. Kirlilik yükü ve miktarı fazla olan bu sular alıcı ortamların (nehir, göl, deniz vb..) su kalitesini ve buradaki canlı hayatı tehdit etmekte ve büyük problemler doğurmaktadır (1).

Son zamanlara kadar noktasal olmayan kaynakların oluşturduğu su kalitesi problemleri yeterince ele alınmamıştır. Gelişmiş olan ülkelerin birçoğunda ayrık ve birleşik sistem olarak adlandırılan kanalizasyon sistemleri yapılmaktadır. Birleşik sistemlerde yağmur suyu ile evsel ve endüstriyel atık sular bir kanal ağı ile, ayrık sistemlerde ise yağmur suları ayrı bir kanal ağı ile toplanmaktadır. Dünyada 1960'lı yıllardan sonra yapılan araştırmalarda, kentsel alanlardan ayrı toplanan yağmur sularının çeşitli ve yüksek oranda kirlilik yükü içerdiğinin anlaşılması üzerine başta Amerika Birleşik Devletleri olmak üzere birçok ülkede bu konu üzerinde araştırmalar yapılmış ve özellikle yerleşim birimlerinden akışa geçen yağmur sularının sanıldığı gibi temiz olmadığı ve arıtma işlemine tabi tutulmadan doğrudan nehir, göl, deniz vb.. alıcı ortamlara deşarj edilemeyeceği belirlenmiştir. Yapılan bu araştırmalarda yaygın kaynak kategorisine giren akışa geçen yağmur sularının endüstriyel ve evsel atık sular dahil olmak üzere oluşan toplam su kirliliğinin %40-60'ını oluşturduğu bildirilmiştir (2). Çeşitli insan faaliyetleri ve kontrolsüz kentleşmeler sonucunda bu değer gelecekte daha da artması beklenmektedir. Bu nedenle kentsel alanlardan yüzey akışa geçen yağmur suyu kirlilik karakterizasyonunun, su kalitesi yönetim planlarının kentsel alanlara uygulanması için belirlenmesi gereklidir (3). Alternatif teknolojilerin geliştirilmesi ve yağmur sularının akışa geçmesi ile oluşturduğu kirliliğin kontrol altına alınması için akışa geçen yağmur sularının karakteristiği ve kalitesi hakkında doğru ve güvenilir bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır (4). Günümüzde, dünyadaki gelişmiş ülkelerin çoğunda bu tür veriler mevcutken yapılan literatür taramalarında ülkemizde bu konu ile ilgili daha önce yapılmış bir çalışmaya rastlanmamıştır.

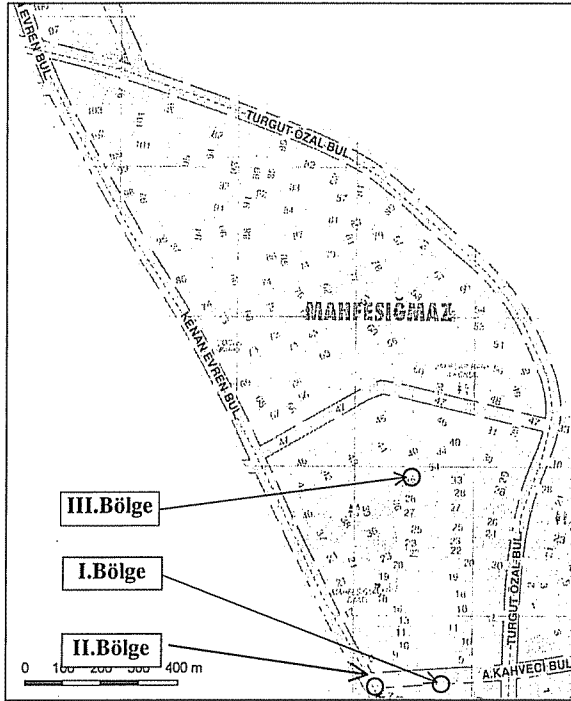
Bu çalışmada, birleşik sistem kanal ağına sahip Adana Kuzeybatı Üst Kentsel Gelişme Alanında bulunan "Mahfesiğmaz" yerleşim alanında belirlenen noktalardan toplanan yağmur sularının kirlilik düzeyinin (karakterizasyonunun) belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu karakterizasyon sonuçlarına göre kanalizasyon sisteminin ayrık veya birleşik sistem olarak yapılması alternatifleri değerlendirilebilecektir. Ayrıca yağış sonucunda oluşan kirleticilerin birleşik kanalizasyon sistemindeki atık su özelliklerine olan etkisi belirlenmeye çalışılarak, yapılacak atık su arıtma tesisi türüne, elemanlarına ve arıtma yöntemine karar verme açısından bir ön bilgi olarak değerlendirilmesi mümkün olabilecektir. Bununla birlikte yağmur suyu karakterizasyonu ile ilgili bilgilerle, ileride yapılacak kanalizasyon sistemlerinin seçiminde alternatif teknolojilerin kullanılmasına ve karakterizasyon sonucunda yağmur suları için arıtmanın gerekli olup olmadığına karar vermede yardımcı olacaktır.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Araştırma Alanının Genel Tanıtımı

Araştırmanın yapıldığı alan Adana'nın kuzeybatı üst kentsel gelişme alanında yer alan "Mahfesiğmaz" yerleşim alanıdır. Bu alan Adana'nın kuzeybatı üst kentsel gelişme alanında bulunan 8 büyük yerleşim biriminden nüfusu en yoğun bölgedir (Şekil 1).

Alanı 94 ha olan bu yerleşim yerinin nüfus yoğunluğu 244 kişi/ha dır. Söz konusu yerleşim alanının %98 i geçirimsiz yüzey kaplamaları ve ancak %2 si yeşil alanlarla kaplı durumdadır. Araştırma alanında kişi başına düşen mevcut yeşil alan 0,2 m² dir. İmar kanununda belirtilen minimum değer ise 10 m² dir. Araştırma alanında arazi eğimi %2-6 arasında değişim göstermektedir. Araştırma alanındaki yapılaşma alanları içerisinde en yüksek payı yaklaşık %95 ile konut alanları oluşturmaktadır. Dikey yapılaşmalar şeklindeki konut alanlarında yoğunluk E=2-2,4 arasında değişmektedir. Yapılaşma alanları bünyesinde eğitim alanlarının payı %3, yönetim ve ticaret alanlarının payı %2 civarındadır. Araştırma alanında endüstriyel faaliyet gösteren herhangi bir tesis bulunmamaktadır. Araştırma alanında yüzey akışa geçen yağmur sularının alındığı Turgut Özal, Kenan Evren ve Adnan Kahveci Bulvarlarındaki trafik yoğunluğu, bu bulvarların büyük oranda kentin kuzeyi ile güneyi arasında bağlantıyı sağlayan ana yollar olması nedeniyle 35.000-40.000 araç/gün arasında değişim gösterdiği gözlemlenmiştir. Ana bulvarlardaki yol kaplaması genelde beton ve asfalt olup, ara cadde ve sokaklar asfalt kaplama ile kaplanmıştır. Ana bulvar genişlikleri 30-40 m, ara cadde ve sokaklar ise 10-25 m arasında değişim göstermektedir. Ana bulvarlar üzerinde her 40-50 m de bir, oluşan çöplerin boşaltılması için çöp bidonları sıralanmıştır. Ana bulvarlar haftada bir defa vakumlu süpürge araçları ile süpürülmektedir. Bulvarlar ve yollarda yıkama işlemi yapılmamaktadır.



Şekil 1. Mağfesiğmaz Yerleşim Alanı

Adana da ve araştırma alanında tipik Akdeniz iklimi hüküm sürmektedir. Yazları kurak ve sıcak iken kışları ılık ve yağışlı geçmektedir. 1989-2000 yılları arası meteorolojik verilere göre Adana'da ortalama yıllık yağış ortalaması 643 mm dir. Bu değer Türkiye Ortalaması olan 650 mm ye oldukça yakındır.

2.2. Numune Alma

Yağmur suyu kirliliği karakterizasyon çalışmasının yapıldığı yağmur suları, çatılara konan ağız geniş ve yerden 30-40 cm yüksekliğe yerleştirilen su tablaları ile toplanarak analiz edilmiştir. Akışa geçen yağmur suları, ana bulvar ve ara yollardan kaldırım kenarlarına 15-30 cm mesafeden akışın yoğun olduğu kısımlardan ilk süprüntüler anlık, daha sonra devam eden akışlar yağış şiddetine ve süresine bağlı olarak 5-15 dk zaman aralıklarında silindirik kaplar ile alınmıştır. Çalışma alanındaki ara yol ve bulvarlardaki numune alma yerleri Şekil 1 de görülmektedir.

2.3 Metod

Çeşitli yağışlar sonucu alınan atık su ve yağmur suyu numuneleri fiziksel ve kimyasal olarak analiz edilmiştir. Fiziksel ve kimyasal olarak, akışa geçen yağmur suyu numunelerinde pH, Elektriksel İletkenlik (Eİ), Askıda Katı Madde (AKM), Uçucu Askıda Katı Madde (UAKM), Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ₅), Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ), Filtre Kimyasal Oksijen İhtiyacı (FKOİ), Toplam Kjeldahl Azotu (TKN), Toplam Fosfor (TP) parametrelerine bakılmak suretiyle akışa geçen yağmur suyu karakterizasyonu yapılmıştır. İlk yıkanma etkisinin olduğu akışa geçen yağmur sularında zaman zaman Kurşun (Pb), Çinko (Zn), Demir (Fe), Kadmiyum (Cd) ve Nikel (Ni) gibi ağır metal parametreleri de analiz edilmiştir.

Deneysel çalışmalar sırasında Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ), Toplam Fosfor (TP) ölçümleri MN (Macherey-Nagel) Filterphotometer Nanocolor 100D Spektrofotometre kullanılarak ölçülmüştür. Bu metod kullanılan test kitine göre 2-40, 15-160, 100-1500 mg/L KOİ konsantrasyonu aralığında hassas olup standart sapması 0,04' tür (MN Filterphotometer Nanocolor 100D-Test 26, 27, 29). Filtre KOİ de aynı şekilde bulunmuş olup numune öncelikle Whatman GF/C filtre kağıdından geçirilerek filtre edilmiştir. Beş günlük Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ₅), Toplam Fosfor (TP), Toplam Kjeldahl Azotu (TKN), Askıda Katı Madde (AKM), Uçucu Askıda Katı Madde (UAKM) ölçümleri standart metodlara uygun olarak yapılmıştır (5). pH, WTW 330 pH Meter, Elektriksel İletkenlik (Eİ) Hanna Instruments Conductivity Meter ile ölçülmüştür. Askıda Katı Madde (AKM) ölçümünde GF/C filtre kağıtları kullanılmıştır. Ağır metal analizleri ise filtre edildikten sonra Atomik Adsorbsiyon Spektrofotometre (AAS) cihazında ölçülmüştür. Tüm deneyler hata payını en aza indirmek için iki defa tekrarlanmış ve elde edilen değerlerin ortalamaları alınmıştır.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

3.1 Yağış Karakteristikleri ve Numune Alma Yerleri

Bu çalışmada, Ekim 1999-Mayıs 2000 tarihleri arasında yağış yükseklikleri 1,5-45 mm, kuru gün sayıları 0,1-60 gün arasında değişen 16 ayrı yağışta yağmur su numuneleri alınmıştır. Numune alma yerleri ve tarihleri Çizelge 1'de görülmektedir.

Çizelge 1. Farklı Yağış Zamanlarında Alınan Numunelerin Tarihleri ve Alındığı Yerler

Numune No	Numune Alma Yerleri ve Tarihleri			
	I. Bölge Turgut Özal Bulvarı	II. Bölge Kenan Evren Bulvarı	III. Bölge Ara Yollar	Yağmur Suları
1	09.10.1999	15.12.1999	18.01.2000	07.11.1999
2	07.11.1999	06.01.2000	25.01.2000	15.12.1999
3	28.12.1999	08.01.2000		25.01.2000
4	29.12.1999	17.02.2000		16.02.2000
5	16.02.2000	22.02.2000		06.03.2000
6	06.03.2000	20.04.2000		20.04.2000
7	09.04.2000			
8	06.05.2000			

3.1 YüzeY Akışa Geçen Yağmur Suyu Karakterizasyonu

YüzeY akışa geçen yağmur suları Şekil 1'de verilen noktalardan 5-15 dk zaman aralıklarında 60-90 dk zaman sürelerince alınmış olup, elde edilen sonuçlar Çizelge 2'de görülmektedir. Çizelge 2'de verilen sonuçlar incelendiğinde araştırma alanında yollardan akışa geçen yağmur sularında yapılan karakterizasyon çalışmasında elektriksel iletkenlik değerinin 68-635 $\mu\text{S}/\text{cm}$ aralığında değişim gösterdiği, ortalama konsantrasyon değerinin ise 196 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde yapılan çalışmalarda, Eİ değerinin 18-1600, 21-2741, 37-2140, ve 60-17,620 $\mu\text{S}/\text{cm}$ aralığında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir (6,7,8,9). Bu değerlerle karşılaştırıldığında, araştırma alanındaki yollardan akışa geçen yağmur sularındaki Eİ değerlerinin oldukça düşük olduğu görülmektedir. Bunun en önemli nedeninin bu çalışmaların yapıldığı yerlerde, özellikle kış aylarında yollara buzlanmayı önleyici olarak kullanılan tuzlardır. Legret ve Pagotto (1999) nun yaptıkları çalışmada yaz aylarında Eİ ortalama 190 $\mu\text{S}/\text{cm}$ iken kış aylarında ortalama 3170 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olmaktadır. Zaman zaman ise tuzlamadan sonra oluşan yağışlarda 17,620 $\mu\text{S}/\text{cm}$ gibi yüksek değerlerin elde edildiği bildirilmiştir. Oysa karakterizasyon çalışmasının yapıldığı Adana "Mahfesiğmaz" bölgesinde, kışların ılık ve yağışlı geçmesi ve buzlanmanın çok nadir görülmesinden dolayı yollarda herhangi bir tuzlama işlemi yapılmamaktadır. Bu nedenle, literatürde görülen yüksek değerlere rastlanmamıştır.

Genellikle doğal yağmur sularının pH değerlerinin nötr veya nötre yakın olması beklenmektedir. Ancak atmosferde bulunan CO_2 'nin suda çözünmesinden dolayı doğal yağmur sularının pH ı hafif asidik olan 5,6 civarında olabilmektedir. Yağmur sularının yollardan ve çeşitli geçirimsiz yüzeylerden akışa geçmesi ile birlikte pH çok çabuk değişebilmektedir. Araştırma alanında yollardan akışa geçen yağmur suyu numunelerinde yapılan analizlerde pH'ın 6,3-8,4 arasında değiştiği ortalama olarak 7,2 olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde yapılan çalışmalarda pH ın, 5,4-8,4; 4,9-11,8; 6,3-7,9 arasında değiştiği bildirilmiştir (6,7,9). Yapılan çalışmalarda görüldüğü gibi pH değerleri çalışmaların yapıldığı alanlardaki kirleticilerin ve kirletici yüzeylerin özelliklerine bağlı olarak farklılıklar gösterebilmektedir. Bu değerlerle

karşılaştırıldığında ortalama değer konsantrasyonunun literatür değerleri ile büyük benzerlikler gösterdiği görülmektedir.

Çizelge 2. Yüzeysel Akışa Geçen Yağmur Suyu Analiz Sonuçları

	Numune Sayısı	Ortalama	Medyan	Aralık	Standart Sapma
PH	112	7,23	7,2	6,3-8,4	0,32
Eİ ($\mu\text{S/cm}$)	112	196	133	68-635	134,3
AKM (mg/L)	112	343	217	23-1620	323
UAKM (mg/L)	112	69	37	4-470	85
KOİ (mg/L)	112	230	138	16-1450	278
FKOİ (mg/L)	112	49	28	3-476	67
BOİ ₅ (mg/L)	112	43	26	3-290	53
TP (mg/L)	12	1,4	1,2	0,1-3,4	1,1
TKN (mg/L)	12	2	1,8	0,8-4	1
Fe (mg/L)	16	3,6	2,4	0,25-8,25	2,8
Zn (mg/L)	16	0,4	0,4	0,09-1	0,2
Pb (mg/L)	16	0,23	0,21	0,014-0,63	0,18
Cd (mg/L)	16	0,012	0,01	0,001-0,045	0,012
Ni (mg/L)	16	0,09	0,068	0,004-0,35	0,099

Bu çalışmada bazı parametreler için elde edilen analiz sonuçları ve bu parametreler arasındaki oransal ilişkiler Çizelge 3'de görülmektedir.

Çizelge 3. İncelenen Bazı Parametrelerin Konsantrasyon Aralıkları ve Oranları

Akışa Geçen Yağmur Suları			
Parametre	Konsantrasyon	Aralıkları ve Ortalama	Birim
	Konsantrasyonlar		
KOİ	16-1450(230*)		(mg/L)
FKOİ	3-447 (49*)		(mg/L)
BOİ ₅	3-290 (43*)		(mg/L)
AKM	23-1620 (343*)		(mg/L)
UAKM	4-470 (69*)		(mg/L)
KOİ/BOİ ₅	2-12 (5*)		
BOİ ₅ /KOİ	8-52 (20*)		%
KOİ/FKOİ	2-7 (5*)		
FKOİ/KOİ	14-57 (21*)		%
AKM/UAKM	3-10 (6*)		
UAKM/AKM	10-38 (18*)		%
AKM/KOİ	0,5-7 (2*)		
AKM/BOİ ₅	3-31 (10*)		

(*)Ortalama Konsantrasyonları İfade Etmektedir.

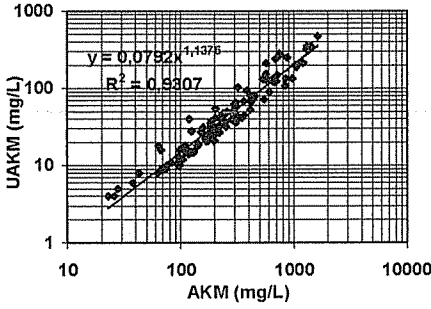
Bu çalışmada, araştırma alanındaki I.II.III. bölgelerden alınan numunelerde akışa geçen yağmur sularında AKM konsantrasyonlarının 23-1620 mg/L arasında değişim gösterdiği ve ortalama konsantrasyonunun ise 343 mg/L olduğu tespit edilmiştir. Alınan numunelerde AKM nin zamana bağlı değişimi incelendiğinde yağıştan önceki kuru gün sayısına bağlı olarak, ilk yıkanma etkisinin olduğu zaman aralıklarındaki numunelerde AKM konsantrasyonu değerlerinin oldukça yüksek olduğu, ancak zamana bağlı olarak yıkanmanın da etkisi ile konsantrasyonların gittikçe azaldığı görülmektedir.

Araştırma alanındaki yollardan alınan akışa geçen yağmur suları sonuçları, literatürde elde edilen değerlerle kıyaslandığında, yollardan akışa geçen yağmur sularındaki AKM konsantrasyonlarının genellikle literatürlerde elde edilen değerlerden daha yüksek olduğu görülmektedir. Yollardan akışa geçen yağmur sularının karakterize edildiği çeşitli ülkelerde yapılan çalışmalar incelendiğinde, AKM konsantrasyonlarının araştırmanın yapıldığı alanların özelliklerine bağlı olarak değişmekle birlikte araştırmaların yapıldığı ülkelerin gelişmişlik düzeyi ile doğrudan bağlantılı olduğu görülmektedir. Örneğin Almanya da yapılan çalışmalarda ortalama AKM konsantrasyonların sırasıyla 158, 134 ve 70 mg/L olduğu bildirilmiştir (10,6,11). Danimarka da yapılan çalışmada ise ortalama AKM konsantrasyonunun 52 mg/L olduğu bildirilmiştir (12). Brezilya da yapılan çalışmada ise ortalama AKM konsantrasyonunun 1395 mg/L olduğu bildirilmiştir (13). Bu sonuçlardan da görüldüğü gibi gelişmiş Avrupa ülkelerinde AKM konsantrasyonları oldukça düşük iken, gelişmekte olan Brezilya gibi ülkelerde ise oldukça yüksek konsantrasyonlar elde edilmiştir.

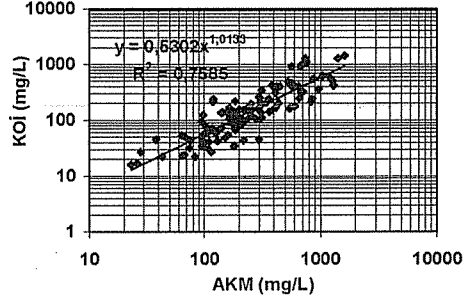
Uçucu askıda katı madde, (UAKM), konsantrasyonlarına bakıldığında ise araştırma alanından elde edilen numunelerde konsantrasyonların 4-470 mg/L arasında değiştiği, ortalama konsantrasyon değerinin ise 69 mg/L olduğu tespit edilmiştir. Askıda katı madde değerleri ile karşılaştırıldığında UAKM/AKM oranlarının %10-38 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda, akışa geçen yağmur sularında UAKM/AKM oranlarının % 10-36 arasında değişim gösterdiğini bildirilmiştir (14). Bu çalışmada elde edilen değer literatürde elde edilen değere çok yakındır. Bu sonuca bakarak kentsel alanlardan akışa geçen yağmur sularında askıda katı maddenin büyük çoğunluğunu inorganik maddelerin oluşturduğu söylenebilir.

Bu çalışmada I. II. ve III. bölgelerden, yollardan alınan akışa geçen yağmur sularındaki AKM-UAKM, AKM-KOİ, AKM-BOİ₅, KOİ-BOİ₅ ve KOİ-FKOİ konsantrasyonları arasındaki ilişkiler Şekil 2 de topluca görülmektedir.

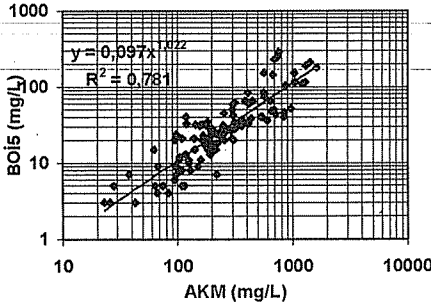
Araştırma sonucunda I., II. ve III. bölgelerdeki yollardan akışa geçen yağmur sularındaki KOİ, FKOİ ve BOİ₅ konsantrasyonlarının zamana bağlı olarak sırasıyla 16-1450, 3-476, 3-290 mg/L arasında değişim gösterdiği, ortalama konsantrasyonların ise sırasıyla 230, 49, 43 mg/L olduğu, BOİ₅/KOİ ve FKOİ/KOİ oranlarının ise sırasıyla % 8-52, % 14-57 arasında değişim gösterdiği, ortalama olarak da % 20 ve % 21 olduğu tespit edilirken KOİ/BOİ₅ oranının 2-12 arasında değiştiği ortalamasının ise 5 olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3). KOİ-BOİ₅, KOİ-FKOİ konsantrasyonları arasındaki ilişkiler Şekil 2 (d) ve (e) de görülmektedir.



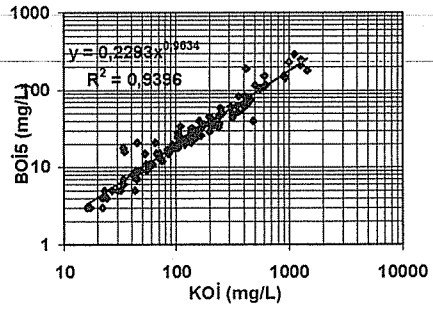
(a)



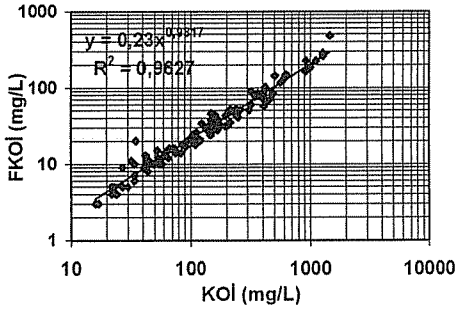
(b)



(c)



(d)



(e)

Şekil 4. Deneyler Sonucu Elde Edilen (a) AKM-UAKM, (b) AKM-KOİ, (c) AKM-BOİ₅ (d) KOİ-BOİ₅ ve (e) KOİ-FKOİ Konsantrasyonları Arasındaki İlişkiler

1960 lı ve 2000 li yıllar arasında çeşitli ülkelerde çeşitli araştırmacıların bu konu üzerinde yaptıkları çalışmalar incelendiğinde kentsel alanlardan akışa geçen yağmur sularında KOİ/BOİ₅ oranlarının 3,5-22 arasında BOİ₅/KOİ oranlarının ise % 6-27 arasında değişim gösterdiği görülmektedir. Bu sonuçlar, kentsel alanlardan akışa geçen

yağmur sularının biyolojik olarak ayrışamayan ya da güç ayrışabilen maddeleri içerdiğini göstermektedir. Yapılan bu çalışmada ise yollardan akışa geçen yağmur sularında KOİ/BOİ₅ oranlarının 2-12 arasında değişim gösterdiği ortalama 5 olduğu BOİ₅/KOİ oranlarının ise % 8-52 aralığında değişim gösterdiği ortalama olarak ise % 20 olduğu tespit edilmiştir. Bu oranlar göz önünde bulundurularak kentsel alanlardan akışa geçen yağmur sularının biyolojik aktif çamur tesislerinde arıtılabilirliği değerlendirildiğinde, iyi derecede çalışan bir biyolojik aktif çamur tesisinin KOİ/BOİ₅ oranı 8 e kadar olan suları iyi derecede çıkış suyu kalitesinde artabileceği bildirilmiştir (7). Bu çalışmadaki araştırma alanından elde edilen sonuçlara bakıldığında bu suların bir ön çökeltimden geçirildikten sonra rahatlıkla biyolojik aktif çamur tesislerinde arıtılabileceği görülmektedir.

Araştırma alanından alınan numunelerde elde edilen ortalama değerler oransal olarak literatürde verilen değer aralıklarına düşmektedir. Ancak, ortalama konsantrasyon değerlerine bakıldığında araştırma alanındaki I. II. III. bölgelerden alınan numunelerde gerek BOİ₅ gerekse KOİ konsantrasyonlarının literatürde verilen değerlerden yüksek olduğu görülmektedir. Daha öncede ifade edildiği gibi kentsel alanlardan akışa geçen yağmur suyu kirliliğinin yağış karakteristiği, çalışma yapılan alanın karakteristik özellikleri, iklimsel ve coğrafik faktörler vs. gibi birçok nedeni olabilmektedir. Ancak, bu nedenlerin yanında kentsel alanlarda motorlu taşıtlar, yağmur suyu kirliliğine neden olan en büyük kaynak olarak gösterilmektedir. Motorlu taşıtlardan kaynaklanan başlıca kirleticiler; lastik aşınmaları, çeşitli akışkanlar, emisyonlar, fren balataları ve diğer aksamlardaki aşınmalardır. Bunların dışında motorlu taşıtlardan kaynaklanan kirleticiler konsantrasyonları trafik yoğunluğuna, araç teknolojisine, araç sürüş biçimine ve hızına, yol kaplamasının türüne, taşıt yollarının temizlenme şekli ve aralığına, mevsim gibi bir çok faktöre bağlı olarak büyük değişiklikler gösterebilmektedir. Ancak bu faktörlerin etkileri henüz tam olarak anlaşılamamıştır.

Daha önce yapılan araştırma sonuçları incelendiğinde, KOİ/BOİ₅ oranlarının oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Bu kadar yüksek oranların çıkmasının ana nedeninin motorlu taşıtlar olduğu düşünülmektedir. Literatürdeki çalışmalar motorlu taşıtlardan kaynaklanan kirleticilerin biyolojik olarak az veya güç ayrışabilir olduğunu göstermektedir. Çizelge 5 de motorlu taşıt kaynaklı kirleticilerin genel bileşimi ve ortama verdikleri KOİ ve BOİ₅ miktarları ve oranları görülmektedir.

Çizelge 5. Motorlu Taşıtlardan Kaynaklanan KOİ ve BOİ₅ Konsantrasyonları ve Oranları (Brunner, 1977; Göttle, 1978)

Kirleticiler Madde	Organik Madde (mg/g)	BOİ ₅ (mg/g)	KOİ (mg/g)	KOİ/BOİ ₅	BOİ ₅ /KOİ (%)
Benzin	999,5	154	682,1	4,5	22,5
Motorin	999,6	80,2	399	5	20
Motor Yağı	996,9	143,8	220,8	1,5	65
Şanzıman Yağı	999,8	102,6	198,3	2	52
Gres Yağı	973,9	143,3	-	-	-
Hidrolik Yağı	999,8	25,8	2420,8	94	1
Antifriz	987,8	37,6	1102,4	29	3,5
Lastik	986,3	26,8	2097,4	78	1,3
Fren Balatası	285,3	16,9	416,5	25	4

Çizelge 5 den ortalama BOİ₅/KOİ oranının % 21 olduğu görülmektedir. Araştırma alanından alınan numunelerde de bu oran % 20 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar yollardan akışa geçen yağmur sularında başlıca kirleticilerin motorlu taşıt kaynaklı olduğunu açık bir şekilde ortaya koymaktadır. Bunların dışında araştırma alanında yapılan incelemelerde ana bulvarlar üzerinde bulunan evlerin ve yollarda oluşan çöplerin konulduğu konteynerlerin bulvarlar boyunca 40-50 m arayla yol kenarlarına dizildiği görülmüştür. Bu konteynerlere konulan çöplerin zaman zaman dışarı taşması ve konteynerlerin birçoğunun sızdırması nedeniyle, oluşan kirleticiler yağışla birlikte akışa geçmektedir. Ayrıca çöp toplama araçlarının da teknolojik olarak yetersiz olması nedeniyle, araç içerisinde sıkıştırılan çöplerden sızan suların yollara yayıldığı görülmüştür. Yollara dökülen bu çöp sızıntı suları yıkanma etkisi ile ortamlara yüksek KOİ ve BOİ₅ konsantrasyonları vermektedir.

Çatılara konulan su tablaları ile toplanan yağmur sularında KOİ konsantrasyonunun 10-20 mg/L, BOİ₅ konsantrasyonunun ise 3-7 mg/L arasında değişim gösterdiği ortalama KOİ ve BOİ₅ konsantrasyonlarının ise 14,6 ve 5,1 mg/L olduğu tespit edilmiştir. Akışa geçen yağmur sularında elde edilen ortalama konsantrasyonlarla kıyaslandığında KOİ'nin %6,5 nin BOİ₅ in ise %12 sinin atmosferdeki kirleticilerden kaynaklandığı görülmüştür.

Araştırma alanındaki I. II. ve III. bölge, yollardan alınan yüzey akışa geçen yağmur sularında, Toplam Fosfor (TP) ve Toplam Kjeldahl Azotu (TKN) konsantrasyonları değişim aralıklarının sırasıyla 0,1-3,4 ve 0,8-4 mg/L olduğu ortalama konsantrasyonların ise sırasıyla 1,4 ve 2 mg/L olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2). Fransa'nın Paris kentinde yapılan çalışmada ise TKN konsantrasyonlarının 0,6-10,2 mg/L arasında değişim gösterdiğini bildirilmiştir (9). Oluşan bu azot, fosfor konsantrasyonlarının araç emisyonlarından, hayvan ve bitkisel artıklardan, araçların yıkanması işlemlerinde kullanılan temizlik maddelerinden ileri geldiği düşünülmektedir.

Ağır metal konsantrasyonları finansal sebeplerden dolayı yalnızca ilk akışa geçen numunelerde incelenebilmiştir. Bu nedenle yağışla birlikte zamana bağlı konsantrasyon değişimleri incelenememiştir. I. II. ve III. bölgelerden yollardan yüzey akışa geçen yağmur sularında Pb, Cd, Ni, Zn ve Fe konsantrasyonlarının sırasıyla 0,014-0,63, 0,001-0,045, 0,004-0,35, 0,09-1 ve 0,25-8,25 mg/L arasında değiştiği ortalama konsantrasyonların ise yine sırasıyla 0,23, 0,012, 0,09, 0,4 ve 3,6 mg/L olduğu bulunmuştur (Çizelge 2). Araştırma alanından elde edilen sonuçlar incelendiğinde konsantrasyonların oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Daha öncede bahsedildiği gibi kentsel alanlarda motorlu taşıtlar yağmur suyu kirliliğine neden olan en büyük kaynak olarak gösterilmektedir. Motorlu taşıtlardan ortamlara yayılan kirleticilerin ağır metal içerikleri oldukça fazladır. Örneğin motorlu taşıt lastiklerinde kimyasal katkı malzemesi olarak kullanılan özellikle Zn, Pb, Cd, Ni, Cr ve Cu gibi ağır metaller aşınma sonucu yollara yayılmaktadır. Motor yağları, aşınmayı engellemek için eklenen katkı malzemelerinden dolayı yüksek oranda Zn, Cr, Ni ve Cu gibi ağır metalleri içerirler. Bunların yanında fren balatalarının çabuk aşınmasını engellemek ve dayanıklılığını arttırmak için eklenen Ni, Cr, Pb ve ısıya direnci arttırmak için eklenen Cu gibi ağır metallerde de aşınma ile birlikte yollara yayılarak ve kuru havada çöküp birikerek yağışla birlikte akışa geçmektedir. Akışa geçen bu yağmur suları da alıcı ortamlarda toksik etki yaparak, o ortamlarda yaşayan canlıları tehdit etmektedir. Çizelge 6'da

ulaşım faaliyetleri sonucu taşıt kaynaklı kirleticilerin ortamlara verebilecekleri ağır metal konsantrasyonları verilmiştir. Ancak, elde edilen ağır metal konsantrasyonlarının trafik yoğunluğuna, araç teknolojilerine, araç sürüş biçimlerine, taşıt yollarının durumuna, yağış v.b. birçok faktörlere bağlı olarak büyük farklılıklar gösterebileceği göz ardı edilmemelidir. Özellikle kavşak noktaları ve ışıkların bulunduğu alanlarda araçların durup kalkması neticesinde ağır metal konsantrasyonlarının daha yüksek çıkması beklenir. Bilindiği gibi yaygın kaynakların alansal özelliği nedeniyle kontrolü oldukça güçtür. Bu nedenle doğrudan teknolojik önlemler yerine örneğin kurşunsuz benzinin kullanılması gibi yönlendirici ve planlayıcı önlemlerin alınması ağır metal ve diğer kirliliklerin engellenmesi açısından daha iyi sonuçlar verecektir.

3.3. Araştırma Bulgularının İlgili Standartlarla Kıyaslanması

Araştırma alanından akışa geçen yağmur sularının büyük bir kısmı birleşik kanalizasyon sistemleri ile uzaklaştırılırken büyük bir kısmı da kanalizasyon sistemine girmeden alıcı ortamlara deşarj olmaktadır.

Çizelge 6. Ulaşım Faaliyetleri İle Oluşan Ağır Metallerin Kaynakları

Kaynaklar	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
Benzin	✓			✓				✓	✓
Eksoz Dumanı							✓	✓	
Motor Yağı ve Gres		✓			✓		✓	✓	✓
Antifriz					✓				✓
Araç Taban Koruyucusu								✓	✓
Fren Balatası				✓	✓		✓	✓	✓
Lastik,Kauçuk	✓			✓				✓	✓
Asfalt				✓			✓		✓
Beton				✓			✓		✓
Motorin	✓								
Motor Aşınması					✓	✓	✓	✓	✓

Bu çalışmada, yollardan akışa geçen yağmur suları Su Kirliliği ve Kontrol Yönetmeliği'nde, (SKKY), verilen evsel nitelikli atık su arıtma tesisi deşarj standartları ile kıyaslandığında, ortalama konsantrasyonu 343 mg/L elde edilen AKM'nin deşarj standartlarını aştığı görülmektedir. Araştırma alanındaki 16 yağışta alınan 112 numunede 45-60 dakikalık akış sürelerinden sonra dahi AKM konsantrasyonlarının % 97'sinin deşarj standardını aştığı görülmüştür (15). Bu sonuçtan da anlaşılacağı gibi birleşik veya ayırık sistemle uzaklaştırılan kentsel yağmur suları alıcı ortamlara deşarj edilmeden önce mutlaka bir ön çökeltimden geçirilmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır. Ortalama konsantrasyonu 43 mg/L olarak tespit edilen BOİ₅ parametresinin deşarj standardını sağladığı görülmektedir. 45-60 dakikalık akış sürelerinden sonra alınan tüm numunelerde BOİ₅ konsantrasyonlarının % 99'unun deşarj standardını sağladığı görülmüştür. KOİ parametresine bakıldığında ise ortalama konsantrasyonu 230 mg/L

olarak tespit edilen KOİ nin deşarj standardını sağlamadığı ancak 45-60 dakikalık akış sürelerinden sonra % 95 oranında deşarj standardını sağladığı görülmüştür.

Akışa geçen yağmur sularından elde edilen değerler SKKY de verilen göller, göletler, bataklıklar ve baraj haznelerinin ötrofikasyon kontrolü sınır değerleri ile kıyaslandığında ortalama konsantrasyonları 7,23 olarak elde edilen pH nın sınır değerleri sağladığı ortalama konsantrasyonları sırasıyla 230, 343, 1,4 mg/L olan KOİ, AKM, TP konsantrasyonlarının ise sınır değerleri aştığı görülmüştür (16). Özellikle yağış başlangıcında oluşan ilk süprüntülerin oluşturduğu çok kirlilik yükü dolayısı ile alıcı ortamlardaki canlı hayatı tehlikeye düşmektedir.

Akışa geçen yağmur suları SKKY de verilen kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri ile kıyaslandığında ise elde edilen ortalama konsantrasyonlardan pH nın I-II. su kalite sınıfına girdiği, TP, KOİ, BOİ₅, Cd, Pb parametrelerinin IV. su kalite sınıfına girdiği, TKN, Ni ve Fe parametrelerinin III. su kalite sınıfına Zn nin ise II. su kalite sınıfına girdiği tespit edilmiştir (15). Özellikle mevcut durumda yeraltı sularının içme suyu amacıyla kullanıldığı Adana gibi yörelerde dikkatli olmak gerekmektedir. Adana kentini ikiye bölen Seyhan Nehri civarında zengin yer altı su kaynakları bulunmaktadır. Kum ve çakıllardan oluşan akiferlerde su tablaları zaman zaman yüzeye çok yakın olmaktadır. Kuyularda ortalama statik su seviyesi 6-8 m arasında dinamik su seviyesi de genelde 8-15 m arasında bulunmaktadır (16). Ayrıca kum ve çakılın çözülmüş maddeleri tutması kile oranla daha az olduğundan bu yer altı su kaynaklarının gerek kimyasal gerekse bakteriyolojik kirlenmeden korunması için öncelikle Seyhan Nehrinin korunması gerekmektedir. Bu nedenle yerleşim birimlerinden gelen yüksek kirlilik yüküne sahip yağmur sularının nehre deşarjından önce mutlaka kontrol altına alınması gerekmektedir.

4. SONUÇLAR

Kentsel alanlardan yüzey akışa geçen yağmur sularının oluşturduğu kirlilik düzeyinin (karakterizasyonunun) belirlenmesi amacı ile yapılan bu çalışmada aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

1. Yollardan yüzey akışa geçen yağmur sularının yüksek oranlarda AKM, KOİ, BOİ₅ ve Ağır Metal Konsantrasyonlarını içerdiği belirlenmiştir.
2. Karakterizasyon sonucunda elde edilen bulgulardan, kentsel alanlardan yüzey akışa geçen yağmur sularının içme suyu kalitesinden atık su kalitesi arasında değiştiği tespit edilmiştir.
3. Alman numunelerde yağış başlangıcındaki yıkanmanın etkisi ve yağıştan önceki kuru gün sayılarına bağlı olarak konsantrasyonların oldukça yüksek olduğu ancak yıkanma etkisi ile birlikte 45-60 dakikalık akış sürelerinden sonra konsantrasyonların düştüğü, AKM nin dışındaki parametrelerden alınan tüm numunelerde KOİ nin %95, BOİ₅ ise %99 oranında deşarj standardını sağladığı görülürken, AKM'nin ancak %3 oranında deşarj standardını sağladığı görülmüştür.
4. Elde edilen deneysel sonuçlara göre özellikle ilk akışa geçen yağmur suları yüksek oranlarda kirlilik içermekte ve arıtma işlemine tabi tutulmalıdır. Bu nedenle Adana vb. yerleşim birimlerinde yağmur sularının uzaklaştırılması için en uygun sistemin birleşik kanalizasyon sistemi olacağı sonucuna varılmıştır.

5. Çatılara konulan su tablaları ile toplanan yağmur sularında KOİ konsantrasyonlarının 10-20 mg/L, BOİ₅ konsantrasyonlarının ise 3-7 mg/L arasında değiştiği ortalama konsantrasyonların ise KOİ için 14,8 mg/L, BOİ₅ için ise 5,1 mg/L olduğu tespit edilmiştir.

6. Akışa geçen yağmur sularında UAKM/AKM oranlarının %30-38 , BOİ₅/KOİ oranlarının %8-52 (ort 20), FKOİ/KOİ oranlarının %14-57 (ort. 21) ve KOİ/BOİ₅ oranlarının da 2-12 (ort. 5) değerleri arasında değiştiği görülmüştür.

7. Ön çökeltimden geçirilen yağmur suları özellikle Adana gibi sıcak iklim bölgelerinde yüksek verimlerle çalışan stabilizasyon havuzlarına veya doğal ve yapay sulak alanlara verilebilir.

5. KAYNAKLAR

1. Novotny, W. and Chesters, G., "Handbook of Nonpoint Pollution", Van Nostrand Reinold, New York, 1981.

2. EPA, *Natural Wetlands and Urban Stormwater: Potential Impacts and Management*. Office of Wetlands, Oceans and Watersheds Wetlands Division Washington, D.C. 69 p, 1993.

3. Jun, H.L. and Ki, W.B., "Characterization of Urban Stormwater Runoff", *Wat.Res. Vol.24 No.6*, 2000.

4. Gromarie, M.C., Mertz, S., Garnaud, A. and Chebbo, G., "Characterization of Urban Runoff Pollution in Paris", *Wat. Sci. Tech. Vol. 39. No.2 pp. 1-8*, 1999.

5. *Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 16 th. Ed., APHA-SWWA-WPCF, American Public Health Association, Washington DC, 1985.

6. Göttle, A., "Ursachen und Mechanismen der Regenwasserverschmutzung", *Berichte aus Wassergüterwirtschaft und Gesundheitsingenieurwesen, Technische Universität München Nr. 23*, 1978.

7. Böhnke, B., "Untersuchung der Verschmutzung des Abfließenden Regenwasser", *Westdeutscher Verlag*, 1979.

8. Pfeifer, R., "Schmutzstoffrückhalt durch Chemisch - Physikalische Regenwassergehandlung im Trennsystem", *Universität Karlsruhe Bd. 92*, 1998.

9. Legret, M., and Pagotto, "Evaluation of Pollutant Loadings in the Runoff Waters From Major Rural Highway", *The Science of the Total Environment 235 (1999)*, 143-150, 1999.

10. Brunner, P.G., "Die Verschmutzung des Regenabflusses im Trennverfahren", *Berichte aus Wassergüterwirtschaft und Gesundheitsingenieurwesen, Universität München, Bd.9*, 1975.

11. Heinzmann, B., "Beschaffenheit und Weitergehende Aufbreitung von Stadtischen Regenabflüssen", *VDI-Reihe 15, VDI-Verlag, Düsseldorf, Bd 113*, 1993.

12. Harremoes, P. and Johansen, N.B., "Seeverschmutzung durch Nährstoffe aus der Regenentlastung", *Korrespondenz Abwasser, 33,3*, 196-203, 1986.

13. Luca, S.J and Milano, L.B., "Rain and Urban Stormwater Quality", *IAWPR Conference Kyoto. Wat. Sci. Tech, Vol.23*, 133-140, 1991.

14. Marier, C., Gromarie, M., Ghassan C. and Mohammed, S., "Origins and Characteristics Of Urban Wet Weather Pollution in Combined Sewer Systems", *The*

Experinmental Urban Catchment "Le Marais" in Paris. Wat Sci. Tech. Vol. 37, No. 1, pp. 35-43, 1998.

15. *Su Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliği, Resmi Gazete sayı 19919, 1988.*

16. *Yüceer,A. ve Ardiçlıoğlu,M., "Yeraltı Su Kaynaklarının Korunmasında Öncelikler ve Seyhan Nehri", Ekoloji Ve Çevre Dergisi, Yıl 2 Sayı 7, 23-25, 1993.*

SU KAYNAKLARININ PLANLANMASINDA ÇED UYGULAMALARI VE TEPEKÖY BARAJI ÖRNEĞİ

Zeliha SELEK, Zeki BOZKURT
Ç.Ü. Çevre Mühendisliği Bölümü, Adana/Türkiye
Bülent SELEK
DSİ 6. Bölge Müdürlüğü, Adana/Türkiye

ÖZET : Bu çalışmada, yürürlükte bulunan ÇED Yönetmeliği'ne göre ÇED raporu hazırlama zorunluluğu olan faaliyetler arasında yer alan baraj projelerinin çevresel etkileri irdelenmiştir. Ayrıca, Mersin ili sınırları içinde, içme suyu temini amaçlı yapılması düşünülen Tepeköy Barajı'nın Ön Çed Raporu hazırlanmıştır. Bu amaçla, Tepeköy Barajı'nın inşaat ve işletme aşamasında çevre üzerine ve mevcut kullanımlara, olumlu ve olumsuz bütün etkileri araştırılmıştır. Bu araştırmalar sonucunda olumsuz etkilerin azaltılması yönünde ne gibi önlemler alınması gerektiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: ÇED, Su Kaynakları, Tepeköy Barajı

ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT (EIA) APPLICATION IN WATER RESOURCES PLANNING AND EXAMPLE OF TEPEKÖY DAM

ABSTRACT : In this study, environmental impact of dam projects, which take part among the activities having obligation of preparing EIA statement according to legislation, were examined. Furthermore, preliminary EIA statement of Tepeköy Dam, which is planning for drinking water supply in Mersin, was prepared. For this purpose, positive and negative whole impacts on environment of Tepeköy Dam during construction and operation stages were investigated. From the conclusions of these investigations, necessary measures for diminishing negative impacts of particular project were determined.

Key Words: EIA, Water Resources, Tepeköy Dam

1. GİRİŞ

İnsanoğlunun çok uzun yıllardır kullandığı faaliyet tiplerinden olan ve önceleri sadece tarım alanlarının sulanması amacıyla yapılan barajların son yıllarda enerji üretim santralleri olarak kullanılmasyla da birlikte boyutları büyümüş, karmaşık faaliyetler haline gelmiştir. Bununla birlikte çevre üzerindeki gerek olumlu, gerekse olumsuz etkileri artmıştır. Barajların inşaat ve işletme aşamasında çevre üzerinde yarattığı etkileri konu eden çalışmalardan bazılarını aşağıda değinilmiştir:

Adana Ceyhan Nehri üzerinde kurulan Berke Barajı ve Hidroelektrik Santralinin çevreye etkileri incelenmiştir. Çalışmada, alanın biyolojik yapısı araştırılmış, flora ve faunanın mevcut durumu incelenmiş, projeden etkilenecek türler tespit edilmiştir (1).

Mersin'in Silifke ilçesinde Göksu Nehri üzerinde kurulması düşünülen Kayraktepe Barajı ve Hidroelektrik Santrali için ÇED raporu hazırlanmış, projenin inşaat ile işletme aşamasında ve faaliyete kapandıktan sonra olabilecek çevresel etkileri araştırılmıştır. Bu olumsuz etkilerle karşı karşıya kalacak alanın mevcut durumu tespit edilmiştir. Özellikle zengin kuş türleri için önemli konaklama merkezlerinden olan Göksu Deltası'nın doğal çevre ve sosyo-kültürel çevrenin analizi yapılmıştır (2).

Adana il sınırları içinde bulunan Çatalan Barajı ve çevresinin doğal bitki örtüsü ve yaban hayatı yönü incelenmiştir. Ayrıca Çatalan Barajı ve rezervuar alanının çevreye olabilecek olumsuz etkileri araştırılmıştır (3).

Antalya'nın 80 km kuzeydoğusunda bulunan, Köprüçay Nehri üzerinde kurulması düşünülen Beşkonak I ve Beşkonak II Barajları ve HES projeleri için ÇED raporu hazırlanmıştır. Alanın mevcut doğal ve sosyo-kültürel yapısı analiz edilmiş ve projelerin inşaat ve işletme aşamasındaki faaliyetlerden kaynaklanan olumsuz etkileri belirlenmeye çalışılmış, ortaya çıkacak olan etkileri azaltıcı ve ortadan kaldıracı önlemler ve öneriler de sunulmuştur (4).

Yapılan bir başka çalışmada, enerji üretim tesislerinden, termik, hidrolik ve nükleer santrallerin çevre üzerine farklı boyutlarda etki oluşturduğu belirtilmiştir. Bu üç temel enerji üretim sistemlerinin neden olduğu etkileri karşılaştırılmış ve alınması gereken tedbirler hakkında bilgi verilmiştir. Özellikle hidroelektrik tesislerin çevre koruma teknolojileri hakkında dünyadaki gelişmeleri üzerinde durulmuştur. Çalışmanın sonunda tüm çevresel önlemlerin alınması durumunda kömüre dayalı termik, nükleer ve hidrolik enerji üretim tesisleri karşılaştırıldığında hidrolik tesislerin en temiz teknoloji olduğu ve onu sırasıyla nükleer ve termik santrallerin takip ettiği belirtilmiştir (5).

Yapılan bir diğer çalışmada, Deriner Barajı ve HES projesi için hazırlanan ÇED raporunun bir özeti hazırlanmıştır. Raporda incelenmiş önemli konular; projenin tanıtımı ve amacı, projenin ekonomik ve sosyal boyutları, proje için seçilen yerin çevresel özellikleri, projenin çevre üzerine etkileri ve alınacak önlemler, işletme faaliyete kapandıktan sonra olabilecek ve süren etkiler ile bu etkilere karşı alınabilecek önlemler ile projenin alternatifleri, başlıkları altında incelenmiştir (6).

Bu çalışmada, 23/06/1997 tarihli ÇED Yönetmeliği'ne göre ÇED Raporu hazırlama zorunluluğu olan faaliyetler arasında yer alan baraj projelerinin çevresel etkileri irdelenmiştir. Tepeköy' de yapılması düşünülen içme suyu amaçlı Tepeköy Barajı'nın Ön ÇED Raporu hazırlanarak, barajın inşaat ve işletme aşamasında çevre üzerine ve mevcut kullanımlara etkileri araştırılmış ve ne gibi önlemler alınması gerektiği belirlenmiştir.

2. BARAJLARIN ÇEVRE ÜZERİNE ETKİLERİ

Barajlarda su tutulması, çevresel açıdan dolaylı ve doğrudan pek çok olumsuz etkilere neden olabilmektedir. Geniş alanlara yayılan bu dev projeler, ortaya çıkardıkları etkilerle, ekosistemde geri dönüşü olmayan sonuçlara neden olmaktadır. Barajların çevreye olan etkileri genel anlamda; arazinin hazırlanması sırasında, yapılan kazı ve dolgu çalışmalarıyla büyük alan kayıpları ve inşaat süresince ortaya çıkan toz ve gürültü emisyonları, rezervuar alanında su tutma sonucu, iklimsel, hidrolojik, biyolojik ve sosyo-kültürel değerlerin değişmesi, baraj projelerinin faaliyete geçmesine bağlı olarak, yörede gelişme gösteren diğer sektörlerden (tarım, sanayi, yerleşim, rekreasyon vb.) kaynaklanan çevresel sorunlar olmaktadır.

2.1. İnşaat Aşamasında Oluşacak Etkiler

Barajın inşaatı aşamasında gövde dolgusu ve santral binalarının yapılması sırasında oluşan toz ve gürültü emisyonu çevreyi olumsuz etkilemektedir. Baraj ve buna bağlı diğer yapıların alanlarında sıyırma kazıları, açık kazılar ve tünel kazıları yapılmaktadır. Kazılar sırasında alandaki ağaçlar, canlılar, toprak ve moloz örtüsü kaldırılmaktadır. Barajların yapımında gerekli olan malzemeler için, malzeme ocaklarının açılması, ağır iş makinelerinin çalışması, servis yollarının yapılması, santral binalarının ve rezervuar alanının hazırlanması sırasında birçok doğal bitki türü zarar görmektedir. Yapılan kazı ve dolgu faaliyetleri sırasında çok miktarda patlayıcı madde de kullanıldığı için, hafriyat çalışması sonucu gürültü ve sarsıntı da oluşturmaktadır. Barajların inşasındaki diğer bir olumsuz etki ise sular altında kalan tarihi eserlerdir. Göksu Nehri üzerinde kurulması planlanan Kayraktepe Barajı'nın rezervuar alanında Silifke Arkeoloji Müdürlüğü'nün verilerine göre üç önemli höyük baraj gölü altında kalmaktadır. Birecik Barajı'nın yapımı ile Zeugma antik kentinin bir kısmı Birecik Barajı'nın suları altında kalmıştır.

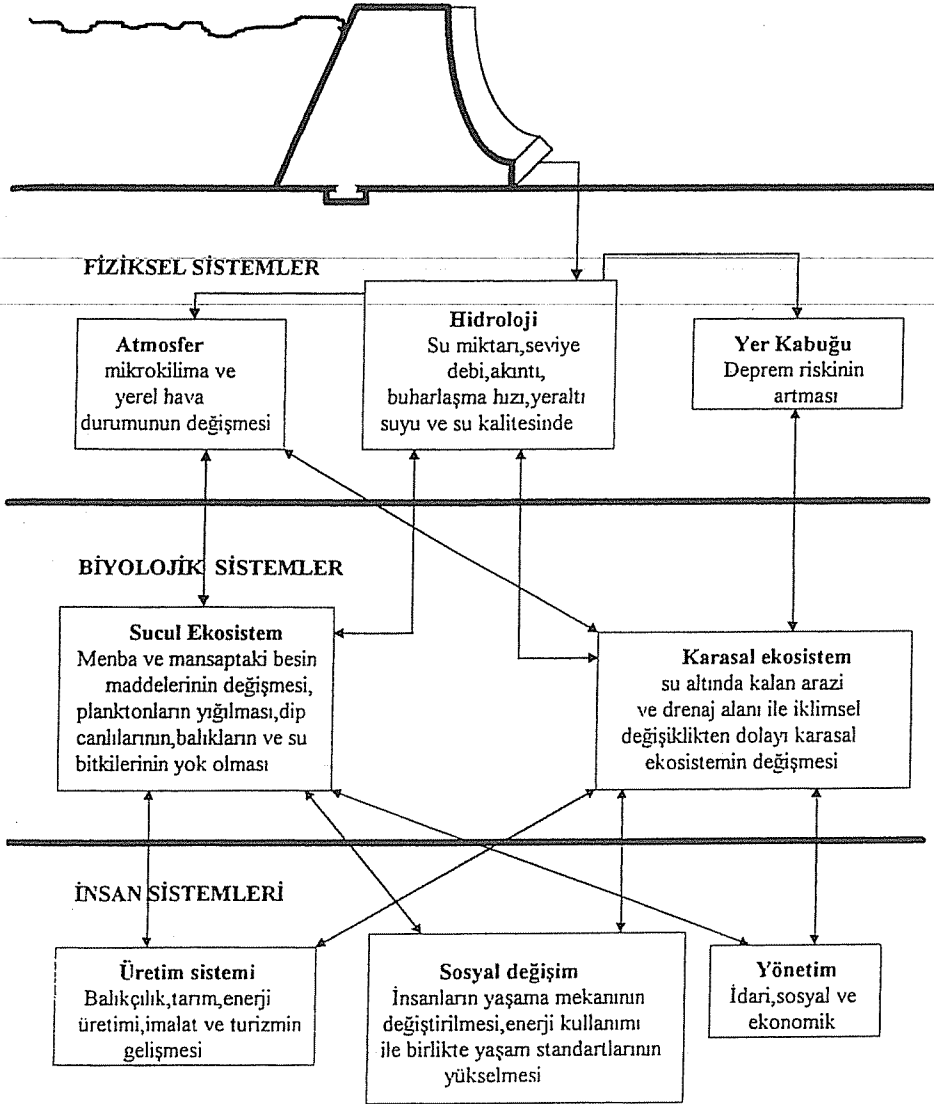
2.2. İşletme Aşamasında Oluşacak Etkiler

Barajların işletmeye açılmasından sonra en önemli sorunlar rezervuarda su tutulmasından kaynaklanmaktadır. Baraj gölünde su tutulmasıyla başlayan fiziksel, biyolojik ve sosyal yapı üzerindeki etkiler Şekil 1.'de verilmiştir. Şekilde de görüldüğü gibi çevresel etkiler barajın rezervuar alanında su tutulmasına başlanmasıyla birlikte, alanın hidrolojik yapısının değişmesinden kaynaklanmaktadır.

Barajların hidrolojik etkileri akarsuyun akış rejimi ve fiziko-kimyasal parametrelerin değişmesiyle ortaya çıkmaktadır. Akarsudan göle geçişte su hızı, difüzyon ve oksijen alma kapasitesinin düşmesine bağlı olarak doğal temizleme düşmekte ve göl yukarı havzadan gelen azot-fosfor yüküne bağlı olarak ötrofikasyon sürecine girmektedir. Göl suyu kalitesinde meydana gelen değişimler hem göldeki, hem de aşağı kesimlerdeki sucul canlı yaşamını ve su kullanım alışkanlıklarını değiştirir. Barajların çevrelerinde iklimin değişmesi, baraj gölünün yüzey alanı itibarıyla nehre göre daha geniş olması ve bu sayede buharlaşmanın artmasından kaynaklanmaktadır. Bu şekilde havadaki nem oranı artmakta, hava kütleli hareketleri değişmekte, sıcaklık, yağış, rüzgar olayları farklılaşmaktadır. Bu durum doğal çevre parametreleri üzerinde dinamik ve zincirleme etkiler oluşturmaktadır. Yöredeki doğal bitki örtüsü (orman,

çayır, endemik türler), ekonomik türler (tarım bitkileri) ile sucul-karasal hayvan varlığı ani bir değişim içine girmekte, adapte olabilen türler yaşamlarını sürdürmektedir.

Ekolojik etkiler, barajların fiziksel yapısının su ve kara ortamında göç yollarını kesmesi, yaşama alanlarının su altında kalması ve bazı önemli türlerin yok olması sonucunda ortaya çıkmaktadır (5).



Şekil 1. Bir barajın ekolojik, sosyal ve ekonomik etkileri (7)

3. TEPEKÖY BARAJI ÖN ÇED RAPORU ÖZETİ

Tepeköy Barajı Mersin ilinin yaklaşık 15 km kuzeydoğusunda, Tarsus ilçesinin 10 km kuzeybatısında Kanlıdere'nin üzerine yapılması planlanmaktadır. Rezervuar alanının güneyinde; Çiriştepe, kuzeyinde; Karadiken ve Tepeköy yerleşimleri bulunmaktadır. Rezervuar alanı Çiriş, Mallık, Anlık, Çakal, Kale, Yeşilzeytin ve Çataltepe tepeleri ile çevrilidir. Yapılması düşünülen Tepeköy Barajı'nın amacı proje alanının üst kısmındaki yapılması kesinleşen Pamukluk Barajı'nın yardımı ile Mersin iline ve Tarsus ilçesine içme suyu sağlamaktır. Bu ana amaçın yanı sıra, rezervuar alanının etrafında yer alan tarım arazilerinin sulama suyunun temini de amaçlanmıştır. Böylelikle bölgesel ve bir nebze de olsa ulusal ekonomiye kazanç sağlanacaktır. Baraj talvegden 61 m yüksekliğinde ve maksimum göl hacmi 101 hm³'tür. Bu proje ile sulanması düşünülen toplam arazi miktarı yaklaşık 3600 ha' dır. Bunun 3070 ha'ı yeni sulanacak araziler, 530 ha'ı pompajla sulanan ve bu proje sonrası cazibe ile sulanmaya başlayacak olan arazilerdir. Bu projenin ekonomik ömrü 50 yıl olarak planlanmış olup, baraj inşaatının 3 yılda bitirilerek içme suyu temininin sağlanması planlanmıştır. Barajın aks yeri Resim 1'de görülmektedir.

3.1. Türler ve Ekosistemler

3.1.1. Fauna

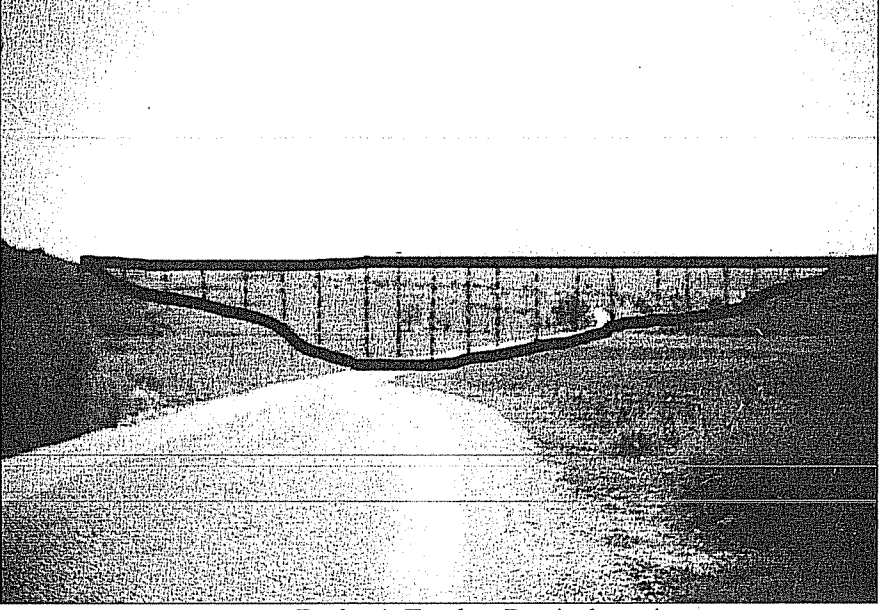
Tepeköy Barajı rezervuar alanı ve çevre alanlarda yapılan çalışmalarda köylülere yörede yaşayan hayvanların adları ve yaşama ortamları sorulmuştur. Yapılan bu diyalog neticesinde rezervuar içinde kalan ve civarda görülen türlerin hemen hemen aynı olduğu gözlemlenmiştir. Bu canlılar rezervuar alanı ve bu alanın bulunduğu yamaçlardaki bitki örtüsü arasında yaşamaktadırlar. Köylülerle yapılan fikir alışverişinde bölgede yaşadığı anlaşılan memeli hayvan türleri tilki, tarla faresi, köstebek, yabani tavşan, çakal ve yaban domuzudur.

Baraj rezervuarı bölgesinde karasal hayvanlar içerisinde bir çok kuş türü de mevcuttur. Bu bölgede kuş türlerinin fazla olmasının nedeni birbirinden farklılık gösteren yaşama koşullarıdır. Bunun yanında rezervuar alanının mevcut durumu ile tarım için kullanılması bu kuş türleri için ek besin kaynağı oluşturmuştur. Bu sebeple bölgedeki kuş popülasyonu fazladır. Bölgedeki bazı kuş türleri; şahin, serçe, bildircin, keklik, atmaca, sığırcık ve yaban tavuğudur.

Rezervuar alanı ve yakın çevresinde yaşayan sürüngenlerden bazıları; karayılan, adi toosbağa, yeşil toosbağa ve siğilli toosbağadır. Ayrıca Tepeköy Barajı'nın yapılacağı Kanlıdere içinde sazan, tatlı su kefali, yayın balığı gibi balık türleri de vardır.

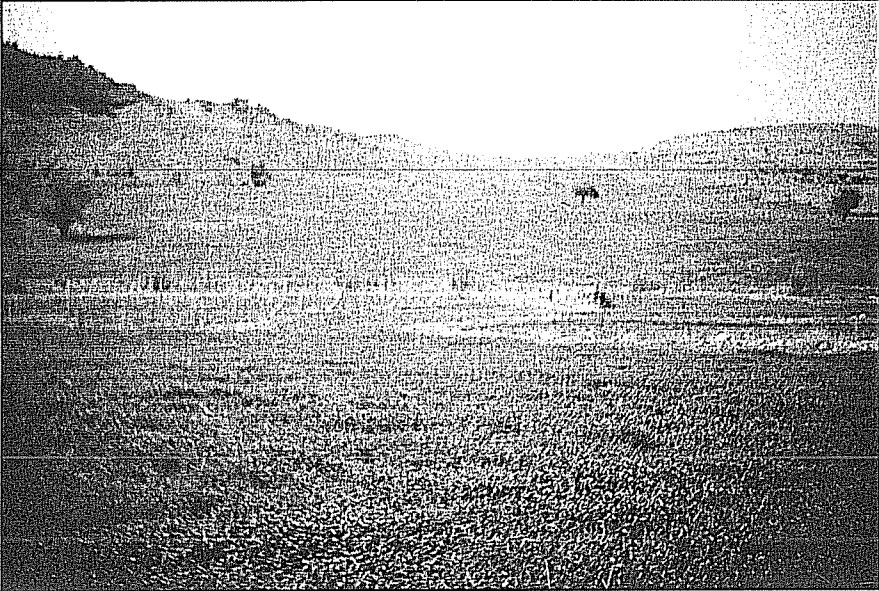
3.1.2. Flora

Baraj alanı ve mansap tarafındaki tarım alanları önemli yer tutmaktadır. Bu incelemede genelde tarla bitkileri ve bağ yetiştiriciliği yapılmaktadır. Bu aktivitelerin büyük bir kısmı kuru tarım şeklindedir. Proje alanının bazı kısımlarında ise sulu tarım yapılmaktadır. Bu yerlerde ise bahçe bitkileri yetiştirilmektedir. Bahçe bitkileri yetiştiriciliği pek fazla gelişmemekle birlikte proje alanı ve çevresinde yaşayanların gereksinimlerini karşılayacak şekildedir. Buna bağlı olarak da proje alanında yapılan bahçe tarımı köylülere ekonomik gelirden ziyade kendi ihtiyaçlarını karşılama

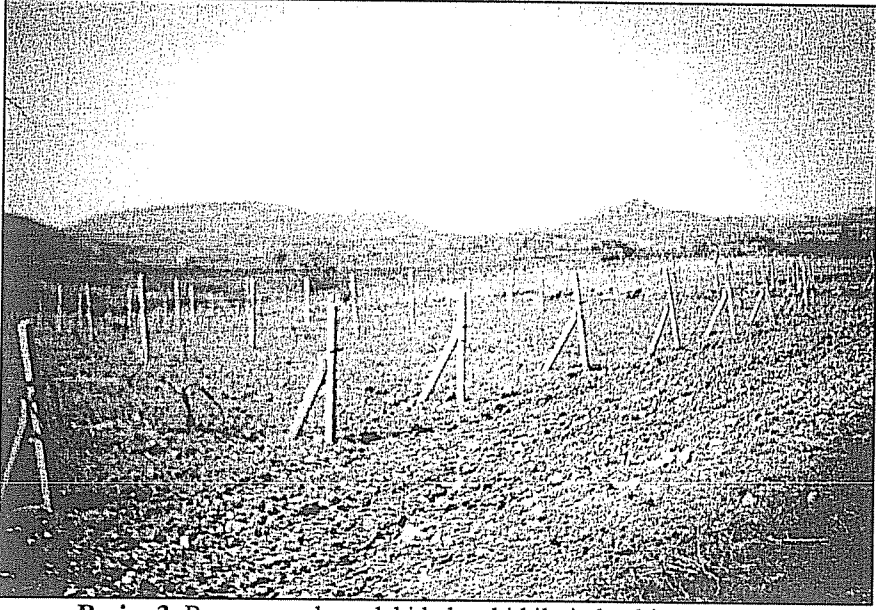


Resim 1. Tepeköy Barajı aks yeri

şeklinde (asma yetiştiriciliği hariç). Bölgede yetişen bazı kültür bitkileri; mısır, buğday, arpa ve pamuktur. Rezervuar alanındaki tarla bitkilerinden bir görünüm Resim 2’de ve bahçe bitkilerinden bir görünüm Resim 3’de görülmektedir.



Resim 2. Rezervuar alanındaki tarla bitkilerinden bir görünüm



Resim 3. Rezervuar alanındaki bahçe bitkilerinden bir görünüm

Tepeköy Barajı rezervuar alanı ve yakın çevresinin bitki örtüsü tipik Akdeniz maki formasyonudur. Akdeniz kuşağı bitkileri Kuzey Afrika'nın kurak olan bazı bölgeleri hariç Akdeniz'i çevreleyen tüm kıyıları kapsamaktadır. Proje alanındaki hakim bitki örtüsü, Akdeniz'in de tipik bir bitki örtüsü olan kızıl çamdır (Resim 4). Akdeniz Bölgesi'nin klimaks topluluğu doğal koşullarda sert yapraklı yeşil bitki türleri ile çamdan (*Pinus brutia*) oluşmaktadır.

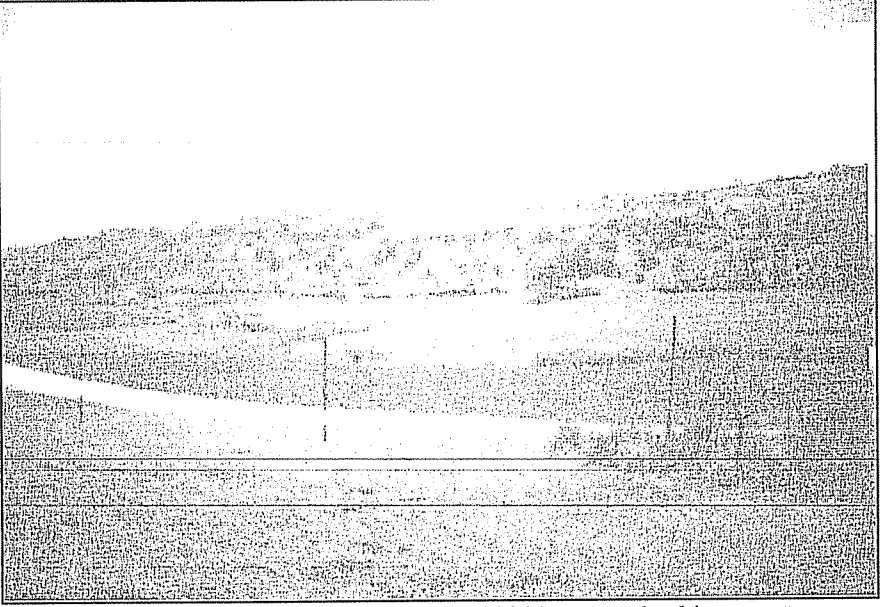
Tepeköy rezervuar alanının büyük bir kısmında karasal vejetasyon görülmekle birlikte, Kanlıdere yatağı ve yakın çevresinde sucül vejetasyon görülmektedir. Tepeköy Barajı rezervuarı ve yakın çevresindeki vejetasyonu dört grupta toplayabiliriz;

1. *Dere yatağı vejetasyonu*: Baraj rezervuarının dolmasından direkt olarak etkilenecek ve bünyesinde bulunan vejetasyon ortadan kalkacaktır. Eğer baraj gölü maksimum hacimde dolmazsa bu vejetasyon varlığını göl alanı yamaçlarında sürdürecektir.

2. *Sulak alan vejetasyonu*: Sulak alan vejetasyonunda baskın ağaç türü *Salix alba*'dır. Baskın çalı türü ise *Tamarix parviflora DC*'dir.

3. *Kızıl çam ormanı vejetasyonu*: Tepeköy Barajı rezervuarı ve yakın çevresinde en çok rastlanan ağaç türü kızıl çamdır.

4. *Bozuk maki vejetasyonu*: Baraj gölü alanında tarıma uygun olmayan kısımlarda görülen vejetasyon tipidir



Resim 4. Rezervuar alanındaki doğal bitki örtüsünden bir görünüm

3.1.3. Hava Kalitesi ve Gürültü

Rezervuar alanında ve yakın çevresinde hiçbir sanayi kuruluşunun olmaması ve burada yaşayan insanların havayı kirletici herhangi bir faaliyeti bulunmadığından bölgede hava kalitesi çok yüksektir. Rezervuar alanında gürültünün kaynağı yalnızca yerleşim yerleri ve tarım sahalarındaki makinelerin çıkardığı seslerdir. Bu sesler insanların rahatsız olacağı düzeyde olmadığından bölgede gürültü yok denecek kadar azdır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, Tepeköy Barajı projesi faaliyetleri incelenmiş ve bu faaliyetlerin gerek proje alanına gerekse ekolojik ve sosyo-ekonomik çevre bütününe ne şekilde etkileyeceği tahmin edilerek alınması gereken önlemlere yer verilmiştir.

Tepeköy Barajı'nın yapımı sırasında kazı, dolgu, malzeme alımı, boşaltım, yol açma veya iyileştirme gibi işlemler sebebiyle mevcut arazinin topoğrafik yapısında değişiklik olacaktır. Baraj inşası sırasında yapılan kazı ve çıkan malzemenin arazide depolanması veya dolguda kullanılması sırasında mevcut hava kalitesi bozulacaktır. Yayılan toz görüş mesafesini düşürecek ve kütleli hava hareketlerine bağlı olarak inşaat alanından memba ya da mansap tarafına doğru ilerleyecektir. Yakın çevredeki yerleşimlerin ve bitki örtüsünün minimum ölçüde zarar görmesini temin etmek için yaklaşık 3,5-4 km' lik taşıma yollarının sulanması, taşınan ve yığılan malzemenin ıslatılması gerekecektir. Araç ve makinelerin kullanılması yörede eksoz gazı emisyonu, vibrasyon ve gürültüye sebep olacaktır.

Toplam 222403 m³'lük hafriyat atığı malzemenin inşaat alanı dışındaki memba ve mansap arazilerine rasgele atılmasını önlemek amacı ile dolgu malzemesi olarak

kullanılacaktır. Ayrıca açık kazı ve üst katmanlardan çıkan ağaç ve köklerinin, çalı ve otların, kütüklerin vb. malzemenin nehre atılmasını önleyecek bir planın uygulanmasına ihtiyaç duyulacaktır. Derivasyon ve batardo inşaatlarının da çevre üzerine olumsuz etkileri vardır.

Rezervuar alanı ve aks yerinin hazırlanması sırasında kullanılacak patlayıcı maddelerin doğal hayata en az etki vermesi için gerekli düzenlemelerin yapılmasına ihtiyaç olacaktır. Kırma, öğütme ve hafriyat gibi işlemler için hava kalitesine zarar vermeyecek şekilde düzenlemeler yapılması gerekecektir. Bunun için malzeme sahalarında kurulan işletme tesislerinden inşaat alanına giden güzergah üzerinde seyredecek olan taşıma araçlarının üzerleri örtülmeli ve yol hamlık ve bozulma derecesine göre periyodik olarak arazözlerle sulanmalıdır. Bu sulama işinin sıklığı özellikle yaz aylarında artırılmalıdır.

Baraj ve diğer yapılar için gerekli nitelik ve nicelikte gercin proje sahası ile yakın çevresinde mevcut olduğu belirlenmiştir. Baraj zonlu kaya dolgu olduğundan çekirdeğinde kil kullanılacaktır. Geçirimsiz kil gerci için 5 adet, yarı geçirimli için 3 adet, geçirimli ile kaya gerci için 1'er adet saha olmak üzere 10 adet saha belirlenmiştir. Bu sahalar inşaat alanına 3,5-4 km uzaklıktadır. Bu yüzden ulaşım için servis yolu gerekmektedir. Arazi hazırlanması ve inşaat alanı için gerekli arazinin temini amacı ile kayda değer bir ağaç kesimi yoktur.

Tepeköy Barajı rezervuar alanında 61,0-208,4 kotunda toplam 496 ha arazi su altında kalacaktır. Su altında kalacak olan arazinin 291 ha tarım arazisidir, 76 ha dağlık-tepelik, 110 ha arazisi ve geri kalan 19 ha ise ormanlık alandır

Rezervuar alanında su toplandıktan sonra birçok memeli, kuş ve sürüngen türünün de yaşam ortamları ortadan kalkacaktır. Bu nedenle göl oluşumunda tüm bu hayvan türleri direk olarak etkilenecektir. Bunun yanında memeliler ve sürüngenlerin göl oluşumundan sonra çeşitli yönlerle bağlantıları kesilecektir. Bu da hayvanların göçleri üzerinde olumsuz etkiler yaratacaktır.

Arazinin hazırlanmasından başlayarak faaliyetin açılmasına dek yerine getirilecek işlerde çalışacak personelin ihtiyaçlarını karşılayacak herhangi bir tesis yapılmayıp bu ihtiyaçlar rezervuar alanına 10 km uzaklıkta bulunan Tarsus ilçesinden karşılanacaktır. Personelin inşaat aşamasında evsel nitelikli atık suları çevreye zarar verecek ölçüde değildir.

Inşaat aşamasında ortaya çıkacak atık malzemeler, metal kutular, kauçuk, lastik, makine parçaları, metal aksam, beton atığı, evsel nitelikli atık sular, organik çöp, personelden kaynaklanan organik çöp ile inşaat aşamasında meydana gelen geri kazanılabilir materyalin karıştırılmaması gerekir. Çöpün arazide düzenli depolanması için bir alan ayrılmalıdır. Ayrıca faaliyet alanında biriken çöplerin bu alandan uzaklaştırmak için yetkili kuruluşla anlaşma yapılmalıdır.

Baraj gölünün oluşmasıyla yakın çevrenin sıcaklığında hissedilir derecede düşüşler olacaktır. Oluşacak su yüzeyine bağlı olarak meydana gelecek bu sıcaklık düşüşleri birçok etmen üzerinde olumlu yada olumsuz etki doğuracaktır. Özellikle doğal bitki örtüsü, yaban hayatı, tarım, hayvancılık, ve ormancılık üzerinde hissedilir derecede olumlu etkiler olabilecektir. Bunun yanında sıcaklık değişimleri evaporasyona sebep olabilecektir. Bölgede baraj oluşumuna bağlı olarak havanın nispi neminde yükselmeler olacaktır. Nispi nem artışı iklimatik konfor açısından olumsuz etkiler yaratabileceği gibi

doğal bitki örtüsü, yaban hayatı, tarım, hayvancılık ve ormancılık açısından olumlu etkiler yaratacaktır.

Rezervuar alanının oluşması ile rezervuar içinde kalacak mevcut vejetasyon tamamen ortadan kalkacaktır. Bu vejetasyonun ortadan kalkması ise her geçen gün yaşama alanları azalan birçok bitki ve hayvan türü üzerinde olumsuz etkiler yaratacaktır. Baraj gölünün oluşumu ile bölgede sulu tarıma geçileceği de bir gerçektir. Bu durumda mevcut tarım alanlarında büyük ölçüde verim artışı sağlanacak, yöre halkı ve ülke ekonomisine olumlu yönde doğrudan yansiyacaktır.

Tepeköy Barajı'nın yapılmasıyla hem inşaat hem de işletme sırasında bölgenin çehresi büyük ölçüde değişecektir. Bölge proje öncesine oranla büyük ölçüde gelişecektir. Bölge sosyo-ekonomik bakımdan ele alınırsa olumlu yönde bir gelişme olduğu görülebilir. Bölgede yaşamını sürdüren ailelerin gelirleri artacak ve buna bağlı olarak da hayat standartları yükselecektir. Gerek inşaat gerekse işletme aşamasında önemli ölçüde iş gücüne gereksinim duyulacaktır. Bu iş gücü bölgede yaşayan halk arasında olacağından yalnız barajın getirdiği sulama imkanından değil, doğrudan faaliyetin içinde çalışacaklarından ekonomik güç elde edeceklerdir. Burada yaşayan insanlar baraj inşaatı (yaklaşık 3 yıl) süresince bu olanağı bulacaklardır. Proje işletmeye açıldıktan sonra da bölgedeki halk işletme aşamasında çalışma imkanı bulacaktır. Bu proje bünyesinde gerek inşaat gerekse işletme sırasında yaklaşık 500 vasıfsız işçi çalışacaktır. Dolayısı ile bu imkandan hareketle köyden kente göçte azalma görülecektir. Artan gelir seviyesine bağlı olarak bölgede ekonomik faaliyetler yönünde bir artış olacaktır. Bu ekonomik faaliyetler içinde yeni faaliyet alanları ortaya çıkacaktır. Baraj gölünün iyi şekilde kullanılması sonucu (baraj gölüne uygun karakterli balık aşılama) yörede değişik iş imkanları doğacaktır.

5. SONUÇ

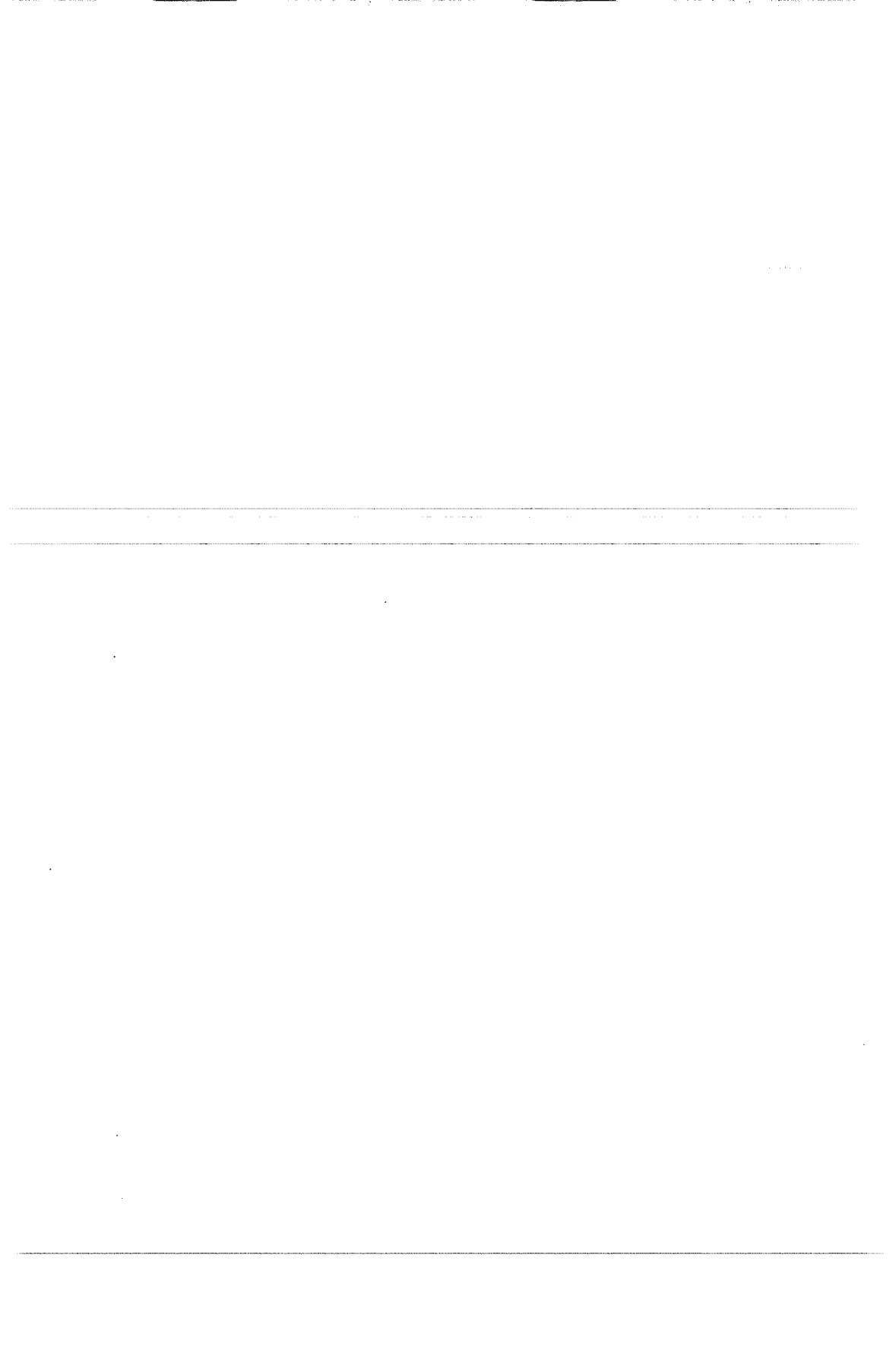
Bu çalışmada, yürürlükte bulunan ÇED Yönetmeliği'ne göre Ön ÇED Raporu hazırlanması istenen Tepeköy Barajı ile ilgili araştırmalar yapılmıştır. Bu araştırmalar neticesinde baraj gölündeki doğal bitki örtüsünün ve yaban hayatının faaliyetten dolayı değişeceği ve bu değişim sonucu oluşan olumlu ve olumsuz etkileri belirlenmiş, olumsuzlara karşı önlem alınması gerektiği vurgulanmıştır.

Barajın inşası, yapıldığı akarsuyun doğal akışını ortadan kaldıracak ve bunun sonucu olarak burada yaşayan türleri etkileyecektir. Rezervuar ve yakın çevresinde göl oluşumu ile birlikte 2-4°C arasında (yaz ayları) bir düşüş olacaktır. Bu da yakın çevrede sıcaklık açısından bir konfor sağlayacaktır. Bu sıcaklıktan bitki örtüsü, yaban hayatı ve yöre halkı da olumlu yönde etkilenecektir. Göl oluşumundan dolayı bölgede nispi nem artışı olacaktır. Araştırma alanında değişik vejetasyon tipleri mevcuttur. Buna bağlı olarak ta habitatlar bulunmaktadır. Oluşan gölden dolayı yeni vejetasyon tipleri oluşacak ve mevcut vejetasyon tipleri ya ortadan kalkacak ya da değişikliğe uğrayacaktır. Barajın yapılması ile bölgeye ekonomik girdiler artacak buna bağlı olarak da yöre halkının alım gücü artacaktır.

Sonuç olarak; su kaynakları projelerinin, çevreye olası olumlu ve olumsuz etkileri planlama aşamasında detaylı bir şekilde incelenmeli, alınması gereken önlemler belirlenmelidir. Çevre üzerinde olumsuz etkileri nispeten fazla olan projelerin yerine, alternatif projeler uygulamaya konulmalıdır.

6. KAYNAKLAR

1. Uzun,G., Gültekin,E., Akıncı,G., Altunkasa,M.F., Yılmaz,T., Ortaçesme,V. ve Atmaca,M., "The Environmental Impact Assessment of Proposed Berke Dam and Hepp Project with Reference to Biological Environmenta"l, Ç.Ü. Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Adana, 1991.
2. Akyar,H., Salihoglu,I., Aydınliyım,F., Yılmaz,N. ve Onur,A.K. "Kayraktepe Barajı Çevresel Etki Değerlendirilmesi Raporu", Ankara, 1994.
3. Atmaca,M., "Çatalan Barajı ve Çevresi Doğal Bitki Örtüsü ve Yaban Hayatının Doğa Koruma Yönünden İncelenmesi", Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 1994.
4. Dorn ve ark., "Köprüçay Beşkonak I Barajı HES ve Beşkonak II Barajı HES Çevresel Etki Değerlendirmesi Raporu", Çevre Bakanlığı, Ankara, 1994.
5. Yılmaz,Ö., "Hidroelektrik Enerjinin Çevresel Açından Diğer Enerji Sistemleri İle Karşılaştırılması ve Olumsuz Etkilerin Giderilmesi Yöntemleri", Türkiye 6. Enerji Kongresi Teknik Oturumlar Tebliğleri-2, İzmir,1994.
6. Yılmaz,N., "Deriner Barajı ve HES Projesi Çevresel Etki Değerlendirmesi Raporu. Çevresel Etki Değerlendirilmesi Semineri", DSİ İçme Suyu Kanalizasyon Dairesi Başkanlığı, Ankara, 1995.
7. Müezzinoğlu,A., "Enerji Üretimi ve Çevresel Etki Değerlendirmesi", Çevre Sorunları Vakfı Yayını, Önder Matbaa, Ankara, 1991.



ADANA İLİNDEKİ ENDÜSTRİYEL SEKTÖRLERİN KİRLETİCİLİK ORANLARININ TAHMİNİ*

Fuat BUDAK ve Ahmet ATLI

Ç.Ü., Çevre Mühendisliği Bölümü, Adana/Türkiye

ÖZET : *Bu çalışmada, Adana ilindeki sanayiden kaynaklanan endüstriyel kirletici yükleri Endüstriyel Kirlilik Projeksiyon Sistemi (IPPS) ile elde edilmiş endüstriyel kirlenme yoğunluk faktörleri kullanılarak sektörel bazda oransal olarak tahmin edilmiştir. Endüstriyel kirletici yüklerinin tahmininde toksik kirlenme (hava, su ve toprak için), toksik metal kirlenmesi, hava kirlenmesi (SO₂ ve PM₁₀) ve su kirlenmesi (BOİ ve AKM) parametreleri dikkate alınmıştır.*

ESTIMATING OF RATIONAL POLLUTION LOAD FOR INDUSTRY SECTORS IN ADANA

ABSTRACT : *In this paper, the emissions factors available in Industrial Pollution Projection System (IPPS) were used to estimate industrial pollution emissions of industry sectors in Adana -Turkey. The estimated industrial pollution emissions cover toxic pollution (for air, land and water), toxic metal pollution, air pollution (SO₂, and PM₁₀) and water pollution (BOD and TSS) parameters.*

*Bu araştırma Çukurova Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından desteklenmiştir. Proje No: MMF.2000.18

1. GİRİŞ

Özellikle 1980'li yıllardan sonra gelişmekte olan bir çok ülkede endüstriyel kirlenmeyi kontrol altına almak amacıyla standartlar ve alınıp-satılabilir izinler, depozit geri ödeme sistemi, atık su ücreti, çevre temizlik vergisi gibi çok çeşitli ekonomik araçlar kullanılmaya başlanmıştır. Ancak, bu standartların ve ekonomik araçların uygulanmasında önemli problemlerle karşılaşmakta ve istenilen hedeflere ulaşılamamaktadır. Kapsamlı ve güvenilir bir endüstriyel emisyonları izleme ve denetleme sisteminin olmayışı ve endüstriyel kirlenme kontrol standartlarının uygulanmasında yaptırım gücünün zayıflığı bunun en önemli nedenleri arasında sayılabilir.

Genel olarak gelişmekte olan ülkelerin büyük bir çoğunluğunda, kaynakların sınırlı olması nedeni ile endüstriyel kirleticiler ile ilgili veriler oldukça yetersiz düzeydedir. Bu bilgilerin mevcut olduğu durumlarda ise genellikle söz konusu veriler sınırlı sayıda kirleticiyi kapsamakta ve bu kirleticilerin çevre üzerine olan farklı düzeydeki toksik etkileri ile ilgili bilgileri içermemektedir. Bu nedenle, önceliklerin belirlenmesi, strateji ve politikaların oluşturulması, ulusal çevre eylem planlarının (UÇEP) hazırlanması, sektörel ve coğrafi bazda uygulanacak ekonomik araçların seçimi gibi temel bilgi gerektiren endüstriyel kirlenme kontrol çalışmalarında önemli zorluklarla karşılaşmaktadır (1,2).

Gelişmekte olan bir çok ülkede görüldüğü gibi ülkemizde de buna benzer bir yapı gözlenmektedir. Ülkemizde endüstriyel kirlenme ölçüm çalışmaları yapılmakla birlikte bunlar oldukça sınırlı sayıdadır. Örneğin, UÇEP çalışmaları sırasında çeşitli kamu kuruluşları ve sanayi tesisleri tarafından yapılmış veya yaptırılmış emisyon ölçüm sonuçları ve raporları bulunmaktadır. Ancak, bu ölçümlerdeki önemli eksiklikler yüzünden, Türkiye koşullarında bu verilerden emisyon faktörlerinin bulunması mümkün olmamaktadır (3).

Söz konusu bilgi eksikliğini gidermek amacıyla Dünya Bankası Çevre Araştırma Birimi tarafından Endüstriyel Kirlenme Projeksiyon Sistemi (*Industrial Pollution Projection System, IPPS*) geliştirilmiştir (1). IPPS, birim üretim değerine karşılık kirlenme veya çalışan kişi başına kirlenme olarak tanımlanan endüstriyel kirlenme yoğunluk faktörleri (*Industrial Pollution Intensity Factors*) tahminlerine dayanmaktadır. IPPS ile elde edilen data setleri veri eksikliğinin bulunduğu bir çok ülkede endüstriyel kirlenme yüklerinin tahmini ve diğer amaçlara yönelik çalışmalarda kullanılmaktadır. Söz konusu veriler özellikle endüstriyel kirlenme yükleri açısından sektörler arası analizlerde oldukça sık kullanılmaktadır (1,2,4,5,6,7). Türkiye'de bu sistemin kullanıldığı bir çalışmaya rastlanmamakla beraber, EPA (Environmental Protection Agency) ve CEC-CORINAIR (Commisson of European Communities) emisyon faktörleri kullanılarak yapılmış çalışmalar bulunmaktadır (1,8).

Bu çalışmada, IPPS ile elde edilmiş endüstriyel kirlenme yoğunluk faktörleri kullanılarak, Adana ilindeki sanayiden kaynaklanan endüstriyel kirlenme yükleri sektörel bazda tahmin edilmeye çalışılmıştır. Endüstriyel kirlenme yüklerinin belirlenmesinde toksik kirlenme¹ (hava, su ve toprak için), toksik metal kirlenmesi², hava kirlenmesi (SO₂, PM₁₀) ve su kirlenmesi (BOİ ve AKM) parametreleri kullanılmıştır.

Aynı miktardaki farklı kirleticilerin çevre ve insan sağlığı açısından oluşturduğu risk farklı olabileceğinden (4) söz konusu kirleticiler bir kimyasal maddeye göre

ağırlıklandırılarak ortaya konulmuş ve elde edilen bu ağırlıklı değerler ağırlıksız endüstriyel kirletici yükleri ile karşılaştırılmıştır.

Ayrıca, Adana ili endüstrisinin geçmişe dönük gelişimi dikkate alınarak 2005 yılı için projeksiyonları yapılmış, olası gelişimi incelenmiştir. Bu projeksiyonlar dikkate alınarak 2005 yılı için yukarıda sözü edilen endüstri kaynaklı kirletici parametrelerin değerleri tahmin edilmiş ve 1997 yılı değerler ile karşılaştırılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada Devlet İstatistik Enstitüsü'nden (DİE) sağlanan Adana ili imalat sanayii verileri ile IPPS ile elde edilen endüstriyel kirletici yoğunluk faktörleri kullanılmıştır. DİE'den alınan Adana ili imalat sanayii verileri kamuya ait tüm endüstriyel işletmeler ile özel sektöre ait 10 ve daha fazla işçi çalıştıran işletmeleri kapsamakta olup aşağıdaki bilgilerden oluşmaktadır:

- Uluslararası Endüstriyel Sınıflandırma Standartları'na (International Standard Industrial Classification, ISIC) göre endüstriyel sektörler
- Her sektördeki işyeri sayısı
- Her sektörde çalışanların sayısı
- Sektörel bazda toplam üretim değeri

Çalışmada kullanılan çalışan kişi başına endüstriyel kirlenme yoğunluk faktörleri bir modelleme sistemi olan IPPS ile elde edilmiş veri setlerinden oluşturulmuştur. IPPS ile elde edilen kirlenme yoğunluk faktörleri birim üretim miktarı, birim katna değer ve çalışan kişi başına olmak üzere 3 şekilde hesaplanmaktadır. Söz konusu bu faktörler, ABD'de bulunan yaklaşık 200.000 endüstriyel işletmeden sağlanan ekonomik datalar ile 20.000 işletmeden sağlanan EPA emisyon ölçümlerinin meydana getirdiği uzun yıllara dayanan veri tabanlarından yararlanılarak oluşturulmuştur (1,2).

Endüstriyel kirlenme yoğunluk faktörlerinin tahmininde kullanılacak en ideal veri, üretilen ürünün fiziksel miktarı olmakla birlikte bu verilerle bulunacak faktörler sektörler arası karşılaştırmayı mümkün kılmadığından, sektörleri aynı bazda inceleme imkanı sağlayan birim üretim değeri (parasal) başına veya çalışan kişi başına kirlenme yoğunluk faktörlerinin kullanılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Çalışan kişi başına endüstriyel kirlenme yoğunluk faktörleri ile birim üretim değeri başına kirlenme yoğunluk faktörleri kullanılarak yapılan çalışmalarda benzer sonuçlar alındığından (1,2,4), çalışmada çalışan kişi başına yoğunluk faktörleri kullanılmıştır.

Adana ilinde endüstriyel kirlenme sektörel bazda tahmini sektörler itibariyle DİE'den sağlanan çalışan sayısı ile IPPS'den elde edilen çalışan kişi başına endüstriyel kirlenme yoğunluk faktörleri çarpılarak bulunmuştur. Bulunan bu değerler, yine sektörel bazda, ISIC kodları ile birlikte söz konusu kirletici yüklerinin büyüklüklerine göre sıralanarak analiz edilmiştir.

1) USEPA Toksik Deşarj ve Emisyon Envanteri' nde yer alan 300' den fazla toksik kirleticiyi içerir.

2) Bunlar ; alüminyum, antimon, bakır, baryum, berilyum, cıva, çinko, gümüş, kadmiyum, kobalt, krom, kurşun, maneb, mangan, molibden, nikel, osmiyum tetroksit, talyum, titanyum, toryum dioksit, vanadyum ve zineb'tir.

Sektörel bazda ağırlıklı endüstriyel kirletici yükleri, referans kimyasal madde olarak sülfürik asit dikkate alınarak ve American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) tarafından yayınlanan Eşik Sınır Değerleri (Threshold Limit Values, TLVs) kullanılarak aşağıdaki formül yardımı ile her kirletici için risk faktörü sülfürik asit eşdeğeri olarak hesaplanmıştır.

$$w_i = \text{sülfürik asit için TLV değeri} / \text{kirletici}_i \text{ için TLV değeri}$$

Burada; w_i kirletici_i için sülfürik asit eşdeğeri risk faktörünü göstermektedir. Hesaplanan bu risk faktörleri IPPS ile tahmin edilen kirletici yükleri ile çarpılarak sektörel bazda ağırlıklı endüstriyel kirletici yükleri bulunmuştur.

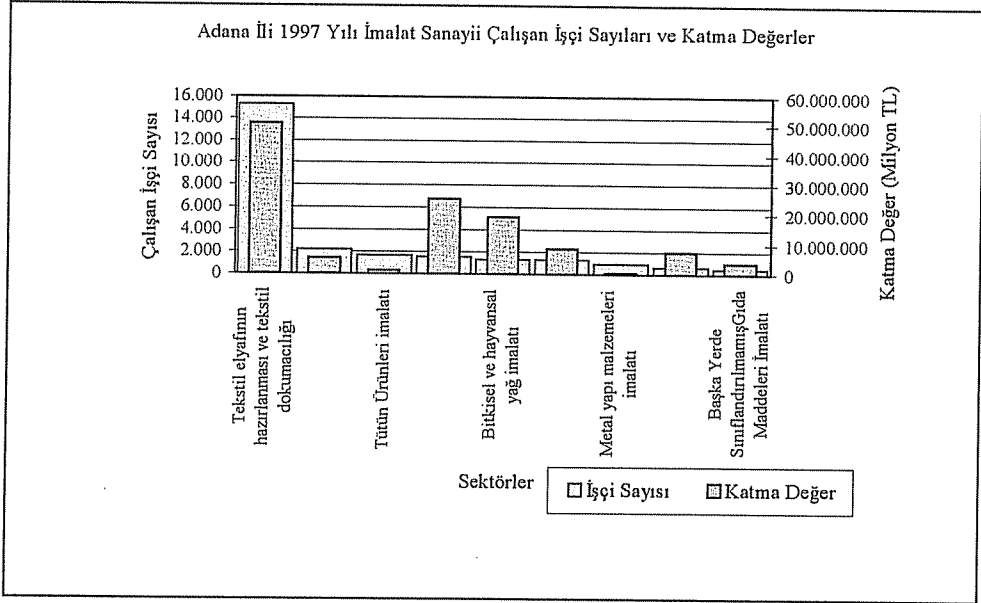
Adana ili imalat sanayi için yapılacak olan 2005 yılı projeksiyonlarında 1988-1997 yıllarını kapsayan 10 yıllık döneme ait DİE verileri kullanılmıştır.

3. ADANA'NIN ENDÜSTRİYEL DURUMU

Adana ili 14.030 km² yüzölçümü ve 1997 yılı Genel Nüfus Sayım sonuçlarına göre 1.689.155 toplam nüfusu ile ülkemizin güneyinde ve Akdeniz bölgesinin doğusunda yer alan önemli bir sanayi merkezidir. 1997 DİE verilerine göre toplam GSMH'nın %3,5'ini sağlayan Adana'nın GSYİH'nın sektörel dağılımına bakıldığında, sanayi sektörü %31,8'ile ilk sırayı alırken bunu %22 ile ticaret sektörü ve % 20 ile tarım sektörü takip etmektedir (9).

Adana'da 1960'lı ve 1970'li yıllarda görülen sanayi hamleleri daha sonraki yıllarda duraklama göstermiştir. 1990-1995 döneminde sanayi şirketlerinin yapmış olduğu yatırımlar, türleri itibariyle incelendiğinde yeni yatırımlara ilginin azaldığı, mevcut yatırımların tevsiine, teknolojinin yenilenmesine ve çevre koruma yatırımlarına ağırlık verildiği görülmektedir (9).

Adana'da sanayi profiline bakıldığında büyük ölçekli tekstil fabrikalarının, yağ ve çırçır prese tesislerinin, çimento ve makina fabrikalarının çoğunlukta olduğu görülmektedir. Büyük işletmeler yeni yatırımlarını ve yönetim merkezlerini büyük ölçüde Marmara Bölgesi'ne kaydırmaktadır. Adana'da faaliyet gösteren küçük işletmeler içinde sayısal büyüklük sırası esas alındığında; gıda, metal eşya-makina teçhizat, orman ürünleri-mobilya ile dokuma ve giyim firmalarının ilk sıralarda yer aldığı görülmektedir. Dokuma ve giyim sanayisinde faaliyet gösteren küçük işletmelerdeki azalış aynı sanayi kolunda faaliyet gösteren büyük işletmelerle benzerlik gösterirken, metal sanayicileri çoğunlukla tekstil sektörüne, kısmende tarımsal mekanizasyona bağlı olarak yapılandıklarından, tekstil sektöründe son yıllarda yeni yatırımların yapılmaması, mevcut tesislerin teknoloji değiştirerek dışa bağımlı ileri teknolojilere geçmesi ve tarımsal mekanizasyonun bölgede doyum noktasına ulaşması gibi nedenlerle, metal sanayiinde önemli bir talep, dolayısıyla üretim düşüşü olmuştur (9). Adana ilide katma değer ve çalışan işçi sayısı değerlerine göre ilk sıralarda yer alan sanayi sektörleri Uluslararası Endüstriyel Sınıflandırma Standartlarına göre Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Adana İli İmalat Sanayii Çalışan İşçi Sayıları ve Katma Değerleri

Adana ilinde bulunan sektörlerin 1997 yılı ve 1988-1997 yıllarını kapsayan 10 yıllık döneme ait verileri kullanılarak tahmin edilen 2005 yılı katma değer ve çalışan işçi sayılarının dağılımı Çizelge 1'de verilmiştir.

Adana'da 1997 yılı Devlet İstatistik Enstitüsü verilerine göre 10 kişiden fazla işçi çalıştıran sektörlerden en büyük 8 tanesi toplam işçi sayısının %72'sini, toplam katma değer ise %65'ini oluşturmaktadır.

Adana ili İmalat sanayisinde 1988-1997 yılları arasında toplam katma değer yaklaşık %25 artarken, toplam çalışan işçi sayısı %22 azalma göstermiştir (10). 2005 yılı projeksiyonuna bakıldığında ise 1997-2005 yılları arasında toplam katma değerde %2, toplam çalışan işçi sayısında %37'lik bir azalma beklenmektedir.

1997 yılı DİE verilerine göre Adana ilinde katma değer ve çalışan işçi sayısı olarak en büyük endüstriyel sektör tekstil sektörüdür. Toplam çalışan işçi sayısı ve oluşturulan katma değer oranlarına göre tekstil elyafının hazırlanması, iplik haline getirilmesi ve dokunması sektörü (3211) sırasıyla %44,28 ve %27,63 oranlarıyla ilk sırada yer almaktadır. Toplam çalışan işçi sayısından aldığı %6,29'luk payı ile tabi deri ve kürk dışında kalan hazır giyim eşyası imali sektörü (3222) ikinci sırada, %4,74'lük pay ile tütün ürünleri imalatı sektörü (3140) ise üçüncü sırada yer almaktadır. Yaratılan toplam katma değer açısından incelendiğinde ise, motorlu kara taşıtları ve ilgili parça ve aksesuarların imalatı sektörü (3843) %13,69'luk pay ikinci, bitkisel ve hayvansal sıvı ve katı yağ imalatı sektörü (3115) %10,45'lik payla üçüncü sırada bulunmaktadır. Bu verilerden de anlaşılacağı gibi Adana ilinde tekstil sektörü istihdam ve oluşturulan katma değer bakımından en önemli sektör durumundadır.

Çizelge 1. Adana İli İmalat Sanayi Çalışan İşçi Sayısı ve Katma Değerleri

Endüstriyel Sektörler		1997				2005 (Tahmini)			
		Ortalama İşçi Sayısı		Katma Değer		Ortalama İşçi Sayısı		Katma Değer	
		%	Kümülatif %	%	Kümülatif %	%	Kümülatif %	%	Kümülatif %
No	Sektör Adı								
3211	Tekstil elyafının hazırlanması ve iplik haline getirilmesi; tekstil dokumacılığı	44,28	44,28	27,63	27,63	31,02	31,02	34,31	34,31
3222	Tabi deri ve kürk dışında kalan hazır giyim eşyası imali	6,29	50,57	2,94	30,57	18,47	49,50	4,74	39,05
3140	Tütün türünleri imalatı	4,74	55,31	0,69	31,26	2,81	52,30	0,50	39,54
3843	Motorlu kara taşıtları ve bunların motorlarıyla ilgili parça ve aksesuarların imalatı	4,43	59,74	13,69	44,94	5,19	57,50	14,59	54,14
3115	Bitkisel ve hayvansal sıvı ve katı yağ imalatı	3,82	63,56	10,45	55,39	4,33	61,82	20,01	74,14
3560	Plastik ürünlerin imalatı	3,65	67,21	4,57	59,96	5,87	67,69	6,89	81,04
3813	Metal yapı malzemelerinin imalatı	2,66	69,87	0,33	60,29	6,93	74,63	0,63	81,67
3692	Çimento, kireç ve alçı imalatı	1,89	71,76	4,06	64,35	1,95	76,58	2,22	83,89

Kaynak: DİE,1997.

4. ADANA'DA SANAYİDEN KAYNAKLANAN KİRLİTİCİ EMİSYONLARI

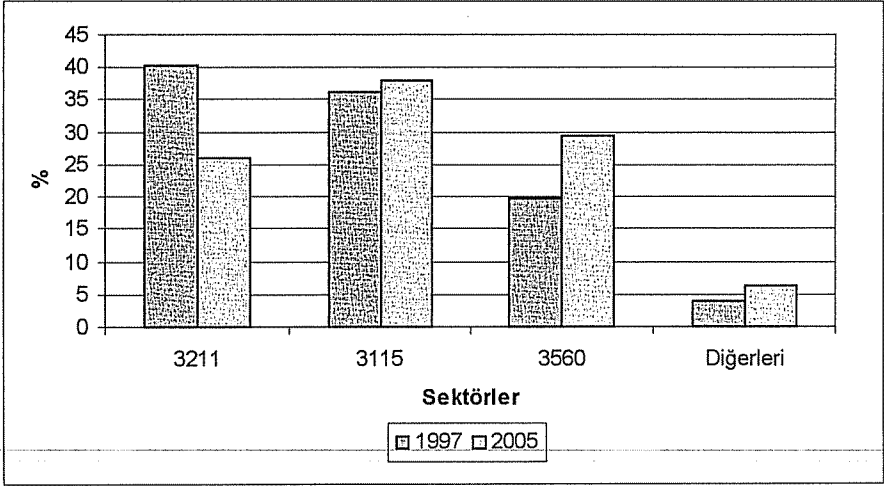
1997 ve 2005 yılları için IPPS kullanılarak sektörel bazda tahmin edilen emisyon değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere sektörel kirlilik yükleri 1997 ile 2005 yılları arasında önemli değişiklikler göstermemekle birlikte, 2005 yılı toksik kirlenme ve su kirlenmesi tahminlerinde, tekstil elyafının hazırlanması, iplik haline getirilmesi ve dokunması (3211) sektöründeki istihdam düşüşünün etkileri görülmüştür. 1997 yılında tekstil elyafının hazırlanması, iplik haline getirilmesi ve dokunması sektörü (3211) toksik kirlenmenin %37 sini teşkil ederken bu payın 2005 yılı için %24'e ineceği, söz konusu sektörün , bitkisel ve hayvansal sıvı ve katı yağ imalatı sektörünün (3115) ardından ikinci sırada yer alacağı tahmin edilmiştir.

Hava kirlenmesinde 1997 yılı değerlerine göre çimento, kireç ve alçı imalatı sektörü (3692) %45'lik pay ile birinci sırada yer almaktadır. Bu sektörün payının 2005 yılında %32'ye ineceği tahmin edilmiştir.

Adana ilinde sektörlere göre tahmin edilen BOİ (Biyolojik Oksijen İhtiyacı) değerleri Şekil 2'de verilmiştir. Adana'da 1997 yılı BOİ emisyonlarına göre tekstil elyafının hazırlanması, iplik haline getirilmesi ve dokunması sektörü (3211) %40 ile birinci sırada, %36'lık payı ile bitkisel ve hayvansal yağ imalatı sektörü (3115) ikinci sırada yer almaktadır. 2005 yılı tahminlerine göre yağ imalatının %38 ile birinci sırada, tekstil sektörünün payının ise %26'ya düşerek üçüncü sırada yer alacağı düşünülmektedir. 2005 yılında %29'luk payı ile plastik ürünleri imalatının (3560) BOİ emisyonlarına büyük katkısı olacağı beklenmektedir.

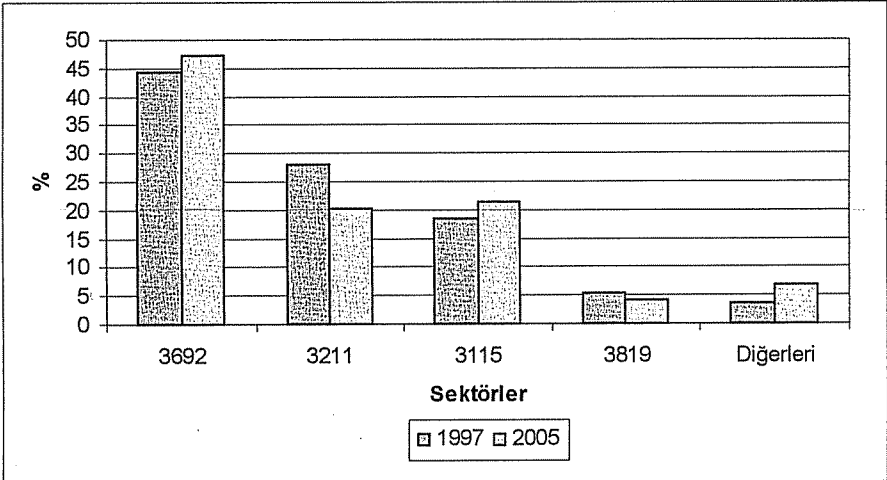
Çizelge 2. Adana İlinde Endüstriyel Kirlilik Yaratın Önemli Sektörler

1997				2005			
Sektör no	Sektör Adı	%	Kümülatif %	Sektör no	Sektör Adı	%	Kümülatif %
Toksik Kirlenme				Toksik Kirlenme			
3211	Tekstil elyafının hazırlanması ve iplik haline getirilmesi; tekstil dokumacılığı	37,12	37,12	3115	Bitkisel ve hayvansal sıvı ve katı yağ imalatı	26,72	26,72
3115	Bitkisel ve hayvansal sıvı ve katı yağ imalatı	25,29	62,41	3211	Tekstil elyafının hazırlanması ve iplik haline getirilmesi; tekstil dokumacılığı	24,24	50,97
3560	Plastik ürünlerin imalatı	9,92	72,33	3560	Plastik ürünlerin imalatı	14,88	65,85
3843	Motorlu kara taşıtları vs. imalatı	7,40	79,73	3843	Motorlu kara taşıtları vs. imalatı	8,07	73,92
Toksik Metal Kirlenmesi				Toksik Metal Kirlenmesi			
3211	Tekstil elyafının hazırlanması ve iplik haline getirilmesi; tekstil dokumacılığı	50,28	50,28	3211	Tekstil elyafının hazırlanması ve iplik haline getirilmesi; tekstil dokumacılığı	34,39	34,39
3819	Diğer metal eşya imali	14,21	64,49	3813	Metal yapı malzemelerinin imalatı	14,07	48,46
3843	Motorlu kara taşıtları vs. imalatı	9,13	73,62	3843	Motorlu kara taşıtları vs. imalatı	10,44	58,90
3115	Bitkisel ve hayvansal sıvı ve katı yağ imalatı	7,98	81,60	3819	Diğer metal eşya imali	10,39	69,29
Hava Kirlenmesi				Hava Kirlenmesi			
3692	Çimento, kireç ve alçı imalatı	44,60	44,60	3692	Çimento, kireç ve alçı imalatı	31,62	31,62
3115	Bitkisel ve hayvansal sıvı ve katı yağ imalatı	27,01	71,62	3115	Bitkisel ve hayvansal sıvı ve katı yağ imalatı	28,80	60,42
3211	Tekstil elyafının hazırlanması ve iplik haline getirilmesi; tekstil dokumacılığı	16,15	87,77	3211	Tekstil elyafının hazırlanması ve iplik haline getirilmesi; tekstil dokumacılığı	14,65	75,07
3843	Motorlu kara taşıtları vs. imalatı	2,40	90,17	3843	Motorlu kara taşıtları vs. imalatı	3,87	78,94
Su Kirlenmesi				Su Kirlenmesi			
3211	Tekstil elyafının hazırlanması ve iplik haline getirilmesi; tekstil dokumacılığı	34,16	34,16	3115	Bitkisel ve hayvansal sıvı ve katı yağ imalatı	29,78	29,78
3115	Bitkisel ve hayvansal sıvı ve katı yağ imalatı	27,28	61,45	3692	Çimento, kireç ve alçı imalatı	23,68	53,47
3692	Çimento, kireç ve alçı imalatı	22,26	83,71	3211	Tekstil elyafının hazırlanması ve iplik haline getirilmesi; tekstil dokumacılığı	23,23	76,70
3560	Plastik ürünlerin imalatı	9,96	93,68	3560	Plastik ürünlerin imalatı	14,90	91,60

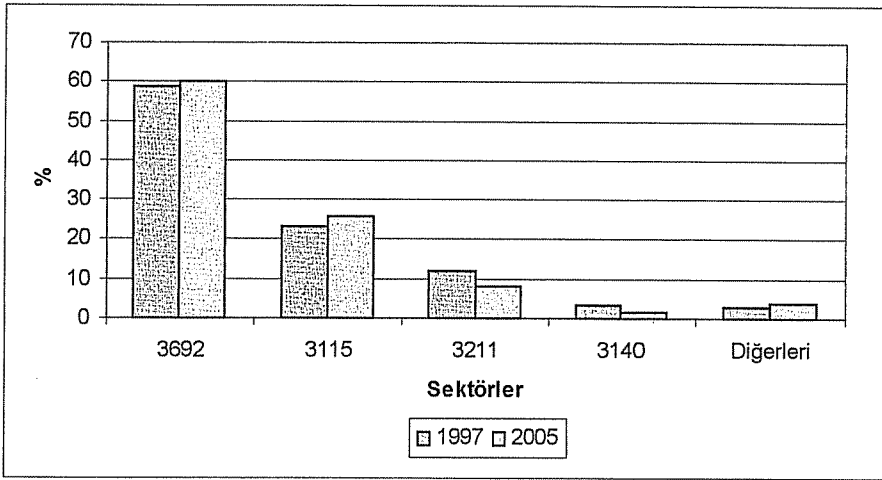


Şekil 2. Adana İlinde Tahmin Edilen BOİ Değerlerinin Sektörlere Göre Dağılımı

1997 yılında AKM (Askıda Katı Madde) emisyonlarının %45'lik büyük bir kısmı çimento, kireç ve alçı imalatından (3692) kaynaklanmaktadır. Tekstil elyafının hazırlanması, iplik haline getirilmesi ve dokunması sektörü (3211), AKM emisyonlarının %28'lik kısmını oluşturmaktadır. 2005 yılında çimento sektörünün AKM emisyonlarına katkısının %48 olacağı tahmin edilmektedir (Şekil 3).

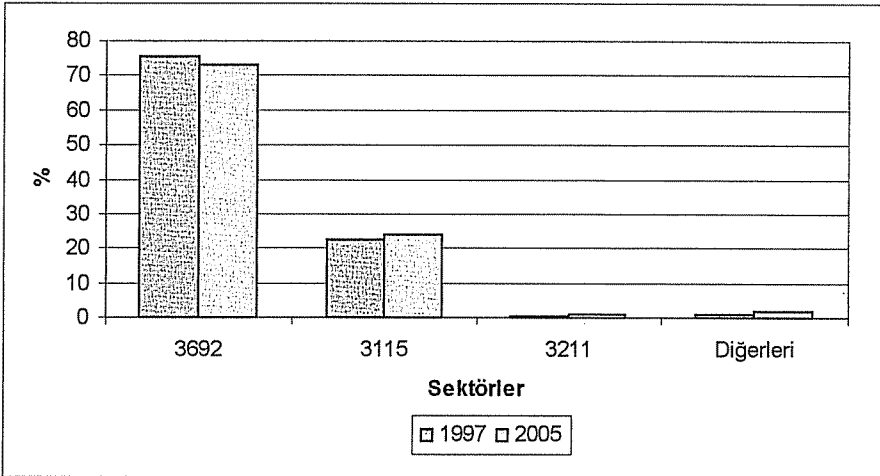


Şekil 3. Adana İlinde Tahmin Edilen AKM Değerlerinin Sektörlere Göre Dağılımı



Şekil 4. Adana İlnde Tahmin Edilen SO₂ Değerlerinin Sektörlere Göre Dağılımı

1997 yılı verilerine göre toplam SO₂ emisyonunun %59'u çimento, kireç ve alçı imalatı sektöründen (3692), %23'ü bitkisel ve hayvansal yağ imalatı sektöründen (3115) ve %12'sinin de tekstil elyafının hazırlanması, iplik haline getirilmesi ve dokunması sektöründen (3211) kaynaklanmaktadır. 2005 yılı emisyon tahminlerine bakıldığında bu oranların büyük değişimler göstermeyeceği görülmektedir (Şekil 4).



Şekil 5. Adana İlnde Tahmin Edilen PM₁₀ Değerlerinin Sektörlere Göre Dağılımı

Çimento, kireç ve alçı imalatı sektörü (3692) ince partikül emisyonu yayan sektörler arasında 1997 yılı değerlerine göre %75'lik pay ile birinci sırayı almaktadır. Aynı sektörün 2005 yılında da ilk sırada olacağı tahmin edilmiştir (Şekil 5).

5. SEKTÖRLERİN RİSK AĞIRLIKLIL EMİSYON FAKTÖRLERİNE GÖRE DERECELENDİRİLMESİ

Doğada bulunan yada birtakım kimyasal reaksiyonlar sonucu oluşan kimyasal maddelerin etkileri konsantrasyonlarına, miktarlarına ve maruz kalma sürelerine göre çeşitlilik gösterir. Kirlilik kontrolü çalışmalarında kirleticilerin miktarları önemli bir faktördür. Ancak önemli olan diğer bir faktör de kirleticilerin risk veya toksisite dereceleridir. Çok büyük miktarlarda doğaya verilen bir kirleticinin çevresel zararı yok denecek kadar az olabilirken, çok az miktarlarda doğaya verilen, toksik riski yüksek bir kirletici çok zararlı hatta öldürücü olabilmektedir.

Bu nedenle toksik kirleticilere ait eşik limit değerleri bir referans kimyasal madde ile ağırlıklandırılarak her toksik kirletici için risk faktörü hesaplanmıştır. Eşik limit değerleri (Threshold Limit Values, TLVs) günde 8 saat ve haftada toplam 40 saat çalışan bir işçinin dayanabileceği zaman ağırlıklı ortalama konsantrasyon olarak ifade edilebilir. TLVs değerleri, yıllık olarak ACGIH tarafından yayınlanmaktadır. Hesaplanan bu risk faktörleri IPPS ile tahmin edilen kirletici yükleri ile çarpılarak sektörel bazda ağırlıklı endüstriyel kirletici yükleri bulunmuş ve endüstriyel sektörler çeşitli medyalara göre derecelendirilmiştir.

Ağırlıksız ve ağırlıklı risk derecelendirmesi Çizelge 3'de verilmiştir. Çizelgede de görüldüğü gibi ağırlıklı ve ağırlıksız derecelendirme karşılaştırıldığında önemli değişimler sözkonusudur. Ağırlıksız derecelendirmeye göre ilk 8'e giremeyen bazı sektörlerin ağırlıklı derecelendirmede üst sıralarda yer aldığı görülmektedir.

Adana ilindeki endüstriyel sektörler arasında tekstil elyafının hazırlanması ve iplik haline getirilmesi (3211), bitkisel ve hayvansal yağ imalatı (3115), metal yapı malzemeleri imalatı (3813) ve çimento, kireç ve alçı imalatı (3692) sektörlerinin toksik kirletici özelliğinin yüksek olduğu görülmektedir.

Kirlilik kontrolü çalışmalarında, özellikle sektörel ve bölgesel planlamalarda ve standartların oluşturulmasında endüstriden kaynaklanan kirleticilerin toksik risklerinin dikkate alınması gerekmektedir.

6. SONUÇ

IPPS ile elde edilen data setleri veri eksikliğinin bulunduğu bir çok ülkede endüstriyel kirletici yüklerinin tahmininde, endüstriyel kirletici yükleri açısından sektör ve bölgelerarası analizlerde ve diğer amaçlara yönelik çalışmalarda oldukça sık kullanılmaktadır. IPPS ile elde edilen data setlerinin diğer ülkelerde kullanımını sınırlayan en önemli faktör ülkeler arasındaki teknolojik ve ekonomik durum ile yasal mevzuatlardaki yaptırımların farklılığıdır. ABD dışında IPPS ile yapılan çalışmalarda bulunan endüstriyel kirletici yükleri gerçek değerlerden daha düşük bulunmaktadır. Ancak bu durum sektörlerin endüstriyel kirletici yüklerine göre sıralanmasında önemli bir değişim oluşturmamakta ve endüstriyel sektörlerin kirletici yükleri bakımından karşılaştırılması çalışmalarında tutarlı sonuçlar vermektedir (1,2,11,12).

Bu nedenle, bu çalışmadan elde edilen sektörel kirletici yükleri gerçek değerlerden daha düşük tahmin edilmiştir. Ancak, bu durum sektörlerin kirletici yükleri bakımından önem derecelerine göre oluşturulan sıralamayı önemli ölçüde etkilememiştir.

Araştırmadan elde edilen sektörler arası analiz sonuçları, endüstriyel kirlenme kontrolü, bölgesel çevre politikalarının belirlenmesi, ekonomik ve yasal araçların düzenlenmesi çalışmalarına önemli ölçüde bilgi sağlayacaktır.

Çizelge 3. Adana İlinde Tahmin Edilen Toksik Kirlenmenin Sektörlere Göre Derecelendirilmesi

Sektör No	Sektör Adı	Ağırlıksız Derecelendirme	Ağırlıklı Derecelendirme
HAVA			
3211	Tekstil elyafının hazırlanması ve iplik haline getirilmesi; tekstil dokumacılığı	1	1
3122	Hayvan Yemleri İmalı	0	2
3311	Kereste ve Parke Sanayi	0	3
3813	Metal yapı malzemelerinin imalatı	8	4
3843	Motorlu kara taşıtları ve bunların motorlarıyla ilgili parça ve aksesuarların imalatı	4	5
3560	Plastik ürünlerin imalatı	2	6
3115	Bitkisel ve hayvansal sıvı ve katı yağ imalatı	5	7
3699	Başka yerde tasnif edilmemiş metal dışı ürünler	0	8
TOPRAK			
3211	Tekstil elyafının hazırlanması ve iplik haline getirilmesi; tekstil dokumacılığı	2	1
3115	Bitkisel ve hayvansal sıvı ve katı yağ imalatı	1	2
3819	Diğer metal eşya imali	3	3
3813	Metal yapı malzemelerinin imalatı	6	4
3843	Motorlu kara taşıtları ve bunların motorlarıyla ilgili parça ve aksesuarların imalatı	4	5
3560	Plastik ürünlerin imalatı	5	6
3699	Başka yerde tasnif edilmemiş metal dışı ürünler imali	7	7
3829	Başka yerde sınıflandırılmayan makine ve teçhizat imali (elektrik makineleri hariç)	0	8
SU			
3211	Tekstil elyafının hazırlanması ve iplik haline getirilmesi; tekstil dokumacılığı	1	1
3115	Bitkisel ve hayvansal sıvı ve katı yağ imalatı	2	2
3692	Çimento, kireç ve alçı imalatı	4	3
3813	Metal yapı malzemelerinin imalatı	3	4
3819	Diğer metal eşya imali	5	5
3311	Kereste ve Parke Sanayi	0	6
3122	Hayvan Yemleri İmalı	0	7
3822	Tarım ve orman makineleri imalatı	0	8

7. KAYNAKLAR

1. Hettige,H., Martin,P., Singh,M., Wheeler,D., "IPPS: The Industrial Pollution Projection System", Policy Research Department, Policy Research Working Paper 1431, The World Bank, Washington, D.C., 1994.
2. Laplante,B. and Smits,K., "Estimating Industrial Pollution in Latvia". Development Research Group, The World Bank, Washington, D.C., 1998.
3. Müezzinoğlu,A., "Sanayiden Kaynaklanan Hava Kirliliği". Ulusal Çevre Eylem Planı, Mart 1998, T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı Yayını, 1998.
4. Dasgupta,S., Laplante,B., Meisner,C., "Accounting for Toxicity Risks in Pollution Control: Does Matter?", Development Research Group, Environment & Infrastructure, The World Bank, Washington, D.C., 1998.
5. Hettige,H., Mani,M. and Wheeler,D., "Industrial Pollution in Economic Development: Kuznets Revisited", Working Paper Series, No. 1876, Development Research Group, The World Bank, Washington, D.C., 1998.
6. Brandon,C., Ramankutty,R., "Toward an Environmental Strategy for Asia", World Bank Discussion Papers #224, Chapter 4, pp. 65-73, Washington, D.C., 1993.
7. Dessus,S., Roland-Holst,D., Mensbrugge,D., "Input-Based Pollution Estimates for Environmental Assessment in Developing Countries", OECD Development Centre, Technical Papers No: 101, 1994.
8. Meriç,S., Babuna,F.G., Tünay,O., Taşlı,R., Orhon,D., "Ömerli ve Büyükçekmece Su Toplama Havzalarında Endüstriyel Kirlenmenin Değerlendirilmesi", TMMOB Çevre Mühendisleri Odası 2. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, 4-5 Aralık 1997, İstanbul, 1997.
9. AGV, Sosyal Ekonomik Rapor, Adana Güçbirliği Vakfı, Ç.Ü. Basımevi, Adana, 1997.
10. DİE, 1988-1997, İmalat Sanayi, Ankara.
11. World Bank, "Brazil, Managing Environmental Pollution in the State of Rio de Janeiro", Vol. I & II, Report No. 15488-BR, Washington, D.C., 1996.
12. World Bank, "Brazil, Managing Environmental Pollution Problems: The Brown Environmental Agenda", Vol. I: Policy Report, No. 16635-BR, Washington, D.C., 1998.

YAZIM KURALLARI

Gönderilecek makaleler, Mühendislik Bilimleri ile ilgili başka hiçbir yerde yayınlanmamış, orijinal bir araştırma niteliğinde olmalıdır. Çeviri ve derleme makaleler kabul edilemez. Yazı dili Türkçe ve İngilizce'dir. Dergi ofset tekniği ile basıldığından makaleler IBM uyumlu bilgisayarla Microsoft Word'97 ve yukarısı programda yazılmış, biri orijinal, ikisi fotokopi olmak üzere üç nüsha olarak gönderilmelidir.

Makalelerin incelemesi yapıldıktan sonra düzeltmeler yazarlar tarafından yapılmalı, tüm şekil ve grafikler yerleştirilmiş olarak, düzeltilmiş nüshaya ait disket ile birlikte 15 gün içerisinde geri gönderilmelidir. Makalenin başlığı metne uygun, kısa ve açık ifadeli olmalıdır. Başlık, büyük harflerle ve sayfa ortalanarak yazılmalıdır. Makale 1 satır aralıkla yazılmalıdır. Alt başlıklarla ilk paragraf ve paragraflar arasında 1 aralık bırakılmalıdır. Yazar ad ve soyadları unvan belirtilmeden, başlığın 1 cm altına sayfa ortalanarak yazılmalıdır. Yazar sayısı birden çok ise, hepsi alt alta yazılmalıdır. Yazar adresi (Üniversite, Fakülte, Bölüm, Şehir) makale başlığının altına yazılmalıdır.

Makaleler çizelge, şekil ve fotoğraflarla en fazla 15 sayfa olmalıdır. Ancak kısaltılması mümkün olmayan makalelerin yayınlanmasında yayın kurulu yetkilidir. Şekil ve grafikler çini mürekkep ile aydınlatılmış kağıda veya beyaz kuşe kağıda çizilmeli, resimler parlak fotoğraf kartına siyah-beyaz ve net basılmış olmalıdır.

Çalışma herhangi bir kurumun desteği ile yapılmış ise, bu ilk sayfanın altına * işaretini takip edecek şekilde dipnot olarak yazılmalıdır.

Başlıklar 1., 2., ve alt başlıklar 1.1., 1.2., vb. numaralandırılıp, alt başlıklar küçük harflerle, fakat kelime baş harfleri büyük olarak yazılmalıdır. Metindeki eşitlikler (1), (2),... vb. şeklinde numaralandırılmalı ve numaralar sayfanın en sağına yerleştirilmelidir. Daktiloda bulunmayan işaretler, siyah çini mürekkep ve şablon kullanılarak (veya elle çok düzgün bir şekilde) yazılmalıdır.

Makalenin bölümleri aşağıdaki sıraya göre olmalıdır : Türkçe başlık, özet, İngilizce başlık ve özet, metin, teşekkür (gerekli ise) ve kaynaklar. Özetler en az beş, en fazla on satır olmalıdır. Özetten sonra makalenin İngilizce başlığı büyük harflerle ve sayfa ortalanarak yazılıp, bunun altına da "Abstract" İngilizce olarak verilmelidir. Metinde mutlaka giriş ve sonuç bölümleri bulunmalıdır. Ara bölümler materyal ve metod, deneysel çalışma, teorik esaslar gibi başlıklar veya alt başlıklar şeklinde düzenlenebilir. Metin içinde kaynaklara atıfta bulunmak istenildiğinde, yazar adı verilerek veya verilmeksizin kaynak numarası parantez içinde gösterilmelidir. Numaralandırma metinde veriliş sırasına göre yapılmalıdır. İki'den fazla yazar sayısı durumunda ilk iki yazar adı yazılıp, Türkçe kaynaklarda "ve diğ." 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 yılı ve en sona da başlangıç ve bitiş sayfaları tire ile ayrılarak verilmelidir. Kaynak bir kitap ise yazar adının ilk harfi, soyadı, kitap adı (kelime harfleri büyük), yayınevi, yayın yeri, yayın yılı ve sayfa numarası verilmelidir.

Makalesi yayınlanan yazarlara bir adet dergi, 10 adet ayrı baskı gönderilir, ancak telif hakkı ödenmez. Dergiye gönderilen yazılar yayınlansın veya yayınlanmasın iade edilmez. Makaleleri yayınlama yetkisi dergi yayın kuruluna aittir.

Yayınlanması istenen makaleler aşağıdaki adrese gönderilir:

Çukurova Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi

Dergi Yayın Kurulu Başkanlığı

01330 Balcalı-ADANA

Tel : (322) 338 63 57 Fax : (322) 338 61 26

Berke Barajı (Osmaniye) Rezervuar Alanı ve Çevresinde Görülen Karstlaşma Olayları <i>Karstification Reservoir Area and Around the Berke Dam Site (Osmaniye)</i> Hasan ÖZCAN, Cavit DEMİRKOL	99
Behrek Batoliti'ndeki (Orta Anadolu) Kuvarslı Monzonitlerde Magma Karışım Süreçlerinin Mikroskopik Kanıtları <i>Microscopics Evidences for Magma Mixing Processes in the Quartz Monzonite of the Behrek Batholite (Central Anatolia)</i> Mustafa AÇLAN	109
Abanoz Yayla (Anamur-Mersin) Dolayı Karaisalı Kireçtaşının Sedimanter Petrografik Özellikleri <i>Sedimentary Petrographic Properties of the Karaisalı Limestone: Abanoz Yayla (Anamur-Mersin) Area</i> Cengiz YETİŞ	117
Menekşe Yöresi Killerinin Camış Atığı İle Belirli Oranlarda Karıştırılarak Tuğla Olabilirliğinin Araştırılması <i>The Investigation of Brick Possibility By Mixing Both Karaisalı Menekşe Village Clay and the Tailing of Camış Mining Co.</i> Sabahatdin SAKATOĞLU, Mesut ANIL	135
Sağlıklı/Tarsus Bölgesindeki Taş Ocaklarından Kaynaklanan Hava Kirleticilerinin Dağılım Modellemesi <i>Dispersion Modeling of Air Pollutants from Quarries of Sağlıklı Tarsus Vicinity</i> Mesut ANIL, Suphi URAL, Özen KILIÇ	145
Afşin-Elbistan (B) Linyit Sahabındaki Örtü Tabakalarının Kazılabilirlik Özelliklerinin İncelenmesi <i>Investigation of the Diggability Properties of Overburden Layers in Afşin-Elbistan (B) Coal Field</i> Suphi URAL	155
İstanbul'da 1900'li Yıllara Ait Kargir Eserlerin Taş Yüzeylerinin Onarımlarında Yapay Malzeme Kullanım Analizi <i>The Analysis of the Use of Artificial Materials to Repair the Stone Surfaces of Stone Buildings During the 1990's in Istanbul</i> Seyhan YARDIMLI	161
Adana Kenti Yüzeysel Akışa Geçen Yağmur Sularının Karakterizasyonu <i>The Characterisation of Urban Stormwater Runoff in Adana</i> Halil Kabak, Zeliha SELEK, Ahmet YÜCEER	177
Su Kaynaklarının Planlanmasında ÇED Uygulamaları ve Tepeköy Barajı Örneği <i>Environmental Impact Assessment (EIA) Application in Water Resources Planning and Example of Tepeköy Dam</i> Zeliha SELEK, Zeki BOZKURT, Bülent SELEK	191
Adana İlindeki Endüstriyel Sektörlerin Kirleticilik Oranlarının Tahmini <i>Estimating of Rational Pollution Load for Industry Sectors in Adana</i> Fuat BUDAK, Ahmet ATLI	203