

# KAYA ŞEVLERİNİN DURAYLIK ANALİZİ<sup>1</sup>

B, a KALKANÎ

Çeviren: NECDET TÜRK m Ü. Yerbilimcileri Fakültesi, İzmir

<sup>8</sup> 1969 yılında doldurulmuş bulunan Yunani-  
tan'da, Kastraki toprak barajının rezervuarı  
kenarında meydana gelen beş önemli kayma sa-  
hasının duraylılığı yazar tarafından incelen-  
mektedir. Her yamaç için, iki boyutlu sonlu ele-  
man analizini kullanarak, olası kayma alanları  
saptamıştır. Rezervuarın doldurulmasıyla ve re-  
zervuar etrafındaki yamaçların yeraltı suyu se-  
viyesinin yükselmesinin neden olduğu kuvvetler,  
bu sahaların kaymasına neden olmuştur.

Kastraki rezervuarı, Pindus dağlarının batı  
kısmına yakın bir yerde, çoğunlukla ayrılmamış,  
kırıklı ve şiddetli olarak kıvrılmış kaim bir fliş  
serisi içersinde yer almaktadır. Fliş serisi, birbi-  
ri içersine girmiş kumtaşı ve silttaşım  
ve yer yer konglomeraları içermekte olup,  
Orta Eosen-den Alt Miyosene geçen zamanda  
oluşmuştur. Kayma sahalarında paralel tabaka-  
lar halinde, çeşitli derinlikte, yüzeye yakın ve  
düzensiz dağılım gösteren üç ana kaya tipi bu-  
lunmaktadır. Genellikle, konglomeralar ve kum-  
taşları daha derinde yer alan silttaşlarınm üze-  
rinde bulunmaktadır.

Konglomeralar, sert ve masif olup, fazla  
çatlak veya eklem ihtiva etmezler. Fakat, yer  
yer sıkı veya kalsit dolgulu kayma zonları içe-

rirler. Kumtaşı masif ve bloklu ve gri renkli,  
orta-kalm taneli olup, kayma zonları ve tabaka-  
lanma yüzeyleri kü üe dolguludur. Süttaşı koyu  
gri renkli, kumtaşlarıyla ve tabakalanmaya pa-  
ralel konglomera çakıllarıyla arakatkü ve yer-  
yer eüalanmış (sliken sided) kil dolgulu eklem-  
ler veya kalsit damarlarını içeraaektedir. Kay-  
malar rezervuar seviyesinin 70 m'den 110 m\* ve  
142 m'ye (normal işletme seviyesi) çıktığı za-  
man başlamıştır. Maksimum rezervuar seviyesi  
150 m olup, herhangi bir tafkm anında 152 m  
lik seviyeye kolayca erişüebüünir. Bu yüksek se-  
viye, kayma aiammn suya doygunluğunun art-  
masıyla hareketin hızlanmasına neden olabUir.

Rezervuarın dolması ve su seviyesinde  
meydana gelen değişmeler, rezervuar kıyısında  
oldukça küçük heyelanların meydana gelmesine  
neden olmuştur. Rezervuar seviyesinin yüksel-  
mesi, yer yer depremlilik hareketinin etkisiyle  
birlikte kaya kütesinin kayma hareketini baş-  
latmıştır\* Burada incelenen durumlar, batı ve  
güneybatıya bakan yamaçları kapsamakta olup,  
buralarda kumtaşı, süttaşı veya konglomera dü-

(\*) Water Power and Dam Construction, September  
1976, pp. 47.40,

zeyleri, rezervuar altına doğru değişik açı altında dalım göstermektedir.

## YÖNTEM VE VARSAYIMLAR

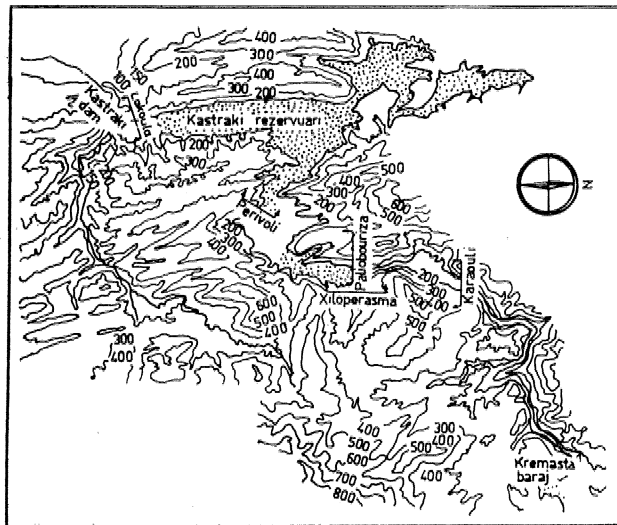
Duncan ve Goodman (1988i) tarafından sunulan bilgisayar programının tadil edilmiş bir leküni kullanarak, iki boyutlu sonlu elemanlar yöntemi, yamaçların duraylılık analizi için kullanılmıştır. Her tabaka içerisindeki kaya malzeme homojen ve izotropik olarak kabul edilmiştir. Tablo 1'de verildiği gibi, her kaya tipinin fi-

Kayac tipi	Birim hacim Ağırlığı (t/m <sup>3</sup> )	Elastisite Modülü (t/m <sup>2</sup> )	Poisson oranı	yükleme kuvveti (t/m <sup>2</sup> )	POFÖ-zîte (%)
Siittası	2,58	1.6x10 <sup>8</sup>	0.20	1.5x10 <sup>8</sup>	8
Konglomera	2,65	1.8x10 <sup>8</sup>	0.18	2,5x10 <sup>3</sup>	12
Kum taşı	2,55	2,0x10 <sup>8</sup>	0,20	7.5x10 <sup>3</sup>	18

Tablo 1, Kayaeiarm Fiziksel ve Mekanik Özellikleri ziksel ve mekaniksel özellikleri için ortalama değerler kabul edilmiştir. Kaya tabakaları arasında hiçbir büyük süreksizlik düşünülmemiştir\* Basınç gerilme katsayısı 0,33 olarak kabul edilirken deprem katsayısı ise 0,1 g olarak alınmıştır\* Analizler her durum için, rezervuar su seviyesinin 150 m'ye yükseldiğini kabul eder Aynı zamanda da buna bağlı olarak, rezervuara akmakta olan yamaçlardaki yeraltısuyu seviyesinde de yükselmeler meydana geleceği kabul edilmiştir,

## MJBÂYLmOK ANALİZLERİ

Şekü Tde gösterildiği gibi, Kastrakİ rezervuarı, yaklaşık olarak 28 km. uzunluğunda bir

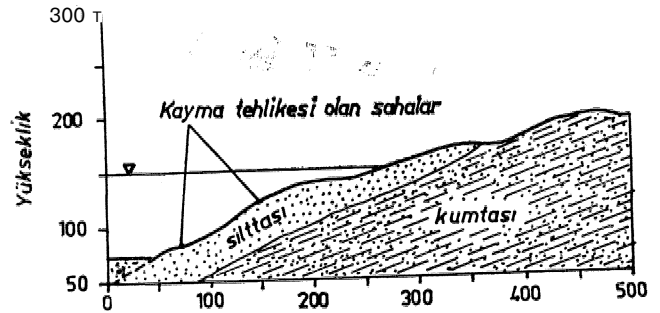


Şekil 1t Kastraki rezervuarı alanının planı

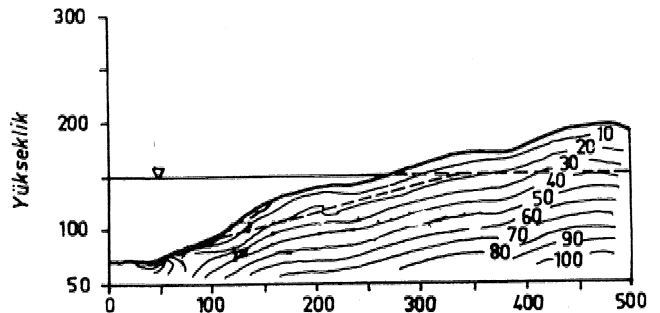
alam kaplar ve kuzeybatıdâM Kastram barajından Kremasta barajına kadar uzamır,

Kastraki barajından uzaklaştıkça beş kayma sahası incelenmiştir, Rezervuarın doldurulması esnasında ve sonrasında, kayma sahaslarında gözlenmiş bulunan çatlaklar ve açık eklemlem, jeolojik kesitlerde kaymaya tehlikeli alanlar olarak işaret edilmiştir.

Kastaki barajının yaklaşık 1000 m kuzeyindeki Lakoula kaymasının jeolojik kesiti, yaklaşık olarak 22 derece ile dalım gösteren birbirine paralel kumtap ve siittası tabakalarını gösterir (Şekil 2), Rezervuar su seviyesi 72 m'den 150'm ye yükseldiği zaman, (Şekü 3'de de kesik çizgilerle gösterildiği gibi) yeraltı suyu seviyesinin 152 m'ye yükselmesi, rezervuar seviye-



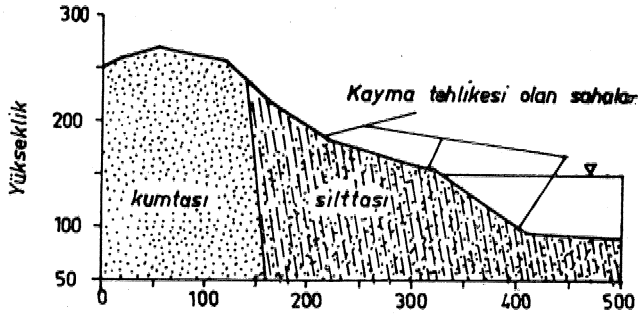
Şekil 2: Lakovla kaymasının jeolojik kesiti.



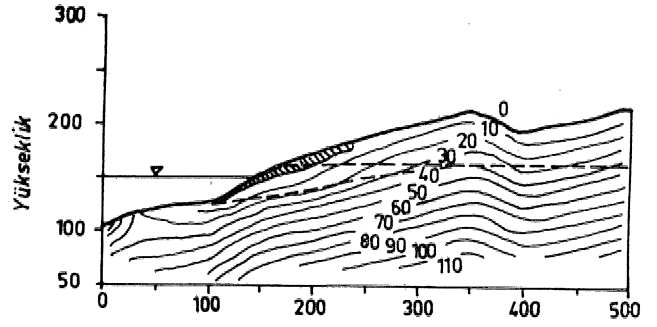
Şekil B1 Lakovla kaymasının asal basınç gerilme konseptleri,

sinin altındaki yer yüzeyi boyunca çekilme asal basınç gerilmesinin meydana gelmesine neden olmuştur. Bu bölgeler şekil 3'de taranmış olarak gösterilmiş olup, yamaç boyunca 15 m'den 20 m'ye varan uzunlukta ve derinliği 3-5 m kadar değişmektedir\*

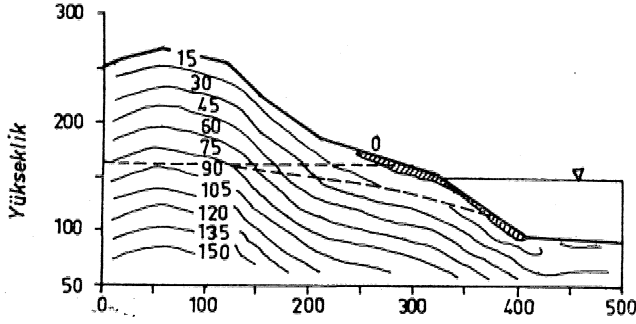
Kastraki barajının 580 m kuzeydoğusundaki Periuoli kaymasının jeolojik kesiti, hemen hemen dikey olarak dahımlı (eğimli) kumtaşı ve siittası tabakalarını göstermektedir (Şekil 4), Rezervuar seviyesi 90 m'den 150 m'ye yükseldiği zaman, yeraltı suyu seviyesinin (şekil 5'de



Şekil 4: Perivoli kaymasının jeolojik kesiti.



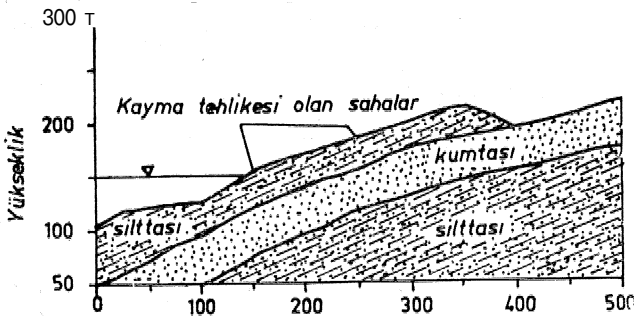
Şekil 7: Xiloerasmata kaymasının asal basınç gerilme konturları.



Şekil 6: Perivoli kaymasının asal basınç gerilme konturları.

kesik çizgiyle gösterilen) 162 m'ye kadar yüksekliği rezervuar üst ve altındaki yamaçlar boyunca çekme asal gerilmelerinin meydana gelmesine neden olur\* Bu bölgeler şekil 5'de taranmış olarak gösterilmiştir. Su seviyesinden 70 m yukarı ve aşağıdaki nehir yatağına kadar uzanır ve derinliği 2-10 m'ye kadar değişmektedir,

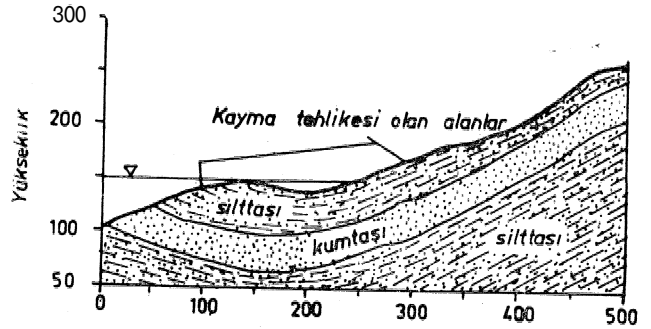
Kastraki barajının 1000 m kuzeydoğusundaki Xuloerasmata kaymasının jeolojik kesiti; birbirlerine paralel olan silttaşı ve kumtaşı yatakları 25 derecelik bir dalım göstermektedir (Şekil 6), Rezervuar su seviyesi 105 m'den 150 m'ye yükseldiği zaman, yeraltı suyu seviyesi de (Şekil 7'de kesik çizgilerle gösterildiği gibi) 164 m'ye kadar yükselmesi, rezervuarın seviyesinin üst ve altındaki yamaç boyunca çekme gerilme zonuunun meydana gelmesine neden olur, Bu



Şekil 6: Xuloerasmata kaymasının jeolojik kesiti.

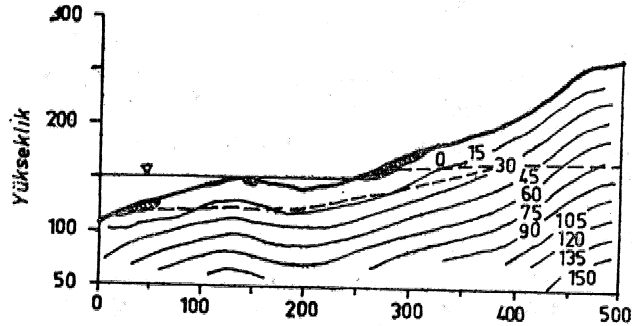
bölgeler şekli T de taranmış olarak gösterilmiştir. Bu bölge deniz seviyesinden 100 m yükseklikte başlamakta olup, yaklaşık olarak nehir yatağından 50 m aşağı doğru uzanmakta ve derinliği ise 4-10 m arasında değişmektedir,

Kastraki barajının 10500 m kuzeydoğusundaki Paügböurena kaymasının jeolojik kesiti, kıvrılmış silttaşı ve kumtaşı yataklarını göstermektedir, (Şekil 8), Rezervuar seviyesinin 107



Şekil 8: Paliobouriza kaymasının jeolojik kesiti.

m'den 150 m'ye yükseldiği zaman, yeraltı suyu seviyesinin (Şekil 9'da kesik çizgilerle gösterilen) 166 m'ye kadar yükselmesi rezervuar seviyesinin üst ve alt kısmındaki yamaç yüzeyi boyunca çekme gerilme zonlarının meydana gelmesine neden olacaktır. Bu bölgeler, Şekil 9'da taranmış olarak gösterilmiştir. Bu bölge deniz



Şekil 9: Paliobouriza kaymasının asal basınç gerilme konturları

