

T.C  
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ  
DENİZ BİLİMLERİ VE İŞLETMECİLİĞİ  
ENSTİTÜSÜ

**MUĞLA HAVZASI VE DOLAYINDAKİ  
POLYELERİN HİDROJEOLÖJİK İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Abdullah Recep PEHLİVAN  
Jeo. Müh.

Deniz Jeolojisi Ve Jeofiziği

Danışman: Prof. Dr. S. Okay EROSKAY



Haziran - 1993

## **MUĞLA HAVZASI VE DOLAYINDAKİ POLYELERİN HİDROJEOLOJİK İNCELEMESİ**

**ÖZ.** "Muğla Havzası ve Dolayındaki Polyelerin Hidrojeolojik incelemesi" adlı bu tez kapsamında bölgenin jeolojisi ve hidrojeolojisi incelenmiş, Muğla ovasının doğruya en yakın genel hidrojeolojik modeli, ortaya konmuştur.

İnceleme alanına ilişkin önceki araştırmalar derlenmiş, litoloji ve jeolojik yapı belirlenmiştir. Meteorolojik veriler değerlendirilmiştir. Arazi ve büro çalışmaları ile bölgenin 1/50000 ölçekli hidrojeoloji haritası hazırlanmıştır. Kaya birimleri litolojik ve hidrojeolojik yönden ayırtlanmıştır.

Çalışma alanının temelini; Paleozoyik yaşlı şist ve mermer mercikleri ile temsil edilen Menderes masifi oluşturur. Bunların üzerine uyumlu olarak Milas formasyonu gelmektedir. Bu her iki temel kayalar üzerinde Mesozoyik yaşlı alloktan kaya birimleri yer almaktadır.

Alloktan kaya birimleri, alttan üste doğru Tektonik melanj, Güllük formasyonu, kıltaşı, kumtaşı ve kireçtaşları ile Gökova formasyonunun karbonatlarından oluşmaktadır.

İnceleme alanında otokton ve alloktan kaya birimlerini Köprüçay ve Yatağan formasyonu, konglomera, kumtaşı ve kireçtaşları örtmektedir.

Hidrojeolojik amaçlı yapılan çalışmalar sonucunda; Geçirimli, yarı geçirimli ve geçirimsiz kaya birimleri belirlenmiştir. İnceleme alanında geniş bir yayılım gösteren Milas kireçtaşları geçirimli ve çok karstiktir. Bunun yanında, Gökova ve Köprüçay formasyonları da karstik akifer konumundadır. Geçirimsiz kayalarla sınırlanan kireçtaşı akiferleri sularını, kaynaklardan boşaltmaktadır.

Muğla havzasında belirgin bir akarsu ağı gelişmemiştir. Çok sayıda irili ufaklı polye alanlarına düşen yağışlar, bu kapalı çanaklardan yeraltına süzülmemektedir. Yeraltına süzülen yağışlar karstik yollarla Gökova akiferini beslemektedir. İnceleme alanında karst oluşumları ile, yağış, morfoloji ve jeoloji arasındaki ilişkileri belirtmek amacıyla yağış verileri ve karst oluşumlarına etki eden parametrelerin, analizi yapılmıştır.

İnceleme alanı Muğla meteoroloji istasyonundan alınan sıcaklık ve yağış verileri değerlendirilerek bölgenin hidrolik rejimi belirlenmiştir. Muğla havzasının potansiyel buharlaşma ile su bilançosu hesaplanmıştır.

## İÇİNDEKİLER

|                                           |           |
|-------------------------------------------|-----------|
| <b>ÖZ.....</b>                            | <b>I</b>  |
| <b>ABSTRACT.....</b>                      | <b>II</b> |
| <b>1. GİRİŞ.....</b>                      | <b>1</b>  |
| YAPILAN ÇALIŞMALAR.....                   | 2         |
| TEŞEKKÜR ve KATKI BELİRTME.....           | 3         |
| <b>2. İNCELEME ALANININ TANITIMI.....</b> | <b>5</b>  |
| COĞRAFYA.....                             | 5         |
| DORUKLAR.....                             | 5         |
| İKLİM.....                                | 8         |
| BİTKİ ÖRTÜSÜ.....                         | 9         |
| <b>3. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....</b>          | <b>11</b> |
| <b>4. STRATİGRAFİK JEOLojİ.....</b>       | <b>18</b> |
| GİRİŞ.....                                | 18        |
| OTOKTON KAYA BİRİMLERİ.....               | 18        |
| ŞİŞTLER (Pzş).....                        | 18        |
| MİLAS FORMASYONU (Mzm).....               | 20        |
| ALLOKTON KAYA BİRİMLERİ.....              | 24        |
| TEKTONİK MELANJ (Ktm).....                | 24        |
| GÜLLÜK FORMASYONU (Pg).....               | 26        |
| GÖKOVA FORMASYONU (Trjg).....             | 27        |
| NEOOTOKTON KAYA BİRİMLERİ.....            | 27        |
| KÖPRÜÇAY FORMASYONU (Tk).....             | 28        |
| YATAĞAN FORMASYONU (Ty).....              | 29        |
| ALÜVYON (Qal).....                        | 31        |
| YAMAÇ MOLOZU (Qym).....                   | 31        |
| <b>5. YAPISAL JEOLojİ.....</b>            | <b>33</b> |
| OTOKTON BİRİMLERDE YAPI.....              | 33        |
| ALLOKTON BİRİMLERDE YAPI.....             | 34        |
| NEOOTOKTON BİRİMLERDE YAPI.....           | 34        |
| KATMANLANMA.....                          | 34        |
| FAYLAR.....                               | 36        |
| KIVRIMLAR.....                            | 36        |
| BİNDİRME.....                             | 39        |
| <b>6. JEOLojİK EVRİM.....</b>             | <b>40</b> |
| <b>7. JEOMORFOLOJİ.....</b>               | <b>44</b> |
| KARSTLAŞMA VE KARS ŞEKİLLERİ.....         | 47        |
| BÖLGEDE KARSTLAŞMAYI                      |           |
| DENETLEYEN FAKTÖRLER.....                 | 52        |
| KARSTİK ŞEKİLLER.....                     | 53        |

|                                             |     |
|---------------------------------------------|-----|
| ERİME OLUĞU (LAPYA).....                    | 53  |
| OBRUKLAR (AVENS).....                       | 54  |
| DOLİNLER.....                               | 54  |
| UVALALAR.....                               | 55  |
| POLYELER.....                               | 55  |
| Muğla polyesi.....                          | 56  |
| Yeşilyurt Polyesi.....                      | 60  |
| Yerkesik Polyesi.....                       | 61  |
| Gülağzı Polyesi.....                        | 61  |
| Dirgeme polyesi.....                        | 64  |
| KARST ŞEKİLLERİNİN OLUŞUMUNDA               |     |
| İKLİMİN ETKİSİ.....                         | 69  |
| Serin okyanus iklim bölgelerinde karst..... | 69  |
| Periglasial bölgelerde karst.....           | 71  |
| Buzul bölgelerde karst.....                 | 71  |
| Kıyı bölgelerde karst.....                  | 71  |
| Sıcak iklim bölgelerinde karst.....         | 73  |
| 8. <b>HİDROJEOLOJİ</b> .....                | 75  |
| OTOKTON KAYA BİRİMLERİNİN                   |     |
| HİDROJEOLOJİK ÖZELLİKLERİ.....              | 76  |
| ALLOKTON KAYA BİRİMLERİNİN                  |     |
| HİDROJEOLOJİK ÖZELLİKLERİ.....              | 76  |
| NEOOTOKTON KAYA BİRİMLERİNİN                |     |
| HİDROJEOLOJİK ÖZELLİKLERİ.....              | 78  |
| MUĞLA HAVZASININ BESLENME ALANI.....        | 78  |
| MUĞLA HAVZASINDAKİ YERALTISUYU              |     |
| HAREKETİ.....                               | 82  |
| 9. <b>HİDROLOJİ</b> .....                   | 85  |
| YAĞIŞ VERİLERİNİN ANALİZİ.....              | 85  |
| SICAKLIK VERİLERİNİN ANALİZİ.....           | 94  |
| BUHARLAŞMA.....                             | 107 |
| TERLEME.....                                | 110 |
| BUHARLAŞMA-TERLEME.....                     | 110 |
| BUHARLAŞMA-TERLEMENİN SAPTANMASI.....       | 111 |
| Thornthwaite yöntemi.....                   | 111 |
| Serra yöntemi.....                          | 112 |
| Turc yöntemi.....                           | 113 |
| Penman yöntemi.....                         | 114 |
| SU BİLANÇOSU.....                           | 115 |
| 10. <b>SONUÇLAR ve ÖNERİLER</b> .....       | 117 |
| 11. <b>REFERANSLAR</b> .....                | 120 |

## ŞEKİLLER

- Ş.1- İnceleme alanının mevkii haritası.
- Ş.2- Muğla ve dolayının doruk haritası.
- Ş.3- Muğla ve dolayı için genel stratigrafi kesiti.
- Ş.4- Muğla ve Yeşilyurt polyelerinden geçen doğu-batı doğrultulu blok diyagram.
- Ş.5- Muğla dolayının jeomorfolojik bölümleri.
- Ş.6- Gökova kaynaklarının Muğla havzasındaki polyelerden beslendiğini gösterir GB-KD doğrultulu blok diyagram.
- Ş.7- Eriyikteki CO<sub>2</sub> ' in ve sıcaklığın fonksiyonu olarak CaCO<sub>3</sub>'ın doygunluk eğrileri.
- Ş.8- Muğla ve dolayındaki karstik şekiller.
- Ş.9- Muğla polyesinin oluşumunu gösterir blok diyagram.
- Ş.10- Yeşilyurt polyesinin oluşumunu gösterir blok diyagram.
- Ş.11- Yerkesik polyesinin oluşumunu gösterir blok diyagram.
- Ş.12- Gülağzı polyesinin izometrik blok diyagramı
- Ş.13- Gülağzı polyesinin oluşumunu gösterir blok diyagram.
- Ş.14- Dirgeme polyesinin oluşumunu gösterir blok diyagram.
- Ş.15- Dirgeme polyesinin izometrik blok diyagramı.
- Ş.16- Muğla meteoroloji istasyonu ortalama verilerine ait diyagram.
- Ş.17- Aylık ortalama yağıştan sapma eğrisi.
- Ş.18- Muğla için maksimum yağışların frekans eğrisi.
- Ş.19- Muğla için toplam yağış eğrisi.
- Ş.20- Muğla için hyetograf.
- Ş.21- Muğla için yağışlı günlerin frekans kütle fonksiyonu.
- Ş.22- Muğla için yağışlı günlerin dağılım fonksiyonu.
- Ş.23- Muğla sıcaklık diyagramı.
- Ş.24- Muğla sıcaklık-yağış diyagramı
- Ş.25- Muğla ortalama sıcaklık ve nisbi nem diyagramı.
- Ş.26- Muğla yağış PET değişim grafiği.

## ÇİZELGELER

- ÇZL.1- Otokton kaya birimlerinin hidrojeolojik özellikleri.
- ÇZL.2- Allohton kaya birimlerinin hidrojeolojik özellikleri.
- ÇZL.3- Muğla meteoroloji istasyonu ortalama yağış verileri.
- ÇZL.4- Muğla meteoroloji istasyonu istatistiki yağış verileri.

- ÇZL.5- Muğla meteoroloji istasyonu ortalama sıcaklık verileri.  
ÇZL.6- Muğla meteoroloji istasyonu maksimum sıcaklık verileri.  
ÇZL.7- Muğla meteoroloji istasyonu minumum verileri.  
ÇZL.8- Muğla meteoroloji istasyonu istatistiki sıcaklık verileri.  
ÇZL.9- Muğla meteoroloji istasyonu verilerine göre PENMAN yöntemi ile PET tayini  
ÇZL.10-Muğla meteoroloji istasyonu verilerine göre Thornthwaite yöntemi ile hazırlanmış denetirmeli nem bilançosu

## **FOTOĞRAFLAR**

- Foto 1- Milas kireçtaşları üzerinde gelişmiş terrarosalar.  
Foto 2- Muğla güneyindeki gri şekerimsi dokulu K,KD ' ya eğimli Milas kireçtaşları.  
Foto 3- Derbentbaşı tepe güneyindeki serpantin matriksli tektonik melanj.  
Foto 4- Muğla kuzeybatısındaki fayla kesilmiş neotokton Köprüçay konglomerası.  
Foto 5- Yeniköy güneyi, Muğla güneydoğusunda bindirme zonu; Milas formasyonu üstten alloktan Güllük Formasyonu ile sınırlanmaktadır.  
Foto 6- İnceleme alanının güneyinde bulunan Gülağzı polyesini sınırlayan Gülağzı fayı ve Tektonik melanj.  
Foto 7- Gökova kireçtaşı, Tektonik melanj üzerine bindirmeli olarak gelmektedir.  
Foto 8- Muğla havzası yeraltısuyu hareketini yönlendiren Muğla ve Yılanlı fayı.  
Foto 9- Batısında Aktastepe, güneydoğusunda Derbentbaşı Tepe kuzeybatısında Kesmelik Tepe ' nin yereldiği Gülağzı polyesi karstik bir çukurluktur.  
Foto 10-Gökova Körfezi güneyinde kireçtaşı ve karstik koglomeraların aşınması ile oluşan taraça.

## **EKLER**

- EK 1- 1/50000 ölçekli jeoloji haritası.  
EK 2- 1/50000 ölçekli hidrojeoloji haritası.  
EK 3- Muğla ve dolayının jeoloji enine kesitleri.  
EK 4- Muğla polyesinin izometrik blok diyagramı (1)  
EK 5- Muğla polyesinin izometrik blok diyagramı (2)

## 1. GİRİŞ

Toros karst kuşağında yer alan inceleme alanında yapılan önceki çalışmalar daha çok bölgesel ölçekte ve genel jeolojik değerlendirme amaçlıdır. Bu çalışmada, polyelerin yer aldığı Muğla ve dolayının ayrıntılı jeoloji ve hidrojeolojisi incelenmiştir.

Yurdumuzun en yaygın ve sürekli karst yöresi olan Toros karst kuşağı, yerleşim yoğunluğu, doğal güzelliği ve tarihi eserleri yanısıra ihtiyaç duyulan bol ve kullanılabilir su sıkıntısı göz önüne alındığında, söz konusu araştırmaların önemi daha iyi anlaşılır.

Yüksek lisans tezi olarak hazırlanan bu tezin başlıca amaçları şunlardır.

1. Yerüstü ve yeraltısuyu olanakları bakımından Muğla polyesinin hidrojeolojik modelinin saptanması
2. Muğla ve dolayındaki polyelerin beslenme alanlarının 1/25000 ölçekli jeoloji haritalarının hazırlanması
3. Bölgede karmaşık görünen stratigrafik istifin ve yeraltısuyu hareketini etkileyen yapısal unsurların ayrıntılı incelenmesi
4. İnceleme alanında yağış ve beslenme alanının sınırlanması, yağış verilerinin analizi, buharlaşma-terleme ile havzada olan kayıpların hesaplanması
5. İnceleme alanı morfolojik ve yapısal özelliklerinin, izometrik diyagramlar ve jeoloji enine kesitlerle yorumlanması
6. Bölgedeki karst oluşumlarının saptanması, özellikleri ve hidrojeolojik yorumu

## 7. Bölgedeki karst oluşumlarına etki eden parametreler ve bunların analizi

### YAPILAN ÇALIŞMALAR

Bu amaçların gerçekleştirilmesi için başlıca şu çalışmalar yapılmıştır.

İnceleme alanı ve dolayında, daha önce DSİ, MTA, TPAO,...vd. uygulayıcı kuruluşlar ile üniversitelerde yapılmış çalışma ve tezler temin edilerek gözden geçirilmiştir.

İnceleme alanı ve dolayında kesin olarak tanımlanmayan litolojilerin, kolaylıkla birbirine karıştırılabilen kireçtaşı ve mermerlerin stratigrafikistifdeki yerlerini belirlemek için; Menderes masifinden başlayarak, Gökova körfezine kadar uzanan yapı kesitleri incelenmiştir. Böylece birbirine çok benzeyen ve arazide ayırt edilmesinde güçlük çekilen çeşitli kireçtaşlarının stratigrafik konumları belirlenmiştir. Otokton Allohton ve Neotokton birimler ayırtlanarak tanımlanmıştır.

Menderes masifinin otokton kaya birimlerini güneyden sınırlayan Likya Napları, bindirme zonu, faylar, diğer yapısal ilişkiler arazide belirlenerek 1/25000 ölçekli jeoloji haritasına işlenmiştir.

Jeolojik yapı ve evrim yeni bulgular ışığında değerlendirilmiştir. Karstlaşma ve hidrojeolojik model için öngörülen Miyosen sonrası tektonik gelişmeler ayrıntılı yorumlanmıştır.

Haritalanan litoloji birimlerinin hidrojeolojik özellikleri yerüstü ve yeraltı verileriyle tanımlanmış, beslenme alanları ve olası yeraltısuyu hareket yönleri saptanmıştır.

Havzadaki meteoroloji istasyonlarının verileri kullanılarak, ortalama yağış

ve eklenik sapma eğrileri çizilmiştir. Ortalama yağış ve akış verilerinden yararlanarak Penman yöntemiyle potansiyel buharlaşma-terleme hesaplanmış, denetirmeli su bilançosu hazırlanmıştır.

Muğla, Gülağzı ve Dirgeme polyelerinin izometrik blok diyagramları hazırlanmış jeolojik kesitlerle oluşum evreleri yorumlanmıştır. İnceme alanındaki yüzey-yeraltı karstı ve karstlaşmayı denetleyen parametreler açığa çıkarılmıştır.

### TEŞEKKÜR VE KATKI BELİRTME

Bu tez İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi, Sayın Hocam Prof. Dr. Okay EROSKAY'ın yönetiminde hazırlanmıştır. Kendilerine değerli katkı ve yakın ilgilerinden dolayı gönülden teşekkür ederim.

İstanbul Üniversitesi, Uygulamalı Jeoloji Anabilim Dalı Başkanı Sayın Hocam Prof. Dr. Okay Gürpınar' a ve öğretim üyelerinden Sayın Hocam Yrd. Doç.Dr. A. Malik Gözübol'a değerli yardımlarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Bu tezin tamamlanmasında yapıcı eleştiri ve katkılarından dolayı İTÜ Maden Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Uygulamalı Jeoloji Anabilim Dalı Başkanı Kıymetli Sayın Hocam Prof. Dr. Erdoğan Yüzer'e yürekten teşekkürlerimi sunarım.

Tezim için literatür temininde göstermiş olduğu yakın ilgi ve alakadan dolayı Sayın Yrd. Doç. Dr. H. Turgut Öztaş ve Sayın Doç. Dr. Mustafa Erdoğan'a şükranlarımı sunarım.

Meteorolojik analizlerin yapılmasında yardımlarını esirgemeyen Sayın Dr. K. Tahsin Şenyuva ve Sayın Dr. Özkan Çoruk' a teşekkür ederim.

Harita çizimlerimde değerli katkılarını esirgemeyen kıymetli arkadaşım Sayın Jeo.Yük. Müh. Nihat Güzel'e teşekkürlerimi sunarım.

## 2. İNCELEME ALNININ TANITIMI

İncelme alanı Ege bölgesinde Muğla il sınırları içerisindedir. Yaklaşık yüzölçümü 320 km<sup>2</sup> dir. İnceleme alanı, batısında Yeşilyurt, doğusunda Ortayaraş, güneyinde Yenice, kuzeyinde Hisarönü köyleri ile sınırlıdır.

### COĞRAFYA

Çalışma alanı Gökova körfezinin 8 km kuzeyinde, 28 15 00 - 28 30 00 doğu boylamları ile 37 07 30 - 37 15 00 enlemleri arasında, doğu-batı yönünde uzanmaktadır. İnceleme alanı kuzeyinde Muğla ili yer alır. Aydın-Muğla-Marmaris yolu güney-kuzey yönünde uzanmaktadır (Şekil 1).

Çalışma alanı 1/25000 ölçekli Aydın N20-c1 ve N20-c2 paftalarında yer almaktadır .

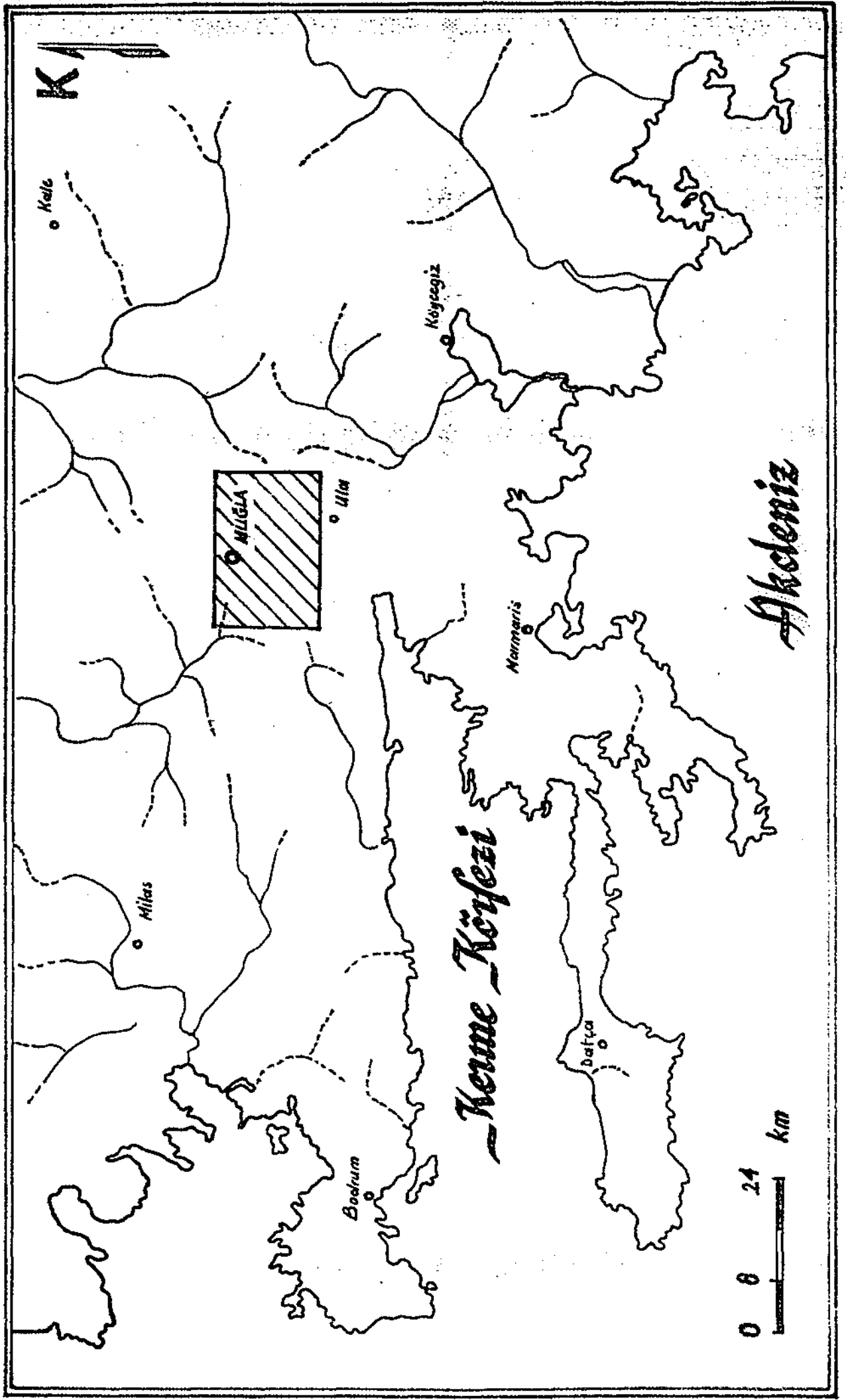
Bölgede, asfalt kara yolları ve stabilize köy yolları sayesinde her mevsim ulaşım mümkündür. İzmir-Aydın-Muğla yolu ile kuzeyden Denizli-Muğla yolu ile doğudan, Antalya-Muğla yolu ile güneyden inceleme alanına ulaşılabilir.

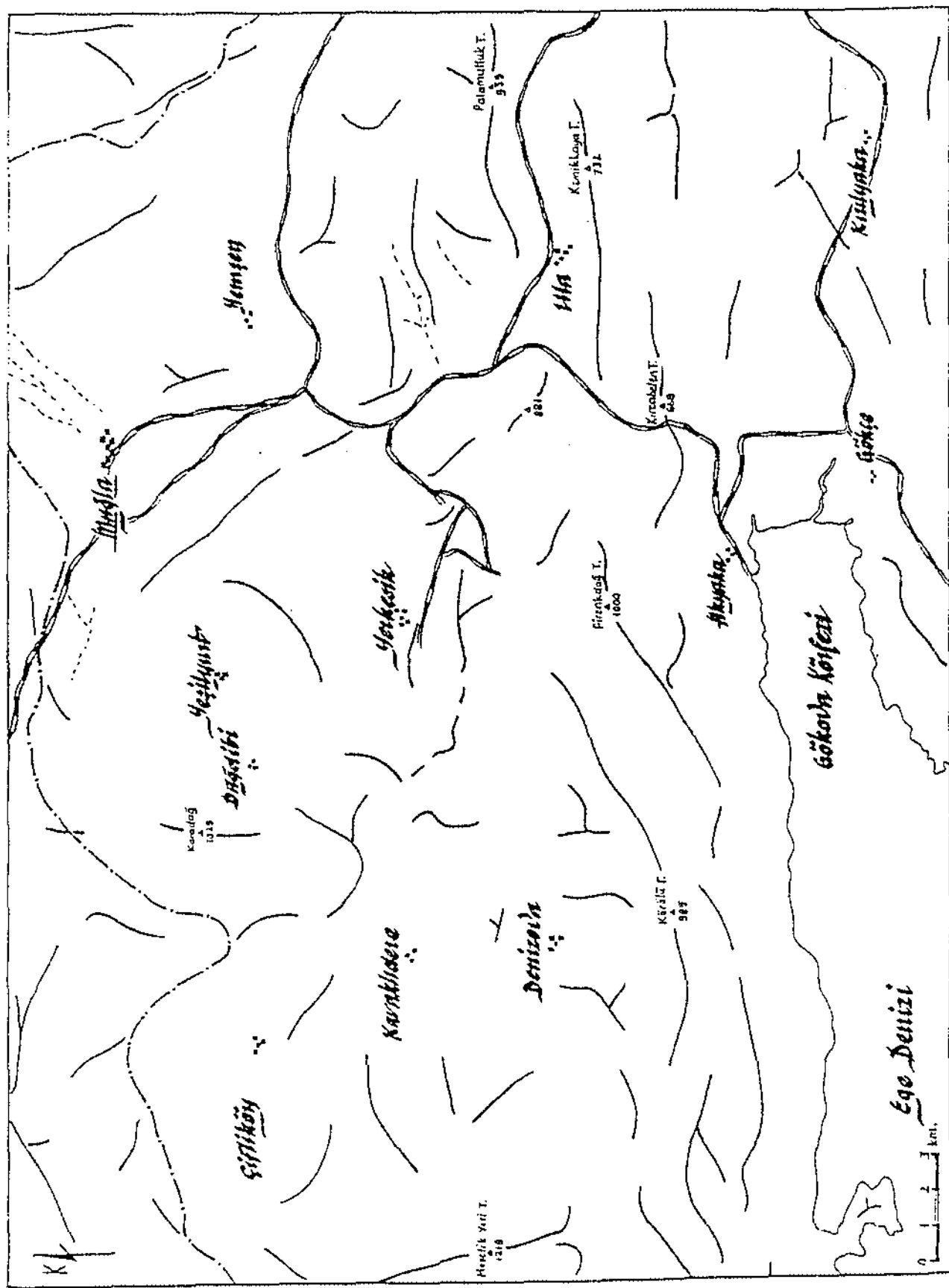
Başlıca yerleşim merkezleri Muğla il merkezi, buna bağlı Yerkesik, Yeşilyurt ilçeleri ve Gülağzı, Düğrek, Yeniköy, Sodaköy, Ortayaraş ve Dirgeme köyleri vardır.

### DORUKLAR

Topografya yükseltileri, vadiler ve akarsular yapı ve litolojinin etkisinde gelişmiştir. Bölgenin akarsu ve doruk haritası Şekil 2 de sunulmuştur. İnceleme alanının kuzeyinde Yılanlı Tepe (1674 m.), Orta Tepe (1408 m.), Üçtepeler (1039 m.), güneyde Katranlık Tepe (1005 m.) Derbentbaşı Tepe

Şekil 1- İnceleme alanının mevkî haritası





Şekil 2- Mughla'nın dolayınını

(955 m.), Asırlık Tepe (894 m.), batıda Yassıdağ Tepe (857 m.), Aldıran Tepe (753 m.), doğuda Kurdubaşı Tepe (1612 m.) yer almaktadır. Bu topografik yüksekliklerin bir kısmını allokton birimler oluşturmaktadır. Bunların en önemlisi Kurdubaşı Tepe' dir.

Muğla dolayında morfolojinin en göze batan unsuru, yaklaşık 1000 - 1200 m. yükseltide geniş sahalar kaplayan bir yüzeydir. Muhtelif devirlere ait çeşitli yüzeylerin bulunduğu bilinmektedir.

İnceleme alanının en büyük depresyonu olan Muğla ovasının denizden yüksekliği 620-650 m. dir. Ovanın kuzeyinde Muğla şehri yer almaktadır. Ovanın tabanı, kalın bir toprak tabakasıyla kaplıdır. Bölgede, kireçtaşlarının geniş bir yayılım göstermesi karstlaşma olaylarını artırmıştır. İşte bu sebeble inceleme alanında bir çok polyeler (Muğla, Dirgeme, Gülağzı, Yerkesik) ve sayısız dolinler meydana gelmiştir.

## İKLİM

Muğla, Akdeniz iklimi etkisi altındadır. Ancak iç kesimlerde yükseltinin ve denizden uzaklığın etkisiyle, Akdeniz iklimi değişikliğe uğrar, kışlar ılık ve yağışlı, yazlar sıcak ve kurak geçer. İlin ortalama sıcaklığı yaklaşık 15 °C dir. En soğuk ay 5.4 °C ortalama ile Ocak , en sıcak ay 26 °C ortalama ile Temmuz dur . Sıcaklık sık sık 30 °C nin üstüne çıkar, ama -5 °C nin altına ender olarak iner. İlde şimdiye kadar ölçülen en yüksek sıcaklık değeri 41.2 °C ( ölçüldüğü tarih 14.8.1960 ), en düşük sıcaklık değeri -12.6 °C ( ölçüldüğü tarih 4.1.1942 )dir. Sıcaklığın 20 °C nin üstünde olduğu gün sayısı 188, 30 °C nin üstünde olduğu gün sayısı 83 tür. Sıcaklığın 0 °C nin altında olduğu gün sayısı 33, -5 °C nin altında olduğu gün sayısı 9, -10 °C'nin altında olduğu gün sayısı 3 tür. İlde ortalama yağış 1220.9 mm dir. yağış maksimumunun kışa, minimumunun yaza rastladığı ilde en yağışlı ay Aralık (298 mm) en kurak ay, Ağustosdur (7.1 mm). Yağışların yarısından fazlası kış aylarında düşer. İlin değişik kesimlerinde yağış 650-1150 mm arasında

değişmektedir. Muğla ilinde yağışların % 3' ü yaz, % 17' si sonbahar, % 61' i kış, % 19' u ilkbahar mevsiminde düşer. İlde ortalama olarak yağışlı gün sayısı 100, kar yağışlı gün sayısı 1, karla örtülü gün sayısı 2, açık gün sayısı 151, bulutlu gün sayısı 150, kapalı gün sayısı 64 ve bağıl nem oranı % 60' tır. Rüzgar yönü genellikle, ilkbahar ve sonbahar mevsiminde kuzeybatı, yaz mevsiminde batı, kış mevsiminde güneydoğudur.

İnceleme alanı, yazları sıcak-kurak, kışları ılık ve yağışlı Akdeniz ikliminin etkisinde bulunuyorsa da yükselti ve rölyefin etkisi, bilhassa Akdenizden gelen rüzgarların tesiri ile daha özel bir iklimin etkisi altındadır.

Muğla istasyonu ele alınarak incelenecek olursa yaz aylarının genellikle az yağışlı olduğu görülür. Yazın yağışlar genellikle 0-150 mm arasındadır ve bu da yıllık yağışın ancak % 3' nü teşkil eder. Sonbahar oldukça yağışlıdır. Yıllık yağışın % 17' si sonbaharda kayıt edilen yağışlardır. Kış ise soğuk ve yağışlıdır. Yıllık yağışın % 61' ni teşkil eder. İlkbahar ise yıllık yağışın % 19' na sahiptir.

## BİTKİ ÖRTÜSÜ

Bölgede bitki örtüsü Akdeniz ikliminin etkisi altında gelişmiş olup bu iklimin kendisine has karektelerini taşımaktadır. Yörede sert yapraklı ve daima yeşil kalan ağaçlar, fazla miktarda yer tutar. Kıyıdan itibaren Muğla istikametinde çıkılırken kıyıda alçak sahalarda sazlıklar ve makiler göze çarpmaktadır. Muğla platosu üzerinde hakim manzara yaz kış yaprağını dökmeyen maki tipli bitkilerden meydana gelir. Özellikle yörenin batı ve güneybatısı maki nevinden *Arbutus* (Kocayemiş), *Kermes* meşesi (*Quercus coccifera*), *Pınal* meşesi (*Quercus ilex*), *Mazı* meşesi (*Quercus infectoria*) sayılabilir. Muğla çevresinde hayıt ağaçları ve fundalıklar geniş yer tutar. Diğer taraftan kışın bu kesimde yağışın fazlalığı Mesofit bitkileri yaz kuraklığına karşı koyabilecek duruma getirmiş olup bozukta olsa bir ormanın teşekkülünü mümkün kılmıştır. Gerçekte bölgenin kuzey ve doğu

kisimlerinde Karaçam (*Pinus nigra*) ve K knar (*Abies cilicica*) ağaçları bol olan karışık ormanlara rastlanmaktadır.

### 3. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

İnceleme alanı ve dolayında çeşitli amaçlar güden jeolojik incelemeler 1847 yıllarında başlamış olup, halen devam etmektedir. Menderes masifinin güneyinde yer alan inceleme alanı fevkalade karmaşık tektonik modeli, çeşitli morfolojik şekilleri ve karstik özellikleri ile Türkiye jeolojisi bakımından ilginç bir bölge görünümündedir. Bu özellikler nedeniyle, inceleme alanı ve dolayında yerli ve yabancı bir çok yerbilimcileri değişik amaçlı çok sayıda incelemeler yapmışlardır.

Aşağıda 1914 yılından itibaren çalışma alanı ve dolayında yapılan önemli incelemeler tarih sırasına göre kısaca gözden geçirilecektir.

**PHILIPPSON (1915)** Muğla'nın 15 km. kuzeyinde bulunan Göktepeli'nin (1892 m.) 8-10km. güneydoğu tarafında yer alan boyun kısmında fusilinli kalkerlerle birlikte killi şistler tesbit etmiş ve bu formasyonların Permiyen'e ait olabileceklerini belirtmiştir, ayrıca, Dalaman Çayı vadisinin yukarı kesimlerinde Fusulinidea'lı Permokarbonifer arazisinin varlığını belirtmiştir.

**KAADEN ve K. METZ (1954)** Muğla yakınlarındaki Karabörtlen Köyü yanındaki şistleri, içerisinde fosil bulunmamasına rağmen Devoniyen'e, ayrıca bölgede mevcudiyetini zikrettikleri bazı grafitli şistleride atfetmişlerdir. Bu jeolojilerin MTA Enstitüsü hesabına arazide inceleme yapmak suretiyle hazırlanmış oldukları etüd, bölgenin jeolojisini tesbit etmek amacıyla yapılmıştır.

**DARKOT ve ERİNÇ (1954)** Muğla en karakteristik jeomorfolojik özelliğinin, 1000-1200m. yüksekliğinde Neojen sonrası bir aşınım düzlüğü olduğunu belirlemişlerdir. Muğla kuzeyi Oyuklu ve Yılanlı dağlarından, Gökova körfezine kadar karstlaşma ve aşınmayla gelişmiş yüzey şekillerini tanımlamışlardır.

**E. ALTINLI (1955)** Denizli güneyinin jeolojisi adını taşıyan etüdünde Denizli-Fethiye arasında yer yer ortaya çıkan ve "Komprahansif seri" olarak tanıtılmış bulunan bazı formasyonların Orta Permiyen'e dahil edilebileceğini belirtmiştir.

**YALÇINLAR (1956)** Güneybatı Anadolu da Muğla şehrinin hemen batısında Radiolar'lı silisli siyah çeşitleri görüp bunları ve üzerlerinde görünen mermerleri Paleozoyik yaşta kabul etmiş daha sonrada, 1961 yılında Denizli - Tavas - Karacasu - Muğla - Milas - Köyceğiz - Karabörtlen kesimlerinde, yer yer, fosilli denizel ve karasal Karbonifer ve Permiyen Formasyonlarını tesbit etmiştir.

**WIPPERN (1964)** Menderes Masifi ve çevresinde yaptığı araştırmada iki orojenez dönemi belirlemiştir. Mermerlerin Hersiniyen, Orojenez' inden etkilendiklerini ve metamorfizmanın Triyas veya daha genç olduğunu bildirmiştir.

**GRACIANSKY (1965)** Menderes Masifi' nin iki orojenez geçirdiğini, ilk orojenezin gnayslarla şistler arasında diskordansa sebep olduğunu, ikinci orojenezle masifin dom şeklinde yükseldiğini bildirmiştir. Muğla-Denizli dolayında görülen Mesozoyik kireçtaşlarını kapsayan birimlere şisto radyolarit formasyonlar ismini vermiştir. Yazar 300-400 m. kalınlığında ve çeşitli kayaçların karışımından oluştuğunu söylediği bir birim içerisinde Globotruncana Coranata Bolli, Globotruncana Lapparenti Brotzen bularak bu birime Üst Kretase yaşını vermiştir.

**ABDÜSSELAMOĞLU (1965)** Muğla dolayında yapmış olduğu çalışmasında gözlü gnayslardan itibaren üstte doğru sıralanan ve az miktarda karbonatlar içeren kırıntılı kökenli metamorfik katmanların Paleozoyik yaşta olup, biri birinden ayrılabilen üç seri halinde geliştiklerini, bölgenin Alpin Orojenezinin Lamarien fazından etkilendiğini, metamorfizma etkilerinin ise

Üst Kretase ye kadar devam ettiği ve metamorfizma şiddetinin alttan üstte doğru ve kuzeybatıdan güneydoğuya yanal olarak azalma gösterdiğini belirtmiştir.

**KETİN (1966)** Menderes Masifi' nin Alpin Orojenezi ile oluştuğu kanısındadır. Menderes Masifinde Kaledoniyen ve Hersiniyen Orojenezlerinin izlerine rastlanmadığını belirterek, çekirdek ve örtü serilerinin Alpin Orojenezi ortalarına rastlayan tek bir metamorfizma ile Kimmerik ve kısmen Austrik fazlarından etkilendiğini belirtmiştir.

**GRACIANSKY (1968)** Likya Toras larında detaylı jeolojik incelemelerde bulunmuş ve bölgede üç ünite tesbit etmiştir. Bu üniteler; Peridotit napı, çeşitli ekayların getirdiği karışık kütle ve otokton bir istifdir. Daha ziyade tektonik hareketler üzerinde duran yazar buradaki teğetsel hareketlerin Burdugaliyen' den sonra başladığını ve Üst Miyosen yaşında olduğunu, kayaçların köklerinde Menderes Masifi tarafında aranması gerektiğini belirtmiştir.

**TANER, G (1968-1971)** Denizli bölgesi Neojen' inin paleontolojik ve stratigrafik etüdü adlı doktora tezinde, bölgedeki Neojen fosillerini çok detaylı olarak incelemiş ve buradaki Neojen' in Alt Pliyosen yaşlı olduğunu söylemiştir. Yaptığı fosil analizleri sonucu bulmuş olduğu Gastropod fosillerinden fasiyes tayini yapmıştır.

**BECKER, J. D. PLATEN (1970)** Güneybatı Anadolu' nun litostratigrafisi, Denizli Muğla Tefenni Esençay bölümünün Tersiyer çökelleri üzerinde çalışmalarda bulunmuş ve çalışma sonuçlarını 1/25000 ve 1/100000 ölçekli jeoloji haritalarında derlemiştir.

**GRACIANSKY (1972)** Fethiye-Köyceğiz arasındaki bölgede çalışmış, allokton ve otokton kaya birimlerini haritalamıştır. "Lisyen Napları" adını verdiği allokton kaya birimleri arasındaki ilişkileri yorumlamakta zorluklar olduğunu ortaya koymuştur.

**KAYAN (1972-1973)** Gökova Körfezi dolayının fiziki coğrafi özelliklerini doktora tezi olarak incelemiştir. Daha sonra Milas dolayındaki yer şekillerini çalışmış ve yapısal ilişkiler üzerinde durmuştur. Kıyıların şekillenmesinde, özellikle Holosen transgrasyonun etkili olduğunu belirtmiştir.

**İZDAR (1975)** Menderes Masifi' nin kubbe şekilli bir çekirdek olduğunu bildirmiş, Çine dolayındaki gözlü gnayslarda yaptığı radyometrik yaş tayinlerinden metamorfizma yaşını  $490 \pm 90$  milyon yıl (Kalodoniyen) bulmuştur.

**DORA (1975)** Genç Alpidik fazların Menderes Masifinde ancak retrograd metamorfik etkiler yaptığını belirtmiştir. Dora' ya göre Menderes Masifinde progradif metamorfizmaya neden olan ana metamorfik evreler, sözü edilen Alpidik evreden daha yaşlıdır.

**BRINGMANN (1971-1976)** Menderes Masifi gnayslarının daha çok tortul kökenli olduğunu çekirdeğini Paleozoyik ve daha yaşlı, mermer ve kireçtaşlarının Paleozoyik ve Mesozoyik yaşta olduğunu bir kaç kez metamorfizmanın Retrograd nitelikte olduğunu bildirmiştir.

**PAMİR, H.N ve ERENTÖZ, C. (1975)** Denizli bölgesi ve dolayında yaptıkları jeoloji derlemelerinde Denizli ve çevresinde denizel fasiyeste Üst Miyosen yaşlı çökeller bulunduğunu, Üst Miyosen e ait tabakaların bulunmadığı yerlerde tatlı su tabakalarının bulunduğunu ve bunların Tersiyerden evvel kayalar üzerine transgresif olarak geldiklerini söylemişlerdir. Taban tabakalarının üzerine kumlu marnlar ve bunlarında üzerine göl kalkerleri geldiğini ve içinde zengin bir tatlı su Pliyosen faunasının bulunduğunu söylemişlerdir. Bölgenin 1/500000 lik jeoloji haritasını yapmışlardır.

**MESŞUR, YOLDEMİR (1983)** Köyceğiz-Datça-Yatağan ve Kale arasındaki petrol olanaklarını araştırmışlardır. Proje alanının doğu kesimini de içine alan geniş bir bölgenin jeolojisini incelemişlerdir. Bölgenin kuzeyin-

de Menderes Metamorfitlerini, gnayslar, Göktepe şistleri, Yılanlı formasyonu ile melanj ve kireçtaşı bloklarını kapsayan fliş çökellerine "Özlüce Formasyonu" adını vermişlerdir. Allohton birimleri, benzeri şekilde Antalya ve Elmalı Nap'ları olarak ayırmışlardır. Elmalı Nap'larında Karbonifer den Eosen e kadar çeşitli birimler saptamıştır. Kretase sonundan itibaren sıkışma tektoniğine bağlı olarak Elmalı Nap'larında dilimlenme başlamıştır. Eosen başında naplar Menderes Masifi' ni örtmüştür. Napların yürümesi Eosen ve Miyosen de de devam etmiştir. Çalışmada Elmalı Nap'ları altında Milas ve Muğla' nın güneyinden geçen bir tektonik hattın varlığını kabul etmişlerdir.

**EVLİMOĞLU (1983)** Muğla, Düğrek, Ula, Yeşilyurt, Ören, Yerkesik Yenice, Gökova ve Kızılkaya ovalarında rezistivite ölçümleri yapmıştır. Aşağıda bu çalışmada elde edilen yeraltı bulguları özet olarak sunulacaktır.

Düğrek ovası 620-700 m. ler arasındadır. Yaklaşık yüzölçümü 40km<sup>2</sup> dir. Ovanın doğusunda 1-2 l/s debili kaynaklar vardır. Yüzey sularını drene eden bir obruk saptanmıştır. Ovada 20-30m. kalınlığında alüvyon ve daha altta kumtaşı-kiltaşı ve marndan oluşan bir istif vardır. Neojen' e ait bu çökeller akifer niteliğinde görülmemiştir. Daha derinde karstik kireçtaşları yer almaktadır.

Yeşilyurt ovası, ortalama 470-500 m. yüksekliktedir. Ovayı çevreleyen tepelerin yamaçlarında, şistler ile kireçtaşı dokanağından çıkan 5-15 l/s lik kaynaklar vardır. Ovada ince bir alüvyon ve daha altta kalınlığı yaklaşık 240 m. ye ulaşan Neojen çökelleri saptanmıştır. Neojen istifi, başlıca kil, tüfit ve konglameradan oluşmaktadır. Daha altta karstik kireçtaşı ve şistler yer almaktadır. 29944 sondaj kuyusunda Swl = 80 m. ve debi 20 l/s ölçülmüştür.

Yerkesik ve Yenice ovalarında 6492 , 6767 ve 6768 sondajları yapılmıştır. Alüvyon altında Neojen' in killi, kumlu, konglomera ve marn çökelleri bulunmaktadır. 6492 ve 6767 sayılı kuyulardan Neojen çökellerinin su taşımadığı anlaşılmıştır. Faylar nedeniyle Neojen çökelleri 200-300 m. kadar

kalın olabilmektedir. Tabanda karstik kireçtaşları ve şistler saptanmıştır.

Ula ovası 10 km<sup>2</sup>. kadar bir alan kaplar denizden yüksekliği 600 m. dolayındadır. Ova çevresinde 730-855 m. yükseltili tepeler vardır. İnce bir alüvyon altında, kalınlığı 100 m. ye ulaşan killi çökeller saptanmıştır. Daha alta karstik kireçtaşı yer almaktadır.

Gökova körfezin doğusundaki kıyı ovasıdır. Yaklaşık yüz ölçümü 25 Km<sup>2</sup> dir. Denizden yükseltisi 0-10 m. arasındadır. Ovanın kuzeyindeki dik yar, birden yükselerek 900-1000 m. lere çıkar. Yüzeyde ova alüvyonla kaplıdır. Yapılan jeofizik ölçümlerinde 4 A ve 9 sayılı ölçüm istasyonlarında yaklaşık 120 m. kireçtaşı yorumlanmıştır. Ovada alüvyon ve Neojen çökelleri ayırt edilmemiştir. Faylanma nedeniyle, ova tabanında, kireçtaşları saptanamamıştır. Ovanın batı kesiminde tuzlanma belirgindir. Denizden uzaklaştıkça, doğuda tuzlanma azalmaktadır.

**KONAK, AKDENİZ, ÖZTÜRK (1987)** Menderes masifi güney kesiminin jeolojisini incelemişler, petrografik ve tektonik değerlendirmesini yapmışlardır. Likya napları ile otokton istifin ilişkisinide değerlendirerek Alpin metamorfizmanın Alt Eosen-Oligosen de meydana geldiği sonucuna varmışlardır.

**OKAY (1989)** Denizli nin güneyinde Menderes Masifi ve Likya Nap larının jeolojisini çalışmıştır. Menderes Masifi nde, üstte doğru azalan Barroviyen tipinde, Eosen döneminde bir metamorfizma geçirdiğini bildirmiştir. Likya Nap' larının Menderes Masifi üzerine itilmesiyle gelişen Rejyonal bir metamorfizmanın napların alt düzeylerindeki etkilediğini; bunun sonucu olarak otokton ve allakton arasında, kesikliğinin belirgin olmadığını bildirmiştir.

**EROSKAY, GÖZÜBOL,...vd. (1992)** Muğla, Gökova ile Milas - Ekinambarı ve Savran karst kaynaklarının incelenmesi adlı çalışmalarında yaklaşık 3800 km<sup>2</sup> lik bir alanın hidrojeolojik incelemesini yapmışlardır. Milas, Gökova ve Ören havzalarındaki karstik kaynakların tuzlanma modelini ortaya

koymaya çalışmışlardır.

Muğla havzasının çevresinde ve ova tabanında Miyosen çökellerin varlığını tesbit etmişler, Pleyistosen döneminde şiddetli tektonik hareketlerle bölge, parçalanarak faylarla sınırlı bloklar oluştuğunu açıklamışlardır. Gökova kaynakları, alttan tektonik melanj ve Güllük Formasyonu, üstten geçirimsiz Çaydere Formasyonu ve Ofiyolitle sınırlı bulunan allokton kireçtaşlarından boşaldığını bildirmişlerdir.

Muğla havzasının kuzeyinde yer alan Milas Formasyonu yaklaşık 170 km<sup>2</sup> lik bir alan kapladığını, karstik kireçtaşı olan bu birimde yeraltısuyu hareketinin Muğla Polye sine doğru olduğunu tesbit etmişlerdir. Havzada toplanan yağışların yeraltı mecraları vasıtasıyla Gökova kaynaklarından boşaldığını açıklamışlardır.

Bölgede akarsu ağının gelişmesi litolojik ve yapısal etkilerdeki belirgin farkların oluşmasına neden olduğunu ve özellikle karstik kireçtaşları ile kaplı bölgelerde yeraltısularının beslenmesinin farklı görüldüğünü bildirmişlerdir.

Muğla Havzası karst sisteminde yeraltısuyunun, Muğla Polyesi güneydoğusundaki boğazdan geçerek allokton kireçtaşları ile Çaydere ye boşaldığını ve Muğla havzasının yeraltısuyu boşalmasının Gökova Körfezi ve Çaydere vadisindeki genç faylarla denetlendiğini ileri sürmüşlerdir.

Muğla ve Gökova körfezi dolayındaki otokton ve allokton kireçtaşlarında gelişmiş olan paleokarst sisteminin, Miyosen' de ve daha sonra oluşan gömülmelerde deniz düzeyi altında kaldığını, derindeki tuzlanmış karstik mecralardan veya deniz suyu ile doygun alüvyal çökellerden geçerek yüzeye çıkan suların, değişik oranlarda tuzlandığını ve bu nedenle yüzeyden derine doğru alüvyonun üst kesimlerinde tatlusu orta kesimlerde az tuzlu, karışık su ve daha derinde ise çok tuzlu deniz suyunun bulunduğunu bildirmişlerdir.

#### 4. STRATİGRAFİK JEOLojİ

##### GİRİŞ

İnceleme alanı ve dolayında, kendi içerisinde düzenli 3 stratigrafi istifini tesbit edilmiştir. Menderes Masifi'ni oluşturan kayalar "Otokton istif" bölgeye sürüklenimle yerleşen Likya Naplarına ait kayalar "Allokton istif" olarak tanımlanmıştır. Her üç stratigrafik istifte kaya birimlerine ayrılmıştır.

Bu bölümde, otokton istifden başlayarak yaşlıdan gence, tüm kaya birimleri sırayla tanıtılacaktır:

##### OTOKTON KAYA BİRİMLERİ

Menderes masifinin litolojilerini içeren otokton kaya birimlerinin alttan üste doğru sıralanımı aşağıdaki gibidir (Şekil 3).

MESOZOYİK.....Milas Formasyonu (Mzm)

PALEOZOYİK.....Şistler (Pzs)

##### ŞİSTLER (Pzs)

Menderes masifinin şist gurubu metamorfik kayaları, inceleme alanının batısında yer almaktadır. Önceki çalışmalarda tanımlanmış konum ve özellikleriyle ele alınıp incelenmiştir.

Şistler, inceleme alanında mostralarını, Yeşilyurt'un güney doğusunda,

*Şekil 3. Muğla ve dolayısı için genel stratigrafi kesiti*

[illegible]



Yerkesik' in batısında vermektedir. Şistlerin yayılma alanı oldukça kısıtlı olup, sadece inceleme alanın batısında görülmektedir. Şistlerin tipik mostralarının bulunduğu ve tüm özelliklerinin görülebileceği yerler Dağdibi ve Yeşilyurt' tur.

İnceleme alanındaki şist istifi başlıca kloritşist, kalkşist, kuvars şist, fillat ve kuvarsit ile mermer merceklerindem oluşmaktadır. Harita simgesi "Pzş" dir.

Şistler özellikle vadilerde; neotokton birimler ile Milas formasyonu kireçtaşları altında görülmektedir. Özellikle bu durum Yeşilyurt dolaylarında oldukça belirgindir.

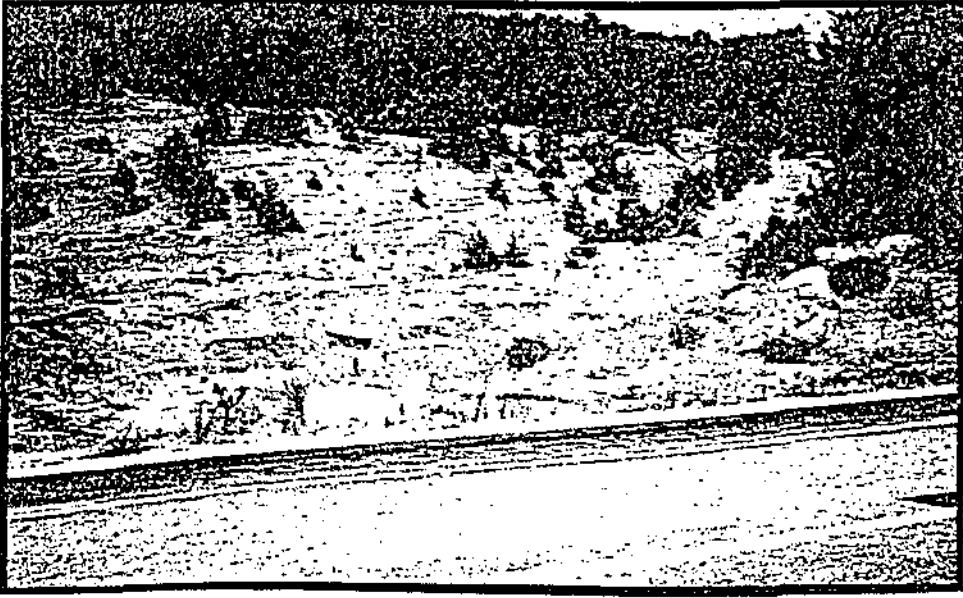
Menderes Masifinin şistleri en yaşlı birim olup stratigrafik temeli oluşturmaktadır. Bu şistler üzerine, konkordan olarak Milas Formasyonunun kireçtaşları gelmektedir. Hemen her kesimde bu dokanak ilişkisi belirgin olarak görülmektedir.

Şistlerin kalınlığının, arazi gözlemlerimiz ve eski incelemelere dayanarak 1500 - 2000m. olduğu tesbit edilmiştir. Önceki çalışmalarda Menderes Masifi' nin şistlerine Üst Devoniyen - Orta Permiyen arası yaşlar verilmiştir.

#### MİLAS FORMASYONU (Mzm)

Milas Formasyonunun kireçtaşları, Menderes Masifinin şistleri üzerine dereceli geçişle gelmektedir. Tipik özellikleri koyu, açık gri ve beyaz sert, sıkı, yer yer dolomitik kireçtaşı ; önceki çalışmalarda Milas Formasyonu olarak adlandırılmış bu tanımlama tarafımızdan benimsenmiştir. Harita simgesi "Mzm" dir.

Milas Formasyonunun mostra dağılımı ve morfolojisi, Eosen sonrası yapısal modelin denetiminde gerçekleşmiştir. İnceleme alanında oldukça geniş yayılım gösteren Milas Formasyonunun kireçtaşları geçirimli ve çok karstiktir. Karstlaşma sonucu oluşan mağraların bir kısmı terrarose ile doldurulmuştur (Foto 1).



*Foto 1. Milas kireçtaşları üzerinde gelişmiş terrarosa'lar.*

Önemli mostralarını ; Muğla kuzeyinde, Yılanlı Tepe, Orta Tepe, Muğla güneyinde Karadağ ve Derbent Tepe dolaylarında vermekte olup eğim yönleri kuzey ve kuzeydoğudur. Milas Formasyonu kireçtaşı istifi, altta açık gri kristalli, şekerimsi dokulu kireçtaşı ile başlamaktadır (Foto 2).



*Foto 2. Muğla güneyindeki gri,şekerimsi dokulu K.KD'ya eğimli Milas kireçtaşları*

İstifin en iyi gözlenebildiği kesit ise, Yeşilyurt - Dirgeme - Muğla arası yol güzergahıdır.

Milas Formasyonu kireçtaşı istifi altında yeralan Menderes Masifi şistleri, hidrojeolojik olarak bir bariyer oluşturmaktadır. Milas Formasyonu kireçtaşı istifi üzerine allokton ve neotokton birimler gelmektedir. Allokton kaya birimleri tektonik dokanaklı olarak yer almaktadır. Bu durum en güzel şekilde Eren Tepe civarında gözlenmektedir.

Milas Formasyonu kireçtaşı istifi üzerine bindirmeli olarak gelen allokton kaya birimleri kuzeydoğu, güneybatı bir uzanım gösterirler. Milas Formasyonu ile allokton kaya birimlerinin dokanak ilişkileri, Kurdubaşı Tepe (21 G,F), Kirlilik Tepe (18 H), Derbentbaşı Tepe (12 J,K) dolayında belirgindir.

Milas Formasyonu kireçtaşı istifinin en kalın gözüktüğü mostrası Yılanlı tepe (1675 m.) ve dolayısıdır. Burada Milas Formasyonunun kalınlığı 1000 - 1100 m.'ye kadar ulaştığı gözlenmektedir.

İnceleme alanında Milas Formasyonu kireçtaşı istifinin muhtelif yerlerinden alınan nokta numunelerinde önemli bir fosil bulgusuna raslanılmamıştır. Daha önceki çalışmalara dayanılarak bu istifin yaşının Üst Triyas - Jura - Kretase olduğu benimsenmiştir.

Milas kireçtaşı istifinin hakim litolojisini oluşturan numunenin ayrıntılı petrografik incelemesi aşağıda sunulmuştur.

*İ.K. N8 : Beyaz-krem, açık kahve, ten renkli sağlam. Kayacın ayrışmış kısımlarında ortalama 0.4 cm. çapında kalsit sıvama-ları mevcut. Demiroksit ve limonitçe zengin ayrışmış cepler ve yer yer bant-lar içermekte. Özellikle çatlak düzlemle-ri kayma çizikli Kalsit ve limonit süreksizlikleri allokemleri keserek mikro faylanmalar oluşturmıştır. Süreksizliklerin kesişme noktalarında görülen boşluklar kalsit kristalleri ile dol-gulu. Kayacın ayrışmış kısımlarında yer yer erime boşluklarına rastlanmaktadır. Bazı fissürlerin genişlemesi sonucunda yaklaşık çapı 0.1 mm. olan karst odacık-ları oluşmuş. Kayaç bazen mikrit taneleri şeklinde görülen intraklastlar içerisinde küçük sparikalsit kümeleri gözlenmekte-dir. Intraklastlar mikrit matriksle bağlan-muş matriks içinde seyrek dağılmış kuvars tanecikleri bulunmaktadır.*

Kayaç FOLK' a göre intraklastlı mikrit olarak adlanmıştır.

## ALLOKTON KAYA BİRİMLERİ

Bölgeye sürüklenimle yerleşmiş kuzeydoğu, güneybatı uzanımlı, Muğla güney ve güneydoğusunda yeralan allokton kaya topluluğu, Likya Napları olarak bilinmektedir. Farklı litolojilerden oluşan ve kendi içerisinde oldukça düzenli bir stratigrafik dizilim gösteren istif altta kırıntılı çökellerle başlayıp üstte doğru kireçtaşlarına geçiş göstermektedir (Şekil 3).

Allokton kaya birimleri, bölgeye sürüklenimle yerleşimi sırasında altında ve beraberinde, tektonik melanj özelliğinde kırıntılardan oluşan bir karışım getirmiştir. Sürüklenimin sonucu taşınan melanj kuzeydoğu, güneybatı bindirme kuşağı boyunca gözlemlenmektedir.

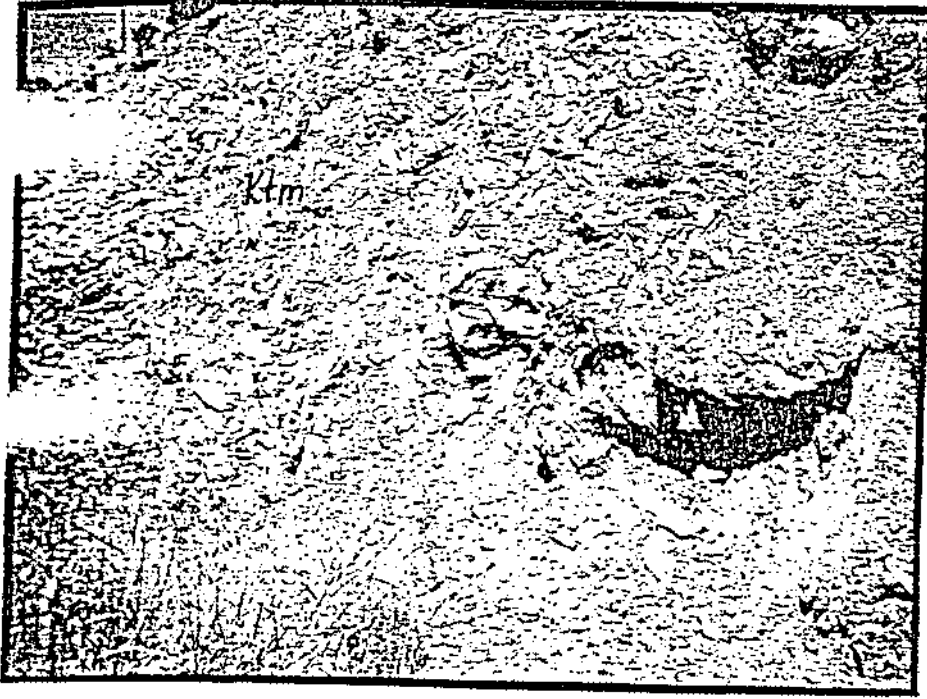
Allokton istifde stratigrafik olarak alttan üste doğru ayrıtılanan kaya birimleri şunlardır.

*TRİYAS - JURASİK .....Gökova Formasyonu (Tjg)*  
*PERMİYEN .....Güllük Formasyonu (Pg)*  
*KRETASE .....Tektonik Melanj (Ktm)*

### TEKTONİK MELANJ (Ktm)

Likya Naplarının bölgeye yerleşmesi sırasında sürüklenerek gelmiş, bindirme kuşağı boyunca yeralan bir birimdir. Tipik özellikleri ile Muğla güneyinde ve kuzey doğusunda mostra vermektedir.

Tektonik melanj, başlıca serpantin ile otokton ve allokton kireçtaşı, kumtaşı bloklarından oluşmaktadır. Serpantin matriks olarak egemendir (Foto 3).



*Foto 3. Derbentbaşı Tepe güneyindeki serpantin matrisli tektonik melanj.*

İnceleme alanın güneyinde; Derbentbaşı Tepe ve güneyinde önemli mostralarını veren birim, Milas Formasyonu kireçtaşı istifı üzerine tektonik dokanaklı olarak gelir. Melanjın otokton kütleyle yakın üst kesimlerinde, Milas Formasyonuna ait kireçtaşı blokları yer almaktadır. Bindirme kuşağının allokton kütleyle yakın üst kesimlerde ise Gökova kireçtaşlarından ve Güllük Formasyonundan parça ve bloklar gözlemlenmektedir.

Melanj zonunda sıkça rastlanan serpantin içerisinde gömülmüş çeşitli boyutta çok farklı kökenden kayalar bulunmaktadır. Melanj içerisinde kireçtaşı blokları yanı sıra şistlerede rastlanmaktadır.

Bindirme zonunda allokton kaya birimleri ile otokton kaya birimleri arasında bir sıkışma söz konusu olduğundan, mostraların dağılımı değişik genişliklere sahiptir.

Derbentbaşı Tepe eteklerinde bindirme zonu bir fayla kesilmiştir (Foto 6). Eretepe ve dolayında allokton kaya birimleri melanji örterek, otokton Milas formasyonu üzerine yürümüştür. Bu nedenle bu bölümde tektonik melanj gözükmez. Eren Tepe' nin kuzeydoğusunda ise melanj tekrar mostra verir.

### GÜLLÜK FORMASYONU (Pg)

Allokton istifin en alt birimidir. Tipik mostralarmı Güllük dolaylarında bulduğundan ERCAN (1982) tarafından bu ad verilmiştir. Bu isim tarafımızdan benimsenmiştir. Tipik mostralarmı inceleme alanının güneydoğusunda veren Güllük Formasyonu başlıca konglomera, kumtaşı, şeyl, şist ve değişik büyüklükte kireçtaşı merceklerinden oluşmaktadır. Harita simgesi "Pg" dir.

Güllük Formasyonunun içerdiği birimlerin egemen rengi olarak mor ve kırmızı kahverengidir. Şeyl düzeyleri gri, koyugri ve yeşilimsi gridir. Mor renkli arkozik kumtaşları ve konglomeralar kolay tanınabilen tipik yüzeylerdir. Yeşilimsi gri renkli şistler ve bunların arasında yapraklanmaya paralel kuvars bantları bir başka tipik özelliktir. İnce taneli şeyl düzeyleri fazlaca kıvrımcıklı görünmektedir. Güllük Formasyonu kalınlığı yer yer 1000 m. yi geçmektedir. Bu istifin içerisinde, özellikle alt düzeylere yakın yeralan kireçtaşı mercekleri hidrojeolojik açıdan önem taşımaktadır.

Genellikle açık gri, yer yer beyazımsı gri, koyu gri olan kireçtaşları değişik kalınlıkta sıkça çört bantları içermektedir. Kireçtaşı mercekleri ince orta katmanlı olup diğer kırıntılı litolojilerle yanal ve düşey geçişleri görülmektedir.

Stratigrafik olarak Güllük Formasyonunun üzerinde Gökova Formasyonunun dolomitik kireçtaşlarına geçer. Önceki çalışmalara göre Güllük Formasyonu Üst Permian - Alt Triyas yaşındadır (ÇAĞLAYAN 1980 ).

## GÖKOVA FORMASYONU (Tjg)

Güllük formasyonunun üzerine konkordan olarak masif, kalın katmanlı, beyaz gri, siyah kireçtaşı ve dolomitik kireçtaşları gelmektedir. Tipik mostraları Gökova ve dolayında görüldüğü için Gökova Forkasyonu olarak adlandırılmıştır. Önceki çalışmalarda bu birime ERCAN (1982) Pazardağı Formasyonu, GRACIANSKY (1972) Haticeana Formasyonu adlarını vermişlerdir.

Gökova Formasyonu altta gri, açık gri dolomitik kireçtaşı ile başlamaktadır. Üste doğru koyu gri ve siyah orta ve kalın katmanlı dolomitler ve dolomitik kireçtaşları ile devam eder. Üst düzeylere doğru yer yer açık gri dolomitik kireçtaşları bulunur. Harita simgesi "Tjg" dir.

İnceleme alanında en yaygın mostraları, Muğla'nın doğusunda Muğla-Denizli yolu güzergahında Kestane Dağı ve dolayında bulunmaktadır (19 K,L). Gökova formasyonunun bindirme zonuna yakın olduğu bölümlerde; Kurdu Dağı dolayında Gökova kireçtaşları kataklastik görünüm kazanmıştır.

Gökova Formasyonu alttan Güllük Formasyonu ile sınırlanmış olup yaklaşık kalınlığı 500-750 m. kadardır. Stratigrafik olarak Gökova Kireçtaşları üzerinde neotokton kaya birimleri diskordan alarak bulunmaktadır.

Önceki çalışmalarda (ÇAĞLAYAN,1980) fosil bulguları ile Gökova Formasyonun Üst Triyas-Alt Jurasik yaşında olduğu belirlenmiştir.

## NEOOTOKTON KAYA BİRİMLERİ

İnceleme alanında, otokton ve allokton kaya birimlerini diskordan olarak örten, Miyosen veya Pliyosen çökelleri neotokton istifini oluşturur. Molas fasiyesindeki konglomera, kumtaşı, şeyl, çamurtaşı, kireçtaşı vb. kayalar

geniş alanlar kaplamaktadır. Arada kömürlü düzeylerin de varlığı bilinmektedir.

Neotokton istif içerisinde, özellikleri ve fasiyesleri ile ayrılan iki kaya birimi haritalanmıştır. İnceleme alanının; kuzeyinde mostraları bulunan denizel kireçtaşı ve koglomera "Köprüçay Formasyonu" adıyla incelenmiştir.

### KÖPRÜÇAY FORMASYONU (Tk)

Köprüçay Formasyonu; gri, boz, alacalı sıkı, sert, kalın yer yer çok kalın katmanlı, çakıllarının çoğu kireçtaşı ve karbonatlı çimento ile oldukça sıkı tutturulmuş konglomeralardan oluşmaktadır. İnceleme alanının kuzeyinde, Milas Formasyonu kireçtaşlarını örten bu konglomeralara; Antalya bölgesinde görülen Miyosen konglomeraları ile çok benzer özellikler göstermesi sebebiyle, "Köprüçay Formasyonu" adı uygulanmıştır. Harita simgesi "Tk" dir(Foto 4).

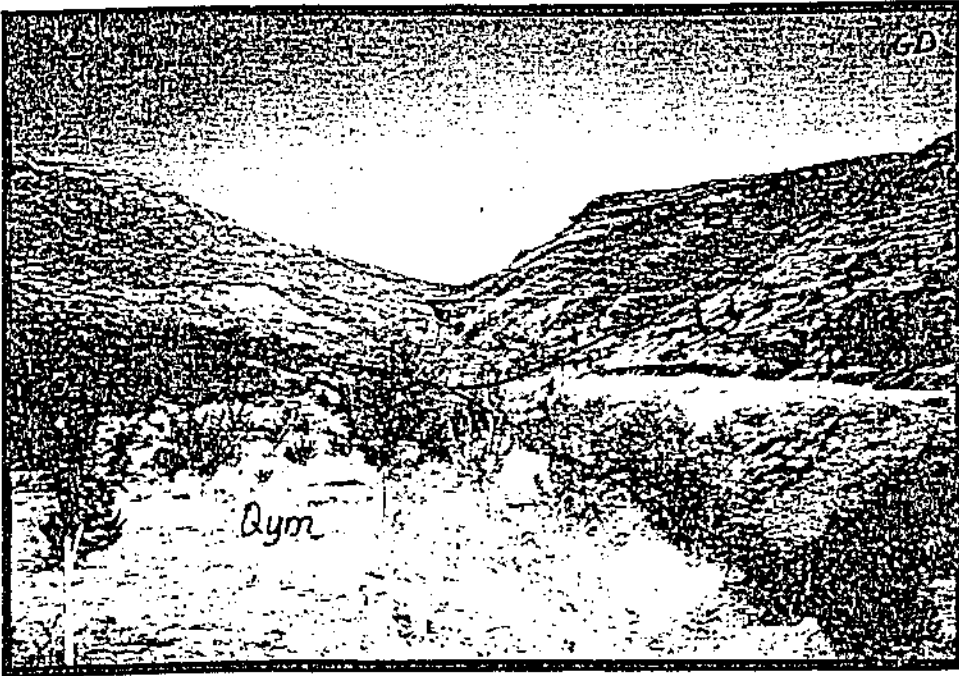


Foto 4. Muğla kuzeybatısındaki fayla kesilmiş, neotokton Köprüçay konglomerası(Tk).

Köprüçay Formasyonu, daha çok iri, çok iri kireçtaşı çakıllarının karbonat bir çimento ile tutturulmasından oluşmuş konglomera ile yer yer kireçtaşlarından oluşmaktadır. Hem kireçtaşı hemde konglomera düzeyleri kolayca eriyebilen karstik erimeli bir özellik göstermektedir. Bu özelliği nedeniyle uzaktan kireçtaşı istifı gibi görünmekte ve istifin özelliklerini göstermektedir.

Köprüçay Formasyonu, yanal ve düşey Yatağan Formasyonu, konglomera, kumtaşı, kıltaşı istifı ile dereceli geçişlidir. Geçiş dokanağı Muğla kuzey-batısında görülmektedir. Köprüçay formasyonu değişik birimler üzerine diskordan olarak oturmaktadır. Bazen otokton kireçtaşları bazen allokton kaya birimleri üzerinde bazende bindirme kuşağında örtü kayaları olarak görülür. Bunun en güzel gözlemlendiği kesim Sodaköy güneyidir (18 H).

Köprüçay formasyonunun kireçtaşı ve kumlu kireçtaşı düzeyleri yer yer allokton kireçtaşları ile benzer özellikler göstermektedir. Bu nedenle kaya birimi ayırdımında güçlükler çekilmiştir. Ancak içerisindeki kırıntılardan ve çakıllardan, yanal yöndeki fasiyes değişimlerinden yararlanılarak Köprüçay Formasyonu haritalamak ve tanımlamak mümkün olabilmıştır. Muğla kuzeyinde orta ve kalın katmanlı olan bu birimin kalınlığı 400 m. yi aşkındır. Tipik özellikleriyle Sodaköy kuzeyinde görülen istif yamaçlarda pek çok düşey fay ile kesilmiş yer yer kataklastik özellikler kazanmıştır. Önceki çalışmaların bulgularına göre, Orta-Üst Miyosen yaşında olup, denizel bir çökel topluluğudur.

### YATAĞAN FORMASYONU (Ty)

İnceleme alanında geniş yayılım gösteren gri, boz, krem renkli kumtaşı, konglomera, siltaşı, marn, kıltaşı, kireçtaşı ve kömürlü seviyelerden oluşan göl ve akarsu fasiyesindeki çökel topluluğu "Yatağan Formasyonu" adıyla haritalanmıştır. Harita simgesi " Ty " dir. Yatağan formasyonu kömür içer-

mesi sebebiyle MTA Enstitüsü uzmanları tarafından ayrıntılı olarak araştırılmıştır. Yüzey jeolojisi yanında çok sayıda sondaj yapılarak yeraltı bulguları elde edilmiştir.

Yatağan Formasyonu tabanda çoğu kaba kırıntılı malzeme ile başlar. Yatay ve düşey yönde değişimler görülür. İnce çakıllı konglomera, kumtaşı kilitaşı ve marn düzeylerine geçişler gösterir. Üstte doğru yer yer kumtaşı, silttaşı bantları içeren killi kireçtaşı ve kireçtaşı düzeyleri bulunmaktadır. Yatağan formasyonu çökelleri gölsel olarak yanal yönde sıkça fasiyes değişimleri göstermektedir. Bir yandan yüksek enerjili çökelimle kaba kırıntılar oluşurken, diğer tarafta kömür yataklarının oluşumuna imkan veren çok farklı bir fasiyeste çökelimler görülmektedir.

Yatağan Formasyonu çoğunlukla paleotopografya koşullarına, bağlı bir fasiyes dağılımı içinde görmek mümkündür. Muğla kuzeybatısında kenar zonlarda, kömürlü seviyeler içeren kilitaşı killi kireçtaşı marn istif görülmektedir. İnceleme alanının doğusunda Yatağan Formasyonunun konglomera, kumtaşı seviyeleri bindirme zonunu örtmüştür. Bu zondaki istif, zayıf çimentolu yaklaşık 100 m. kalınlıktadır. Yatağan Formasyonu, paleotopografya koşullarına bağlı bir yayılım gösterdiğinden, otokton ve allokton tüm birimleri örtmektedir. Bindirme kuşağı boyunca görülen mostralari, otokton ve alloktonlar arasındaki ilişkiyi gizliyelebilmektedir.

İnceleme alanında Yatağan Formasyonu kalınlığı, çok değişkenlik göstermektedir. Muğla batısında istifin kalınlığı 200 - 250m. güneyde ise 100 - 150m. kadardır. Çoğunlukla fazla kalın olmayan yaygın dağılım gösteren çökellerdir.

MTA tarafından gerçekleştirilen incelemelerde bu çökelin fosil bulguları sonucunda, Orta-Üst Miyosen ve Pliyosen yaşında olduğu kabul edilmiştir (ÇAĞLAYAN 1980).

## ALÜVYON (Qal)

İnceleme alanındaki aktif tektonizma ve buna bağlı yükselme sonucu cukur alanlarda yaygın ve kalın alüvyon çökelleri oluşmuştur. Başlıca alüvyon çökeltme alanları, karstik sistemlere bağlı gelişmiş değişik yükseltideki ovalardır.

İnceleme alanının en yaygın alüvyon çökeltim alanı Muğla ovasıdır. Kalınlığı 100 m.ye ulaşan kırıntılı bir alüvyon çökeli görülür. Kil, silt, kum ve çakırdan oluşma alüvyon kalınlığı alt taban topografyasına bağlı olarak değişmektedir. Fayların etkisi ile ortaya çıkan alçalım, kalınlık artısında etkin olmuştur.

Muğla ovası yanı sıra alüvyon çökeltme ortamları, Yeşilyurt Yerkesik, Gülağzı ve Dirgeme ovalarıdır. Bunlardan; Dirgeme ovası üst kotlarda gelişmiş, Yeşilyurt ovası ise düşük kotlarda gelişmiş alüvyon çökeltme ortamlarıdır. Muğla ovasında bulunan alüvyal malzeme, tektonizma ile yükselmiş, çevredeki yüksek alanlardan taşınmış, kaba kırıntılı çökellerden oluşmaktadır.

## YAMAÇ MOLOZU (Qym)

Tektonik hareketler nedeni ile bölgenin faylanması, ani yükselip alçalması inceleme alanındaki sarp dağların yamaçlarında, geniş alanların yamaç molozları ile kaplanmasına sebep olmuştur. Muğla kuzeyi Kızıldağ (10 C), güneydoğusu, Kurdudağı (20 G) vd. eteklerinde yamaç molozlarıyla kaplı geniş alanlar vardır.

Beslenme kaynağından uzağa gidildikçe çapları küçülen ve köşeleri kütleşen bu molozlar, genelde Mesozoyik yaşlı Gökova ve Milas formasyonu kireçtaşlarından oluşmuşlardır.

Muğla ovasının kuzeyinde, fayların etkisi ile oluşan yamaç molozlarının kalınlığı 50 m.'ye ulaşmaktadır. Yer yer çimentolanmış yamaç molozları erime şekilli ve boz renklidir.

## 5. YAPISAL JEOLoji

Batı Toroslarda son yıllarda yapılan çalışmalarla, Menderes Masifi ile allokton birimler arasındaki ilişkiler ve bölgenin yapısı hakkında, önemli bulgular tesbit edilmiştir. Rejyonel boyutlarda farklı evrelerde oluşmuş üç farklı stratigrafik topluluk ayırteilmektedir. Bölgenin kuzeyinde çok geniş alanlar kaplayan Menderes Masifi makro boyutlarda bir dom yapısına sahiptir. Paleozoyik başlarında belirgin bir kesiklik olmaksızın Mesozoyik sonuna kadar devam eden sedimantasyon; bölgeye Üst Kretase' de Likya naplarının yerleşmeye başlamasıyla yeni bir evreye girmiştir. Masifin otokton birimlerinde, Apalaş tipi, antiklinal ve senklinallerden oluşan kıvrımlı bir yapı görölmektedir. Bindirme kuşağı ile otokton kaya birimlerinden ayrılan Likya naplarında sürüklenmenin sebep olduğu faylı, ekaylı ve kataklastik yapı unsurlarına sıkça raslanmaktadır. Bölgede, neotokton istifi oluşturan, Miyosen-Pliyosen dönemlerine ait örtü çökelleri ise diğerlerine oranla çok daha sade bir yapı göstermektedirler. Bölgede, Kretase sonunda görölen epirojenik hareketlerin etkisi ile faylar ve grabenler oluşmuştur.

### OTOKTON BİRİMLERDE YAPI

İnceleme alanındaki otokton birimler şistler ve Milas formasyonuna ait kireçtaşlarıdır. Özellikle geniş alanlar kaplayan Milas formasyonu kireçtaşlarının yapısı, jeoloji haritası ve jeoloji enine kesitlerinde belirgin görölmektedir. Menderes Masifinin kıvrımlı şistleri ve bunun üzerine konkordan olarak yerleşmiş kireçtaşları otokton kaya birimlerini oluştururlar. Milas Formasyonu kireçtaşları genelde kuzeydoğu eğimlidir. Bindirme zonuna yakın ve fayların bulunduğu kesimlerde otokton kaya birimlerinin ilksel geometrileri bozulmuştur.

## ALLOKTON BİRİMLERDE YAPI

Çalışma alanındaki ana yapı unsurlarından biri bindirme kuşağıdır. Otokton kaya birimleri ile allokton kaya birimlerini ayıran bindirme kuşağı boyunca ileri derecede kataklastik deformasyon olmuştur. Allokton birimlerde, esas itibariyle bölgeye yerleşme sırasında kazanılmış, ters ve düşey fayların egemen olduğu ekaylı bir yapı gözlenmektedir. Bazı kesimlerde sürüme kıvrımları da olmuştur.

İnceleme alanında, bindirme kuşağı boyunca bazı bölümlerde, allokton birimlerin altında bulunan otokton kaya birimlerinin, litolojik özelliklerine bağlı olarak, faylanmalar, gelişmiş olup bindirme zonu yer yer bu faylarla kesilmiştir. Bazı kesimlerde geriden gelen kütleler melanj kuşağında aşmıştır. Muğla'nın güney ve güneydoğusunda bindirme düzleminin dikleştiği gözlenmiştir (Foto 5). İnceleme alanının güneydoğusunda yer alan allokton kaya birimleri de, otokton birimler gibi, son evredeki genç tektonizmanın etkisi altında kalmıştır. Bu birimlerde bir çok çekim fayı ile kesilerek parçalanmıştır.

## NEOTOKTON BİRİMLERDE YAPI

Neotokton örtü çökelleri, genel olarak az eğimli veya yataya yakın tabakalıdır. İnceleme alanında Miyosen ve Pliyosen çökelleri çoğu yapısal çukurlukları doldurmuş olduklarından, havza kenarlarında 10-15 derecelik ilksel eğimler görülür. Neotokton kaya birimleri yapısını, tektonizma sonra gelişen faylar etkilemiştir. Bu nedenle örtü çökellerini bloklu yapısını ve mostra dağılımını bu faylar denetlemektedir.

## KATMANLANMA

İnceleme alanında geniş bir yayılım gösteren Mılas Formasyonu kireçtaşlarının doğrultuları kuzeybatı, eğimleri ise kuzeydoğuyadır. Eğimleri 10-30

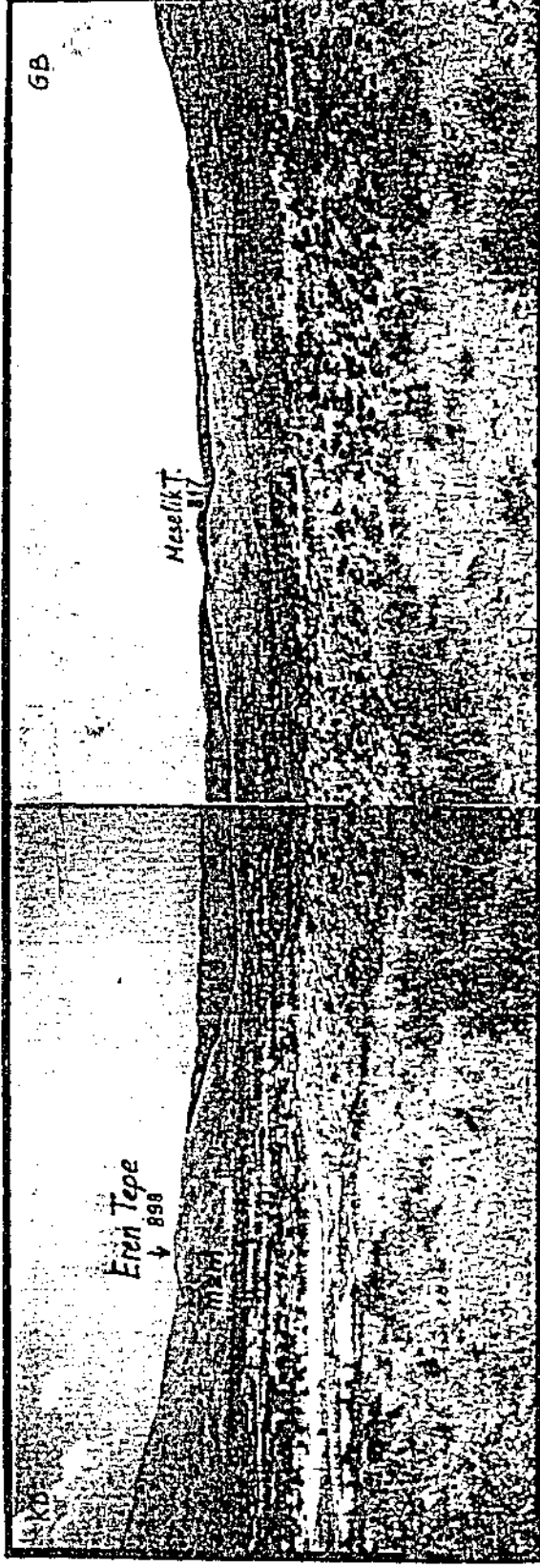


Foto 5. Yeniköy güneyi Muğla GD'nda bindirme zonu Milas F. (Mzm), üstten allokton Güllük F. (Pg) ile sınırlanmaktadır.

derece arasında değişmektedir. Özellikle bindirme kuşaklarında eğim ve doğrultular değişim göstermektedir.

Miyosen, Pliyosen örtü çökelleri, çoğunlukla yataya yakın veya kuzey, kuzey doğuya az eğimli olarak görülürler. Allohton kaya birimlerinin doğrultu ve eğimleri farklılık göstermektedir. Gökova Formasyonuna ait kireçtaşları genelde doğu batı doğrultulu ve güneye eğimlidir.

## FAYLAR

İnceleme alanında epirojenik veya tektonik hareketler sonucunda oluşmuş bir çok fay bulunmaktadır. Bunların en önemlisi, Muğla merkezinden geçen ve Muğla ovasının kuzey sınırını takip eden, Muğla fay sistemidir (Foto 8). Muğla güneyinde; bindirmeye bağlı olarak gelişmiş, Derbentbaşı Tepe eteklerinden geçen kuzeybatı güneydoğu doğrultulu Gülağzı fayı, 75 derece güneybatı eğimlidir (Foto 6). Fayların etkisi ile Muğla ve Yeşilyurt havzaları alçalmış ve bunların arasında yer alan kaya birimleri yükselerek horst ve graben sistemi oluşturmuştur (Şekil 4). İnceleme alanının güneybatısında bulunan Yerkesik ovasında da bu durum gözlenmektedir (Ek 1).

İnceleme alanının kuzeydoğusunda yer alan Yılanlı Tepe eteklerinden geçen Yılanlı fayı, Sodaköy dolayında Muğla fayını kesmektedir. Milas kireçtaşlarını kuzeybatı güneydoğu doğrultulu kesen Yılanlı fayı, hidrojeolojik modelin ortaya konulmasında oldukça önemli roller oynamaktadır.

## KIVRIMLAR

İnceleme alanının büyük bir bölümünü kaplayan otokton Milas kireçtaşları kendi içerisinde yerel kıvrımlanmalar göstermektedir. Bu kıvrımlanmalar genelde Likya naplarının etkisinde oluşmuştur. Çalışma alanında düzenli ve devamlı kıvrımlara rastlanmamıştır. Bunun nedenleri ise şöyle sıralanabilir.

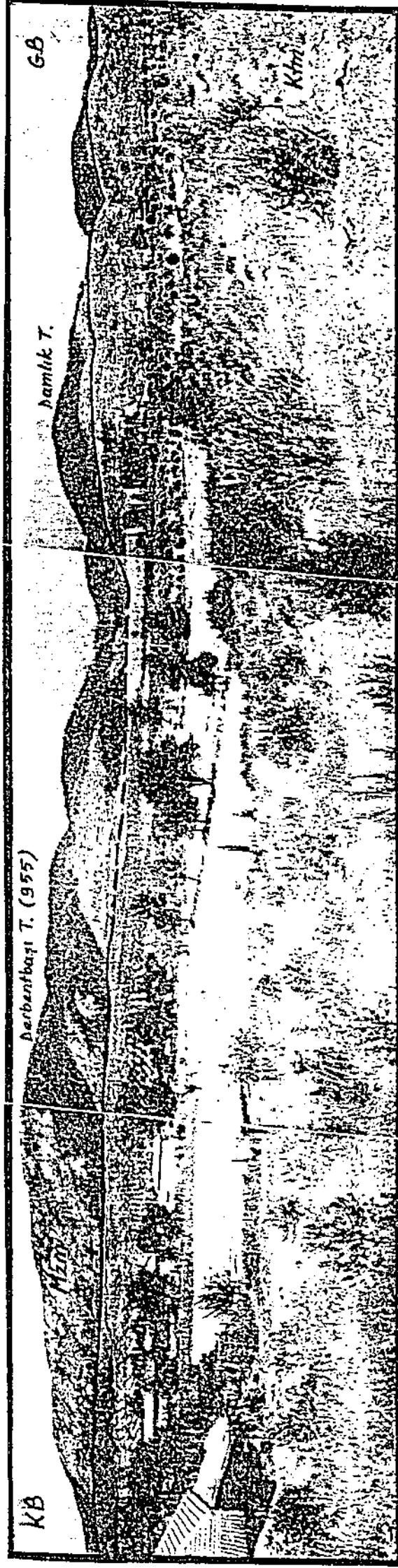
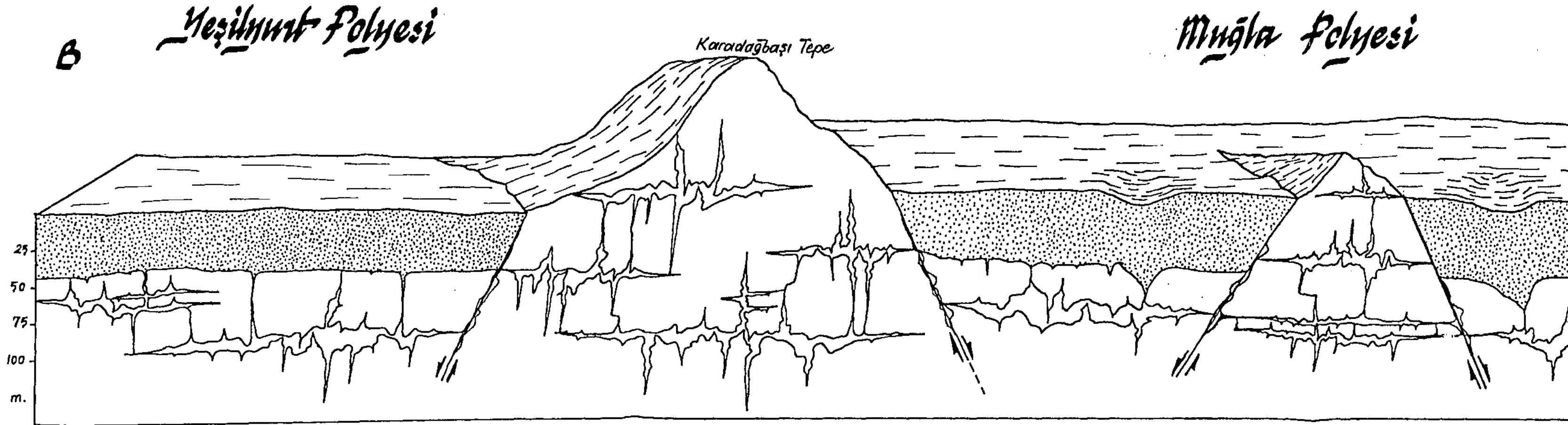
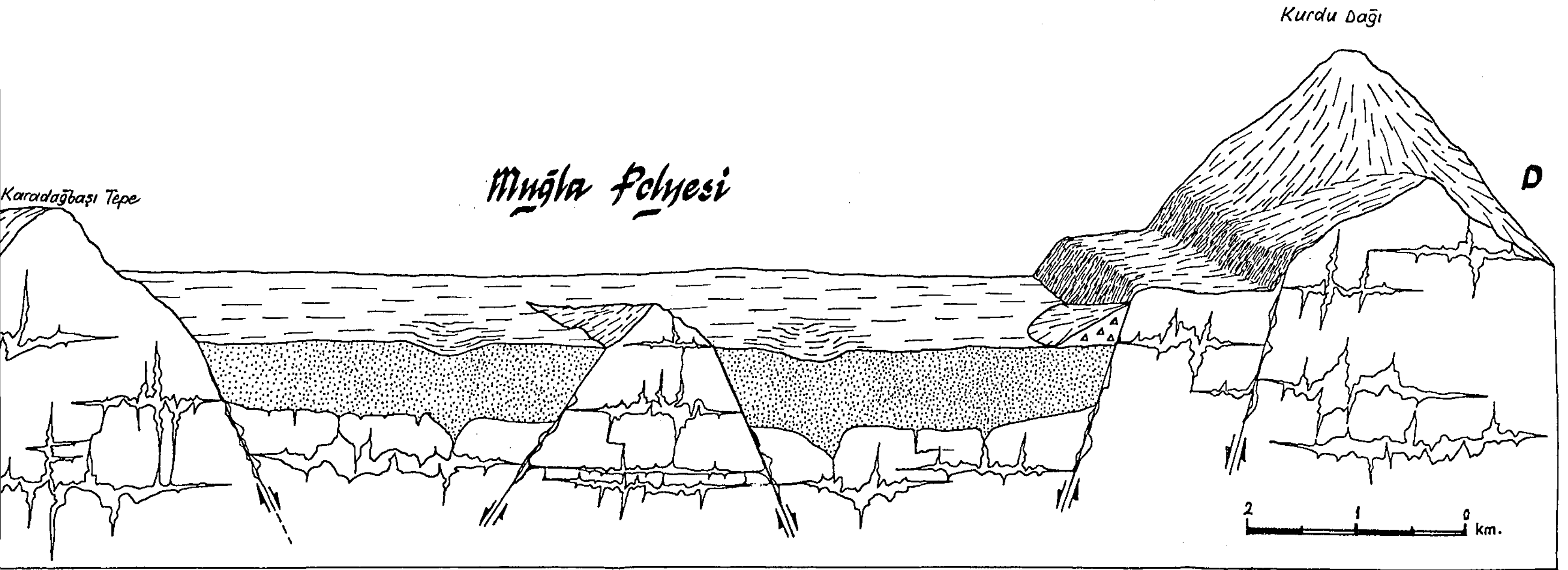


Foto 6. İnceleme alanının güneyinde bulunan Gülağzı  
Polyesini sınırlayan Gülağzı fayı ve Tektonik Melanj (Ktm).

Şekil 4. Muğla'da Yeşilyurt polyelerinden geçen doğu-batı doğrultulu blokdiagramı



len ge<sub>ç</sub>en doğu-batı doğultulu blokdinagram



1. İnceleme alanının yarısına yakınına allohton kaya birimlerinin oluşması
2. Bölgede orojenik hareketlerden çok epirojenik (düşey) hareketlerin etkin rol oynaması
3. Likya napları gibi büyük tektonik hareketlerin, bölgede daha önce oluşmuş yapısal şekilleri fazlaca etkilemeleridir.

Bölgede, etkin tektonik hareketler Üst Miyosen-Alt Pliyosen de başlamıştır. Bu hareketler sonucunda blok faylanmalar oluşmuştur. İnceleme alanında kayda değer hiç bir antiklinal ve senklinale rastlanmamıştır.

## BİNDİRME

Muğla'nın güney ve güneydoğusunda bulunan bindirme kuşağı kuzeydoğu güneybatı doğrultuludur. Bazı kesimlerde bindirme kuşğı düşey faylarla kesilmiştir. Bu durum Yeniköy güneyinde ve doğusunda görülmektedir (13,J). İnceleme alanının doğusunda bindirme zonu Kurdu Dağı (1612 m.) eteğinden geçmektedir. Kuzeydoğu güneybatı doğrultulu bindirme zonu, bazı bölümlerde neohton örtü birimleri tarafından örtülmektedir. Özellikle Muğla fayı ile bindirme zonunun kesiştiği bölümde bu durum oldukça iyi görülmektedir.

Muğla güneyinde yer alan Gülağzı Polyesi, Milas Formasyonu üzerine bindiren allohton birimlerin bindirme zonu üzerinde, oluşmuştur. Polyenin güneyinden geçen zon Gülağzı Poyesi alüvyonları ile örtülmüştür.

## 6- JEOLJİK EVRİM

İnceleme alanının bulunduğu bölgede sedimantasyon Paleozoyik başından Mesozoyik sonuna kadar belirgin bir kesiklik olmaksızın devam etmiştir. Kretase sonununda başlayan tektonik gelişmeler, çeşitli aşamalarla günümüze kadar sürmüştür. Bölgenin tektonik modelinin oluşmasında, Menderes Otokton' u üzerine Likya Naplarının bindirme dilimleri ve melanjin yerleşmesi çok etkin olmuştur. Miyosen sonrası dönemde, gerilme tektoniği etkili olmaya başlamıştır. Otokton, allokton ve neotokton birimleri etkiliyen çok devamlı ve büyük atımlı faylarda bölgenin blok dağlar şeklinde jeomorfolojik görünüşünü kazanmasına sebep olmuştur. Dolayısıyla, karmaşık jeolojik modelin ana unsurları tanımlanabilir. Allokton istifin, bölgeye yerleşmesi sonucunda büyük boyutlu normal faylar oluşmuştur.

Otokton şistler sedimenter veya volkanik kökenlidir. Otokton istifin başlangıcındaki sığ denizel çökeller giderek derinleşmiş ve plajik karbonatlarla son bulmuştur.

Menderes Masifinin farklı dönemlerde metamorfizma geçirdiği kabul edilmektedir. Birinci metamorfizma, Paleozoyik veya daha yaşlıdır. İkinci aşama Alpin tektonizma ile Liyas başında etkili olmuştur. Üçüncü metamorfizma ise Likya naplarının yerleşmesi sırasında Kretase sonu ile Eosen öncesi arasında meydana gelmiştir. Bu metamorfizma bazı allokton kaya birimlerini de kısmen etkilemiştir.

Bölgede Kretase sonunda başlayan itilmelerle önce ofiyolitler ilerlemiş ve tektonik melanj gelmiştir. Tektonik melanjla birlikte allokton istif ilerleyerek Menderes Masifi üzerine yerleşmiştir. Kök bölgesindeki ofiyolitik kayaların ilerlemesini sürdürerek, ikinci bir bindirme dilimi oluşturduğu bilinmektedir.

Bölgede kireçtaşları ile kaplı kesimlerde karstlaşma gözlenmektedir.

Bölgenin şekillenmesinde, genç tektonik olayların etkili olduğu kadar, karstlaşmada etkili olmuştur.

Bölgede epirojenik hareketler Orta Miyosen sonunda başlamış bunun sonucunda yükselme ve faylanmalarla blok ayrılmalarına sebep olmuştur. Yükselen bloklar arasında havzalar oluşmuştur. Bunun en önemli örnekleri Muğla, Yatağan, Yeşilyurt ve Ören ovalarıdır. Daha önce güneye akan sular, bu dönemde yeni oluşan kapalı havzalara yönelmişlerdir.

Pliyosen başlarında tektonik hareketler yeniden hızlanmış, Orta Miyosen'de havzalar tekrar çökellerle dolmuştur. Pliyosen sonunda, iklim koşullarının daha yağışlı olduğu yorumlanmaktadır. Dağlar arasındaki çukur alanlarda tekrar göller oluşmuştur. Bölge bugünkü görünümünü, büyük kısmıyla, Kuvaterner döneminde kazanmıştır. Kuvaterner' de epirojenik hareketler nedeniyle çarpılmalar meydana gelmiştir. Akarsuların asındırmaları hızlanmıştır. Çoğu akarsular gömülmüştür. Örtü çökelleri hızla aşınmaya başlamıştır.

İnceleme alanında kireçtaşı kaplı alanlarda, fayların yönlendirdiği etkili bir karstlaşma başlamıştır. Pliyosen ve Pliyostosen dönemlerinde oluşan karstlaşma Kuvaternerde de devam etmiştir. Genç faylarla oluşan blok hareketleri, karst sistemlerini etkilemiştir. Wurm regresyonu karstik boşalma ağzlarının çoğunlukla derinleşmesini ve bunu izleyen Holosen transgresyonu ise bu karstik boşalmaların kaynak, baca veya yer altı mecralarının deniz suları veya genç çökeller altında kalmalarına sebep olmuştur.

Yukarıdaki açıklamaları göz önüne alarak bölgedeki tektonik olayları başlıca üç grup altında incelememiz mümkündür.

1. *Eski dönem tektoniği*
2. *Geçiş dönemi tektoniği*
3. *Yeni dönem tektoniği*

Eski dönem tektoniği; Kretase sonu Eosen öncesi Likya Naplarının yerleşme dönemini kapsamaktadır. Likya Napları bölgede görülen tektonik hareketlerin en yaşlısıdır. Eski tektonik dönem kısa süreli geçiş dönemleri ile izlenir. Bu dönemde değişik yaşlı post orojenik moloslar oluşmuştur.

İnceleme alanında, yeni tektonik dönemin etkisi oldukça önemlidir. Bu dönemde karstik yapılar oluşmuştur. Araştırma ve gözlemlerimiz neticesinde yeni tektonik dönemi üç evrede incelemek daha uygun olacaktır.

1. *Üst Miyosen - Alt Pliyosen blok faylanma evresi*
2. *Pliyosen sonu blok faylanma evresi*
3. *Pleyistosen sonu blok faylanma evresi*

Birinci faylanma evresi Üst Miyosen' de başlamıştır. Menderes Masifi, Afrika plakasının etki ile dom şeklinde yükselmiştir. Buna bağlı olarak Menderes Masifi ve üzerinde yer alan kayalar gerilme tektoniği etkisi altında kalmışlardır. Bunun sonucunda kayalarda blok faylanmalar oluşmuştur. Düşen bloklar üzerinde karasal çökelimler başlamıştır. Bu karasal çökeller ikinci faylanma evresi olan Üst Pliyosen' e kadar devam etmiştir. Üst Pliyosen' de, ikinci epirojenik hareketler oluşmuş ve bunun sonucunda gerilme tektoniği etkisinde kalan karasal çökeller faylarla kesilmiştir. Horst ve grabenler belirginleşmiştir. Yağışların etkisi ile grabenlerde küçük göller oluşmuş ve bu göllerde gölsel çökelimler başlamıştır. Aynı süreçte göllerin kenar zonlarında karasal çökelimler devam etmiştir.

Yeni dönem tektonik hareketlerin son evresi Pleyistosen sonu Holosen başlarında oluşmuştur. Bu son evrede oluşan genç faylarla gölsel çökeller kesilmiştir. Pleyistosen sonu faylanma evresi en genç birimlerle yaşlı birimleri kontakt haline getirmiştir.

İnceleme alanında neotokton istif olarak ayırtlanan Yatağan formasyonu gölsel fasiyeste, buna karşılık Köprüçay formasyonu karasal fasiyeste oluşmuştur. Köprüçay formasyonu, üstte doğru Yatağan formasyonuna yanal geçişlidir. Bu durum yukarıda açıkladığımız modeli doğrulamaktadır.

## 7. JEOMORFOLOJİ

İnceleme alanı Batı Anadolu'nun değişik özelliklerde, çeşitli yer şekillerinin birlikte bulunduğu bir bölümünde yer almaktadır. Menderes Masifi, bölgedeki morfolojinin şekillenmesinde etkin rol oynamıştır. Kireçtaşlarının geniş alanlar kaplaması nedeniyle bölgenin morfolojik gelişiminde, şiddetli yükselmeler, fay bloklarının oluşması, çarpılmalar, özellikle inceleme alanının kuzey, kuzeydoğu kesiminde Muğla dağlarının oluşmasına neden olmuştur. Bunun sonucunda dağlar arasında oluşan çukurluklar, Neojen çökelleri ile doldurulmuş, çevrelerinde aşınmalar devam etmiştir.

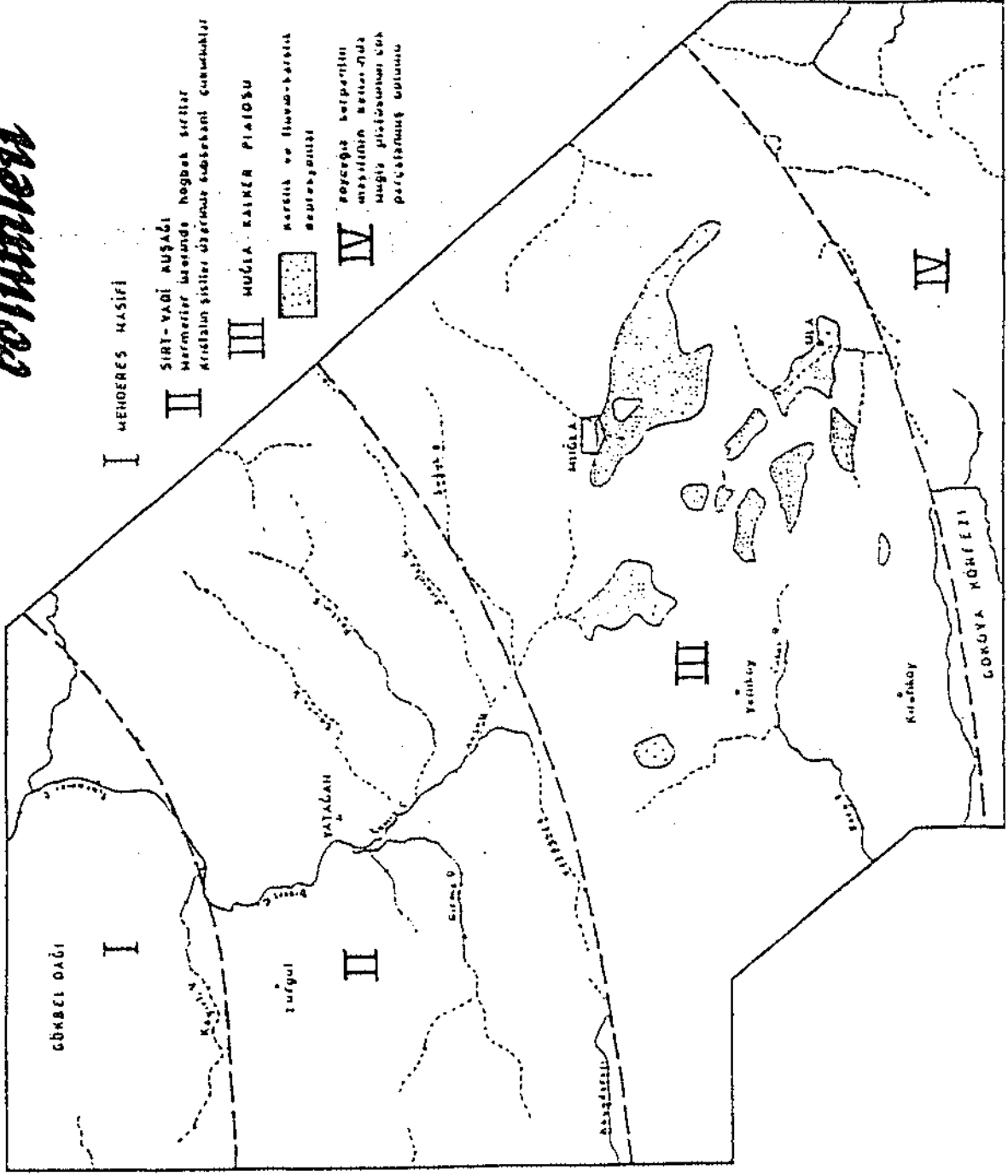
Bölgede az dayanımlı şistlerle çok dayanımlı mermer veya rekristalize kireçtaşlarının fiziksel özelliklerindeki farklar, morfolojiye yansımıştır. Şistler üzerinde derin vadiler açılmış, buna karşılık daha dayanımlı mermerler ve kireçtaşları yüksek sırtları oluşturmuştur.

Bölgede tektonik yapı ile yerşekilleri arasındaki ilişki oldukça belirgindir. Ana hatlarıyla rejyonel boyutlarda dört farklı jeomorfolojik bölge ayırt edilebilmektedir (Şekil 5).

1. *Menderes Masifi*
2. *Şist ve mermerler*
3. *Otokton ve allokton kireçtaşları*
4. *Ofiyolitik kayalar*

Kuzeybatıdaki Menderes Masifinin gnaysları, bir aşınım alanı olarak şekillenmiştir. Masifi çevreleyen ve çeşitli şistler ile çoğu mercekssel mermerlerden oluşan metaamorfik kuşak, esasen sıkışık kıvrımlı olup klivaj nedeni ile monoklinal yapıda görülür. Güneydeki kireçtaşları ve dolomitler genellikle az eğimli karbonat platoları oluşturmuştur. Bu kesimde, fayların denetlediği büyüklü küçüklü bir çok karstik depresyon yer almaktadır. En

**Şekil 5. Muğla deltanının jeomorfolojik bölümleri**



(KAYAN, 1979'dan)

güneydeki allohton kayaçlara otokton karbonatlar arasındaki sınır, bir bindirme zonudur. Bu zon çoğu yerde açık görülmez ve örtü çökelleri ile kaplanmıştır.

Muğla dolayının en belirgin morfolojik özelliği, 1000-1200 m. yüksek, Neojen sonrası bir aşınım yüzeyinin bulunmasıdır. Muğla'nın kuzeydoğusundaki Oyuklu ve Yılanlı Dağlarının eteklerinden Gökova körfezine kadar uzanan bu bölge, makro kıvrım ve faylarla yükselmiş, bunu izleyen aşamalarda karstlaşma ile şekillenmiştir. Bölgedeki kireçtaşı ile kaplı alanlarda dolin, polye vb. şekiller gelişmiştir. Polyelerin, tabanı çoğu çevreden taşınan kırmızı topraklarla doldurulmuştur (DARKOT ve ERİNÇ 1954).

Muğla bölgesi dağlık olmakla beraber, hiç bir dağın yükseltisi 2000 m. yi geçmez. Kuzeyde, Yılanlı (1674 m.), Orta Tepe (1408 m.) dağlık bölümleridir. Bu dağlar hafif dalgalı yüksek bir aşınım yüzeyi üzerinde yükselir. Bu aşınım düzeyi yaklaşık 1000-1250 m. yüksekliğe sahiptir. Bölgede çoğunlukla kireçtaşları bulunduğundan karstik olaylar gelişmiştir. İnceleme alanında kireçtaşı ile kaplı alanlarda karstlaşma ile dolin ve polyeler oluşmuştur.

İnceleme alanı kuzeyinde fay bloklarının bir tarafı yükselirken diğer tarafı çökmüştür. Bu hareket, fay bloklarında bir çarpımaya neden olmuştur. Bu model özellikle Kuvaternerdeki tektonik hareketlerde belirgindir. Kuvaterner, yeni bir hızlı yükselme ve faylanma dönemidir. Bu nedenle bu dönemde aşındırma yeniden artmış, vadiler derinleşmiş, havzalardaki gevşek dolgular tekrar boşalarak çukurlaşmalara sebep olmuştur.

Bölgenin bugünkü morfolojisini kazanmasında, Miyosen' den günümüze kadar geçen olaylar çok etkin olmuş görünmektedir. Orta Miyosen sonunda, bölgenin hızla yükselmesi ve buna karşılık çöken veya bağıl olarak daha az yükselen kısımlarda, karasal çökel havzalarının gelişmesine sebep olmuştur.

Muğla'nın güneyinde yer alan Gökova depresyonu, doğu-batı doğrultulu

bölgenin en önemli yarılım alanıdır. Ege denizinin bu yarılma boyunca ilerlemesi ile Gökova körfezi oluşmuştur. Gökova körfezinin doğusunda bulunan Gökova ise boğulmuş bir alüvyon ovasıdır. Bölgede Kuvaternerde hızlı yükselme ve faylanmalar olduğundan bu dönemde vadiler derinleşmiş, havzalardaki gevşek dolgular tekrar boşalarak çukurlaşmalara neden olmuştur.

## KARSTLAŞMA VE KARST ŞEKİLLERİ

İnceleme alanındaki karstlaşmayı, karst şekil ve özelliklerini tanımlamadan önce bu konuya açıklık kazandırmak amacıyla aşağıda kısa bir tanımlama ve açıklama sunulacaktır.

Genel olarak, eriyebilen, kalkerli, dolomitli, jipsli arazide görülen erime olayları ile, yüzey ve yeraltı şekillerinin tümünü ifade eden bir deyim olan karst; Yugoslavya da Triyeste doğusunda Istriya yarım adasının kuzeyinde, Goriziya'nın güney doğusundaki kireçtaşları ile kaplı yerin adıdır. Gorizia dolayındaki kireçtaşların yüzeyinde ve derinlerinde görülen şekillerin tümünü tanımlamak için karst kelimesi özel bir terim olarak alınmış ve sonra bu deyim eriyebilen bütün kayalarda görülen şekiller için kullanmaya başlanmıştır.

Karstlaşma bir olayı, karst ise bu olaya bağlı olarak gelişen bir oluşumu belirtir. Bu itibarla karstlaşma olayı incelenirken etkenlerin zaman içindeki karşılıklı ilişkileri ve oluşum mekanizması, karstlaşma incelenirken etkenlerin zaman içindeki karşılıklı ilişkileri ve oluşum mekanizması, karst incelenirken de oluşum mekanizmasına bağlı olarak görülen tüm biçimsel özellikleri detaylı araştırılır.

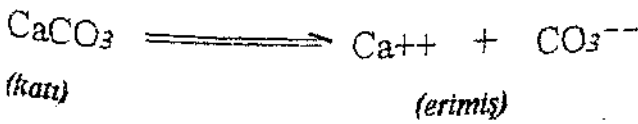
Karbonat kayalarının erimesi; suyun kimyasal etkisi ve aşındırmasıyla

gerçekleşmektedir. Bir litre arı su, 16 °C de yaklaşık 13 mg  $\text{CaCO}_3$  ile doymuş hale gelmektedir. Fakat genellikle sularda çok daha yüksek oranlardaki derişimlere rastlanmaktadır. Bunun en önemli sebebi, suyun içerisinde bulunan eriticilerin kimyasal etkisidir. Bir çok araştırmacılara göre derişim oranını etkileyen en önemli unsur sudaki erimiş karbondioksit miktarıdır. Sudaki erimiş  $\text{CO}_2$  miktarı basınç ile doğru, sıcaklık ile ters orantılıdır. Sıcaklığın artması  $\text{CO}_2$  doymunluk sınırının azalmasına neden olur.

Karbonat kayalarının erimesine neden olan diğer derişimler sülfirik asit, laktik asit ve nitrik asittir. Demir mineralleri içeren ortamlarda bazı bakteriler, sülfirik asit oluşumuna sebep olmaktadır. Bitkilerin çürümesiyle laktik asit, şimşek veya yıldırım sırasında nitrik asit, oluştuğu bilinmektedir.

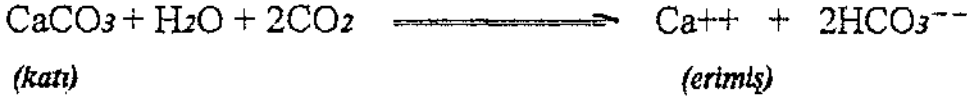
İnceleme alanında, karst kayası olarak, başlıca kireçtaşı veya dolomitli kireçtaşının bulunması "*kalsiyum karbonat + su + karbondioksit*" reaksiyonları gözden geçirme gereksinimini doğurmuştur. Fizikokimyasal işlemler amaca uygun olarak basitleştirilmiştir.

Erimiş halde bulunan  $\text{CaCO}_3$  iyonlar halindedir. Bu iyonlar  $\text{Ca}^{++}$  ve  $\text{CO}_3^{--}$  dir. Bu iki iyon belirli koşullarda duraylıdır.



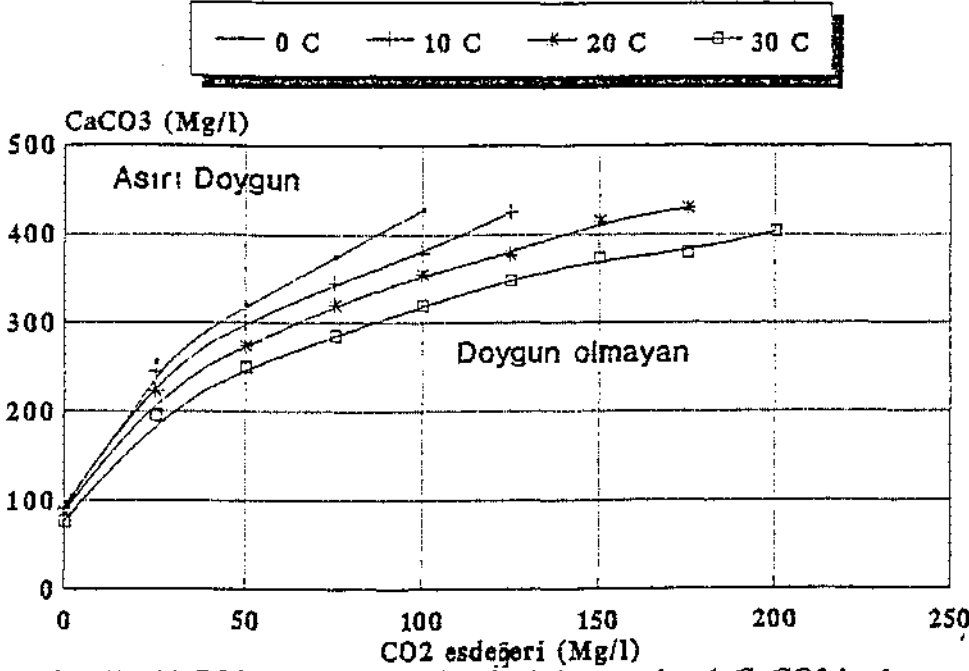
Yerüstü ve yeraltı suyu sıcaklığı ve hareketinin hızı; doymunluk derecesini kısılttığı bilinmektedir. Bu nedenle daha çok kireçtaşının erimesi için, daha çok karbonik asitin reaksiyona girmesi gerekir. Hava ile temasta bulunan suları  $\text{CO}_2$  kapsamı basınca bağlı olarak değişim gösterir. Basıncın artması ile erimiş  $\text{CO}_2$  miktarı artar, sıcaklığın artması ile azalır. Erimiş kireçtaşlarından oluşan karbonat iyonları hidrojen iyonları ile reaksiyona girerek bikarbonat iyonlarını oluştururlar. Bu son reaksiyon dengeyi bozar

böylece  $\text{Ca}^{++}$  ve  $\text{CO}_3^{--}$  iyonlarını dengede tutabilmek için tekrar kireçtaşı erir. Daha çok karbonik asit oluşturmak için  $\text{CO}_2$  nin su ile reaksiyona girmesi gerekir.  $\text{CO}_2$  havadan difüzyonla suya geçer. Böylece reaksiyonların devamıyla daha çok kireçtaşı eriyecektir. Bu reaksiyonlar aşağıdaki deklemlerle özetlenebilir.



$\text{CO}_2$  nin havadan suya difüzyonu, suyun atmosferle temasta bulunduğu ortamda gerçekleşir. Genellikle yeraltı koşullarında difüzyonun olmadığı ileri sürülmektedir.

Sudaki  $\text{CO}_2$  dengesine bağlı  $\text{CaCO}_3$  eriyiklerinin sıcaklığın fonksiyonu olarak doygunluk eğrileri Şekil 7' de görülmektedir.



Şekil 7 . Eriyikteki  $\text{CO}_2$  nin ve sıcaklığın fonksiyonu olarak  $\text{CaCO}_3$  in doygunluk eğrileri.

Şekil 7' de görüldüğü gibi belirli  $\text{CaCO}_3$  ve  $\text{CO}_2$  içeren doymun bir su soğutulursa, daha çok  $\text{CaCO}_3$  eritilebilir. Eğer ısıtılacak olursa bir miktar  $\text{CaCO}_3$  eriyikten atılır. Doymun su az  $\text{CO}_2$  kapsayan hava ile temasa geçerse

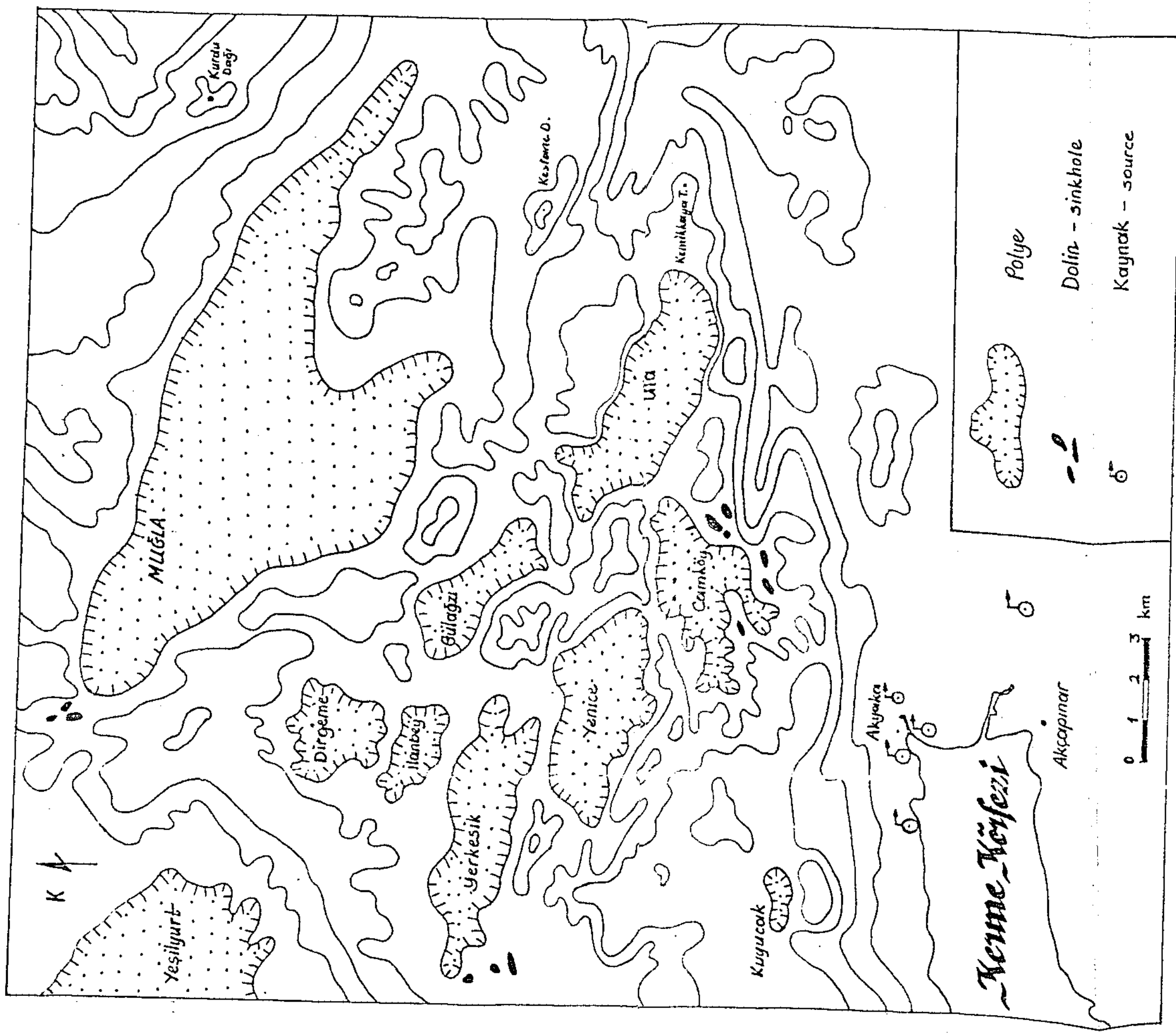
bir miktar  $\text{CO}_2$  kaybeder ve yine  $\text{CaCO}_3$  açığa çıkar. Eğer su kendisinin içerdği  $\text{CO}_2$  den daha çok  $\text{CO}_2$  içeren bir hava ile temasa geçecek olursa, bünyesine  $\text{CO}_2$  alarak daha çok  $\text{CaCO}_3$  eritir.

Dolomitin erimeside genel olarak kireçtaşıma benzer. Dolomit veya dolomitik kireçtaşı arasındaki kalsit damarlarının daha çok aşınması nedeniyle, dolomitin daha az eridiği düşünülebilir. Fakat gerçekte bu durum farklıdır. Çok düşük ve çok yüksek  $\text{CO}_2$  değerinde magnezyumun kalsiyumdan daha çok eridiği bilinmektedir.

İnceleme alanına, stratigrafik temel olan şistler geçirimsiz bir bariyerdir. Bununla birlikte şistlerin arasında, sınırlı alanlar kaplayan kireçtaşı mercceklerinde karstik şekiller görülebilmektedir. Sözü edilen şist ve mermerler uzunca süreler yükselmeye ve aşınmaya maruz kalmışlardır. Bu nedenle kapladıkları alanlar da bağıl olarak azalmıştır. Dolayısıyla mermer mercceklerinde büyük ve devamlı karstik sistemlerin gelişmesine olanak kalmamıştır.

Karstik şekillerin, otokton kaya birimlerinden Milas Formasyonu allokton kaya birimlerinden Güllük ve Gökova Formasyonu kireçtaşları ile neoootokton Köprüçay Formasyonu karbonatlı konglomerasında çok gelişmiş olduğu görülmektedir. Özellikle Muğla platosunda, kuzeyde Yılanlı Tepe dolayında çok sayıda karstik şekiller bulunmaktadır. Ayrıca Muğla Yerkesik arasında düşey faylarla oluşmuş farklı boyutlardaki polyeler haritalarda belirlenmiştir. Muğla polyesi en büyük karst yapısıdır. Benzer doğrultularda Dirgeme, Gülağzı, Yeşilyurt polyeleri ile Ula ve Yerkesik polyeleri dikkat çekmektedir (Şekil 8). Polyelerin bazılarında düdenler vardır. Bunların en önemlileri Muğla batısı ve güneydoğusundaki düdenlerdir.

Bölgede, Miyosen öncesi ve sonrası çeşitli aşınma ve karstlaşma dönemleri etkili olmuştur. Polyelerin oluşumunda Kuvaterner' deki faylanmaların ve epirojenik hareketlerle kireçtaşı bloklarının yükselmesi, çökmesi veya çarpıl-



Şekil 8. Muğla ve dolayındaki karstik şekiller

maları önem arzetmektedir. Nitekim Yerkesik polyesi iki yükselen kireçtaşı blokları arasında görülen çökme sonucunda oluşmuştur (Şekil 11). Bölgede özellikle çarpılan blokların çöken kenarlarında polye oluşumu yönlendirilmiştir.

## BÖLGEDE KARSTLAŞMAYI DENETLEYEN FAKTÖRLER

Karst şekillerinin oluşumunu denetleyen bir çok etmen vardır. Karstlaşma olayının başlaması ve gelişimi için zorunlu olan etmenler, birincil etmenler olarak, karstlaşma başlangıcından bu güne kadar geçen zaman içinde görülen bölgesel etmenler, ikincil etmenler olarak incelenmelidir. Birincil etmenler karstlaşma olayına neden olan özelliklerdir. İkincil etmenler ise karstlaşmanın etkinlik derecesini belirleyen ve farklı karst oluşuklarına neden olan özelliklerdir.

### BİRİNCİL ETMENLER

1. Kayaçların bileşimleri (*kimyasal ve petrografik*), stratigrafik konum ve fasiyes özellikleri
2. Kayaçların eriyebilme dereceleri
3. Kayaçların süreksizlik (*katman, eklemler, fay, yarılmalar, kırılmalar vb.*) özellikleri
4. Kayaçların geçirimsizlik özellikleri
5. Kayaçların porozite özellikleri
6. Kayaçların yerüstü ve yeraltı drenaj özellikleri
7. Kayaçların fiziko-mekanik (*fiziksel ayrışma, aşınma, taşıma vb.*) özellikleri
8. Kayaçların kimyasal (*çözünme, erime, rekristalizasyon, vb.*) özellikler

### İKİNCİL ETMENLER

1. İklim-Yağış koşulları
2. Bitki örtüsü
3. Jeomorfoloji

4. Yeraltısuyu dalgalanmaları
5. Zaman
6. Beslenme ve boşalma alanları

Karstlaşmada litoloji, kireçtaşlarının kalınlıkları bileşimleri oldukça önem taşır. En çok karstlaşma, en saf kireçtaşlarında görülür. Homojen kireçtaşlarının kalınlığı arttıkça karstlaşma derinliği de artar. Kireçtaşları arasında yer alan geçirimsiz seviyeler ve bunların yanal değişimleri karstlaşmayı sınırlar.

## KARSTİK ŞEKİLLER

### *ERİME OLUĞU (LAPYA)*

Erime oluğu, kireçtaşı üzerinde, derinliği bir kaç santimetreden bir kaç metreye kadar değişen ve keskin veya düz sırtlarla ayrılmış olan erime kanalları için kullanılan bir terimdir. Almanya da "Karren" denilmektedir. Çok değişik tipleri bulunan lapyalar kireçtaşlarını etkileyen kimyasal reaksiyonun özelliğine, CO<sub>2</sub> ve su durumuna, yağışın dağılım ve miktarına, kireçtaşının doku ve yapısına, katmanlanma ve yamaç eğimine, bitki ve toprak örtüsü kalınlığına ve geçmişteki iklim rejimine bağlı olarak gelişir.

Lapyalar; eğimli yamaçlar üzerinde, sel suların etkisi ile yamaçlarda önce kanallar daha sonra ise bu kanallarda artan erime nedeniyle oluşmuş sık ve derin oluklardan meydana gelmişlerdir.

İnceleme alanındaki Milas Formasyonu sparit ve mikritlerde iyi gelişmiş olarak görülen lapyalar yüzeysel karst yapısının bir bölümünü oluşturmaktadır. Bitki örtüsünün yoğun olduğu kesimlerde küt köşeli sırtlara sık rastlanmaktadır. Bunun nedeni, bitki köklerinin salgıladığı organik CO<sub>2</sub> fazlalığının kireçtaşı erimesini hızlandırıcı etkisidir.

Toprak örtüsünün az, yağışın fazla ve nemli ve serin iklim bölgelerinde

lapyaların fazla gelişmiş olduğu görülür. İnceleme alanında Muğla kuzeyindeki Milas kireçtaşları bitki örtüsünden mahrum ve çıplaktır bu nedenle bu kesimlerde lapyâ şekilleri belirli ve fazladır.

### *OBRUKLAR (AVENLER)*

Obruklar (Avens) kireçtaşı yaylaları üzerinde açılmış tabi kuyular için kullanılan terimdir. Karstik bölgelerde sık sık görülen bu şekiller; kireçtaşı çatlak fissur veya küçük boyuttaki kırıkların (Fractures) kesişme noktalarının erime sonucu genişlemesiyle oluşur.

Obruklar, esas olarak karst alanlarında görülen kuyu şeklindeki, orta boyutlu karst yapılarını tanımlar. Boyutları karstlaşma koşullarına bağlı olarak yer yer onlarca ve hatta yüzlerce metre derinlikte olabilir. Obrukların genellikle yeraltı karstik mağra sistemleri ile ilişkili oldukları tesbit edilmiştir. Obruklar dolin içinde oluşabileceği gibi, dolin gelişiminin olmadığı yerlerde de görülür. Karstik bölgelerde avvenlerin sayısı dolinlerin sayısından azdır. Bununla beraber karstik arazilerin en karakteristik şekillerinden biride avenlerdir.

İnceleme alanında kayıda değer her hangi bir avene rastlanmamıştır. Bunun nedeni ise bölgede tektonizma sonucunda oluşmuş kuzeybatı güneydoğu doğrultulu irili ufaklı bir çok polyelerin bulunmasıdır. Yağışların polye havzalarını beslemesi, genelde avenlerin oluşumuna olanak sağlamamıştır.

### *DOLİNLER*

Küçük çapta oluşmuş karstik çukurluk ve çöküntüler dolinlerdir. Dolinler karst alanlarına özgü gerçek karst yapılarıdır. Dairesel ve elipsel görünümlü olan dolinlerin derinlikleri genişliğine nazaran daha azdır. Genişlikleri 20-300, derinliği de 2-200 metre arasında değişir.

Dolinler, suların kireçtaşlarını eritmesi sonucunda oluşur. Dolinlerin diplerinde toplanan oradan yer altındaki çatlak veya mağralardan geçen yeraltısularının buralardaki kireçtaşlarını yerinden oynatmak suretiyle yıkılmalara, parçalanmalara ve dolayısıyla dolin, diplerinin çökmesine neden olduğu tesbit edilmiştir. Yeraltısularına, derin vadilerine ve yahut mağra ve galerilere yakın dolinler daha çabuk gelişirler.

İnceleme alanında bulunan dolinler fay zonları boyunca kümeler halinde yer almaktadır. Bunların en tipik olanları Muğla kuzeybatısı ve güneyinde bulunan dolin kümeleridir. Dolinler farklı genişlik ve derinliktedir. Bunun nedeni ise tektonizma, litolojik bileşim ve morfolojidir. İnceleme alanı ve dolayında tesbit edilen dolinler Şekil 8' de gösterilmiştir.

#### *UVALALAR*

Genişleyen dolinlerin birbirleriyle birleşmesi sonucunda oluşan karstik çukurlara uvala denilmektedir. Uvalaların genellikle dipleri düz, kenarlarında diktir. Uvalaların boyutları dolinlerden daha büyüktür. Dolinler arasındaki sırtlar aşınarak, dolinler birleşirler ve uvalaları oluştururlar.

Uvalaların genişleme ve birleşmesi sonucunda daha geniş depresyonlar oluşur. Bu oluşumlara polye adı verilir. İnceleme alanında uvala boyutundan daha büyük boyutta karstik oluşumlar polyeler bulunmaktadır.

#### *POLYELER*

Polye, karstik alanlardaki geniş ve etrafı kireçtaşı yamaçları ile çevrilmiş, ovalık alanları belirtmek için kullanılan morfolojik bir terimdir.

Büyük çaptaki karstik kapalı depresyonlar olan polyeler iki şekilde oluşum gösterirler. Birinci şekilde oluşan polyeler, uvalaların genişleyip birleşmesiyle, ikinci şekilde oluşan polyeler ise, tektonizma etkisi sonucunda tektonik

çukurların genişleyip derinleşmesi sonucunda oluşurlar. Polye diplerinde ovalık ve düz olan tabanlarında, kireçtaşlarının kimyasal ayrışmasından meydana gelen sarımtırak ve kırmızımtırak renkli bir toprak, örtü bulunur.

Yağışlı bölgelerin tabanında, polyedeki bir kısım suları yutan tabii kuyular, delikler ve yarıklar bulunur. Bunlara düden denilmektedir. Yüzey suları buradan girer ve yeraltısuyuna karışır.

İnceleme alanında yer alan önemli polyeler Muğla, Yeşilyurt, Yerkesik, Gülağzı, ve Dirgeme polyeleri olup, bunların ayrıntılı özellikleri incelenecektir.

#### *MUĞLA POLYESİ*

İnceleme alanında, mevcut polyelerin en büyüğüdür. Deniz seviyesinden 620 metre yükseklikte, kuzeybatı güneydoğu doğrultulu 12 km. uzunlukta, genişliği 5-9 km. olan Muğla Polyesi etrafı dik yamaçlarla çevrili olup, tabanı oldukça düz, geniş, kapalı bir havzadır. Ovanın ortasında Hamursuz Tepesi 780 metreye ulaşan tek çıkıttır. Muğla platosunun kuzey ve kuzey doğusunda 900 metrelerden başlayarak 1100 metreye kadar çıkan ve Köprüçay konglomerası ile kaplı bir diğer plato vardır. Muğla Polyesi kuzeydoğundaki iki aşamalı yüksek plato ve dağlık arazi, Muğla ve Yılanlı fayları ile oluşmuştur. Polyenin kuzey kenarında, Muğla fayının etkisiyle oluşmuş belirgin bir diklik görülmektedir (Foto 8). Muğla Polyesinin güneybatısındaki, Karadağ-Derbent dağ sırtının ovaya bakan yamaçı az eğimlidir. Buna karşılık Gülağzı Polyesine bakan tarafı ise oldukça dik açıdır.

Muğla ovasında, DSİ 6764 sondajında 250 m. derine inilmiştir. Buna rağmen kireçtaşına girilememiştir. 6491-6765 ve 6766 nolu sondajlarda ise,



*Foto 8. Muğla havzası yeraltısuyu hareketini yönlendiren  
Muğla (MF) ve Yılanlı (YF) fayı.*

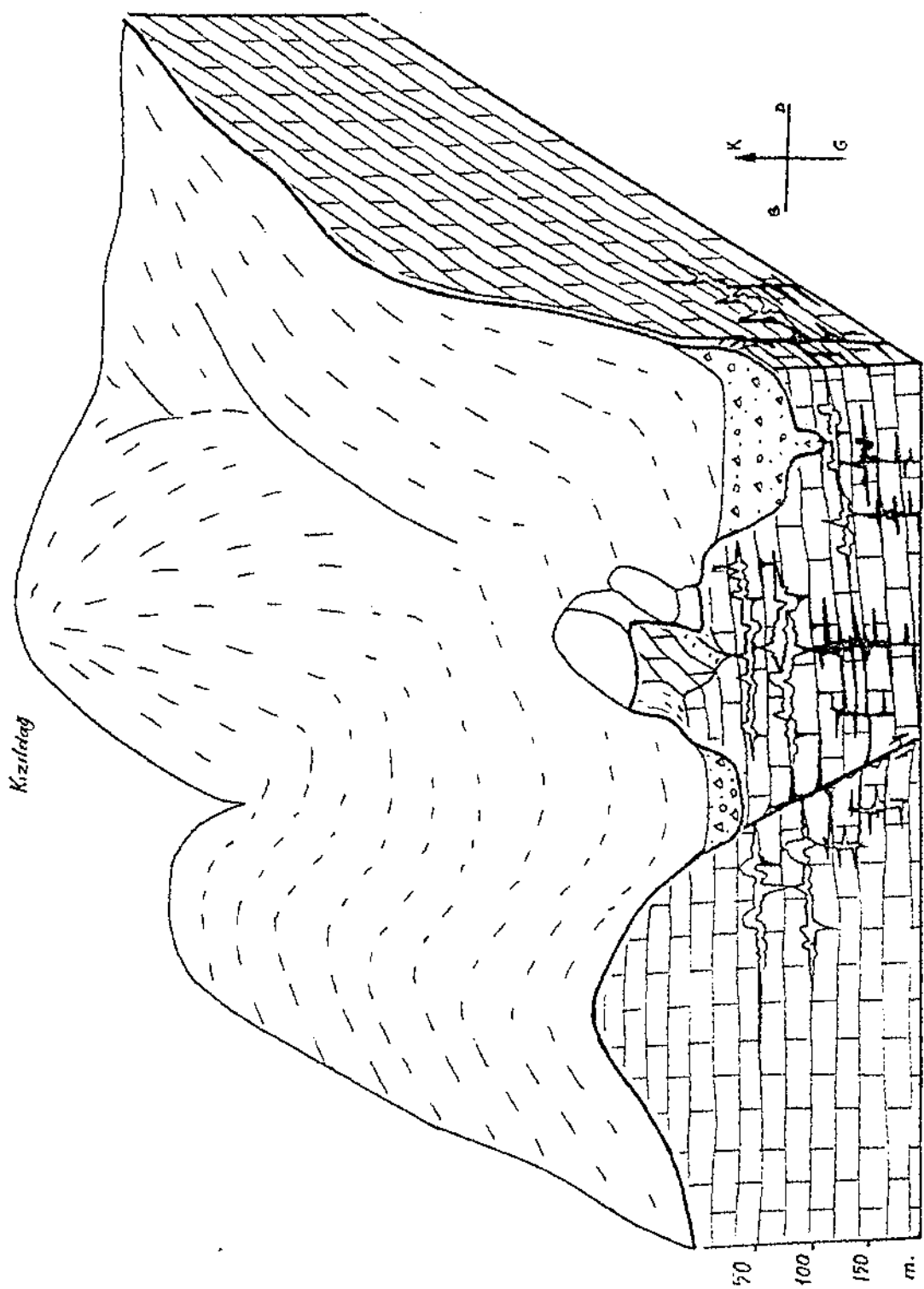
Milas Formasyonu kireçtaşına 60-70 metrede girilmiştir. 6764 sondajında 86 metrede kumlu killi çökeller ve daha altta Yatağan Formasyonu tanımına uyan kumlu, killi ve marnlı düzeyler vardır. Üstteki kırmızımsı kumlu ve çakıllı çökeller Pleyistosen' e ait dolgulara benzemektedir.

Muğla Polyesi kuzeybatı güneydoğu ekseninin ortasında 2.5 km<sup>2</sup> genişlikte ve 175 m. yükseklikte büyük bir hum mevcuttur. Bu humu teşkil eden kireçtaşları metamorfize olmuş kısmen mermerleşmiştir. Kışın yağışların başlamasıyla polyenin alçak kısımları kısa bir süre için sığ bir göle döner ve tabanında toplanan suları düdenler yutar. Bu düdenlerden en önemlisi, Hamursuz Tepenin doğusunda 7x4 m. genişlik ve 3 metre derinlikteki, Çayır düdenidir.

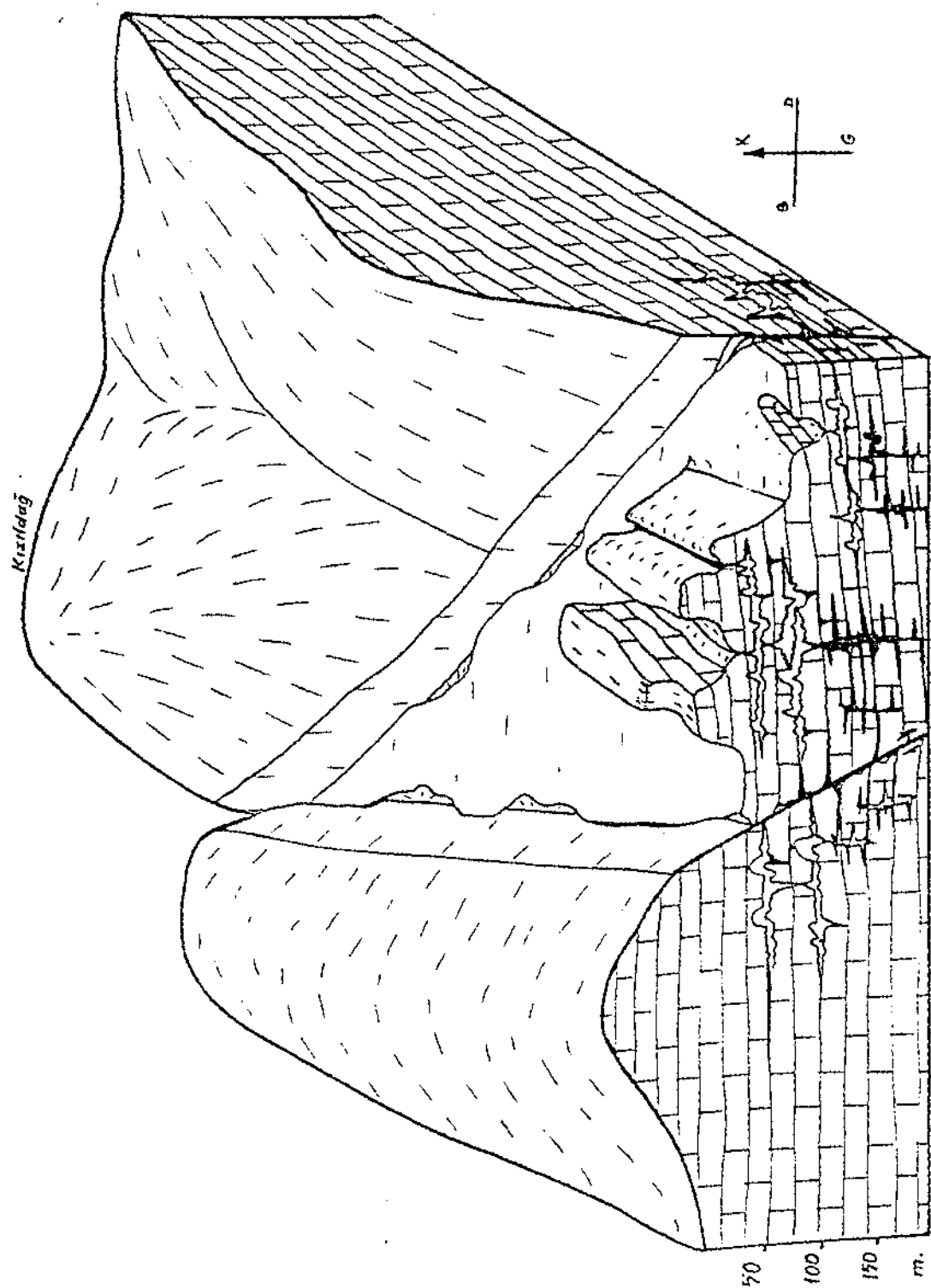
Muğla kuzeyindeki Değirmen deresi, Muğla Polyesine boşaldığı kesiminde, bir birikinti konisi oluşturmuştur. Ovaya bol miktarda malzeme taşıyan Değirmen Dere kış aylarında su da getirmektedir.

Muğla Polyesinin güney doğusundaki Yaraş-Gölcük çukurluğu fayların etkisi ile oluşmuştur. Yaraş-Gölcük oluğu kuzeydeki derelerden gelen moloz ve birikintilerle doldurulmuştur. Birikinti konileri oldukça büyük ve çok eğimli görülmektedir.

Muğla Polyesinin oluşumunda tektonik hareketleri etkisi oldukça fazladır. Üst Miyosen-Alt Pliyosende oluşan ilk epirojenik hareketler sonucunda Muğla fayı oluşmuştur. Bu fayın kırık ve ezik zonlarında karstlaşmalar başlamıştır (Şekil 9). Pliyosen sonunda oluşan ikinci tektonik hareketler ikinci blok faylanmalarla birlikte önceki faylarda atım meydana getirmiştir. Böylece Muğla dolayında karstlaşma artmıştır. Yükselen blokların arasında kalan çukurlukta yağışlar birikmiş dolinler oluşmuştur. Zamanla, oluşan erimelerle çukur alanlarda çökmeler, fay ve ezik zonlarda karstlaşmalar hızlanmıştır. Pleyistosen sonundaki son epirojenik hareketler bölgenin



Şekil 9. Mirdita bölgesinin ojeğinmiş döğren blok şınadınat



Şekil 9. Mıgla bölgesinin oyma taş blok dağılımı

bugünkü görünümünü kazanmasını sağlamıştır. Quaternerde polyenin tabanı çevreden gelen kaya parçaları ve erime, ayrışma ile oluşmuş kırmızı topraklarla doldurulmuştur.

### *YEŞİLYURT POLYESİ*

İnceleme alanının batısında yer alan Yeşilyurt Polyesi, diğer polyelerden daha düşük kotlarda oluşmuş bir platodur. Kuzeybatı güneydoğu doğrultulu olan polye yaklaşık 11 km<sup>2</sup> genişliktedir. Polyenin kuzeyinde kuzeybatı, güneydoğu doğrultulu bir fay tesbit edilmiştir. Güneyinde Dağdibi güneydoğusunda Yeşilyurt yerleşim merkezleri vardır. Polyenin batı kesimleri geçirimsiz Paleozoyik şistlerle sınırlanmıştır. Kuzeyde ise Milas kireçtaşı ve Yatağan Formasyonu çökelleri yer alır.

Yeşilyurt Polyesinin güneydoğusunda, şistlerle kireçtaşlarının dokanağında kaynaklar görülür. Bir akifer niteliğindeki Milas kireçtaşları, ile geçirimsiz bariyer şistlerin kontaktında boşalmalar gözlenmektedir.

Yeşilyurt Polyesi kuzeyden bir fayla sınırlanmıştır. Karstik Milas kireçtaşları polyenin kuzeydoğusunda oldukça geniş yer kaplamaktadır. Milas kireçtaşları Üst Miyosen Alt Pliyosen de ilk epirojenik hareketlerle kırılmıştır. Yükselen ve alçalan bloklar, Muğla ve Yeşilyurt polyelerinin ilk oluşum evresini teşkil etmiştir. Bu evrede alçalan bloklardan olan Yeşilyurt havza yağışlarla göl alanına dönüşmüştür. Bu evrede gölsel çökeller oluşmuştur. Yatağan Formasyonuna ait kumtaşı, çakıtaşı, kil, marn ve kireçtaşı çökelleri bu evrede oluşmuştur. Yeşilyurt polyesinin düşük kotlarda oluşması nedeniyle, karasal Köprüçay Formasyonuna ait çökellere bu havzada rastlanmamıştır. Bunun nedeni ise Pliyoosen de havzanın bir göl alanı olmasıdır. Üst Pliyosen ve Pleyistosen de oluşan ikinci ve üçüncü epirojenik hareketlerle Yeşilyurt havzası son durumunu kazanmıştır.

Milas kireçtaşlarının çok karstik oluşu ve faylanma Yeşilyurt Polyesinin

oluşmasındaki en önemli etkenlerdir. Yeşilıyurt polyesinin oluşumu ve oluşum evreleri Şekil 10' da gösterilmiştir.

#### *YERKESİK POLYESİ*

İnceleme alanının güneybatısında yer alan Yerkesik Polyesi doğu-batı doğrultuludur. Yaklaşık 4 km<sup>2</sup> lik bir genişliğe sahiptir. Polyenin, deniz seviyesinden yükseliği 630-640 m. dir. Kuzeyinde Aykırı, güneyinde Asırılık Tepe tarafından sınırlanmıştır. Polye doğu-batı yönünde düşük eğimlidir.

Milas karstik kireçtaşlarının faylarla çökmesi ve karstlaşma sonucunda oluşan Yerkesik Polyesinin bir kısmı Yatağan Formasyonu konglomera ve kumtaşlarıyla örtülmüştür. Polye dolayındaki topografik yüksek kesimler Milas kireçtaşları tarafından oluşturulmuştur. Yerkesik Polyesi, güney ve kuzeyden faylarla sınırlanmıştır.

Yerkesik Polyesinin oluşumunda Üst Miyosen-Pliyosen de epirojenik hareketlerle meydana gelmiş faylar, oldukça önemli rol oynamıştır. Bu bölgede fayların etkisi ile karstlaşma artmış, çökmeler görülmüştür. Polyenin batısında görülen çukurluklar bunu kanıtlamaktadır.

Holosen den günümüze kadar, yükseklerden yağışın etkisiyle gelen malzemeler, polyenin tabanını doldurmuştur. Polye tabanında 5-25 m. arasında değişkenlik gösteren alüvyon bulunmaktadır.

Yerkesik polyesinin oluşumunu gösteren taslak blok diyagram Şekil 11' de sunulmuştur.

#### *GÜLAĞZI POLYESİ*

Muğla Polyesinin doğrultusuna paralel olarak gelişmiş olan Gülağzı Polyesi, yaklaşık 3 km<sup>2</sup> ' lik bir genişliğe sahiptir. Gülağzı Polyesi, kuzeydoğusunda

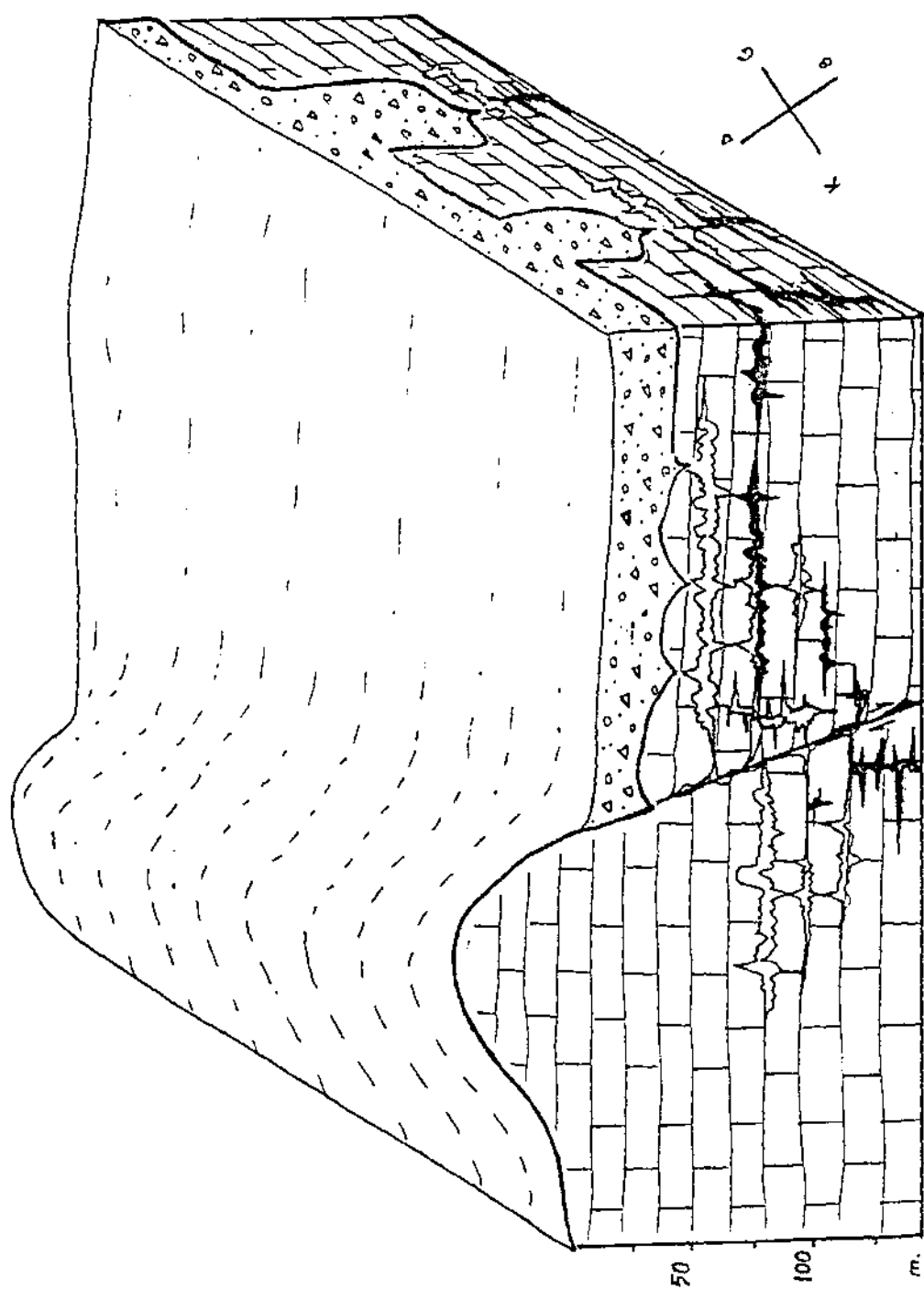
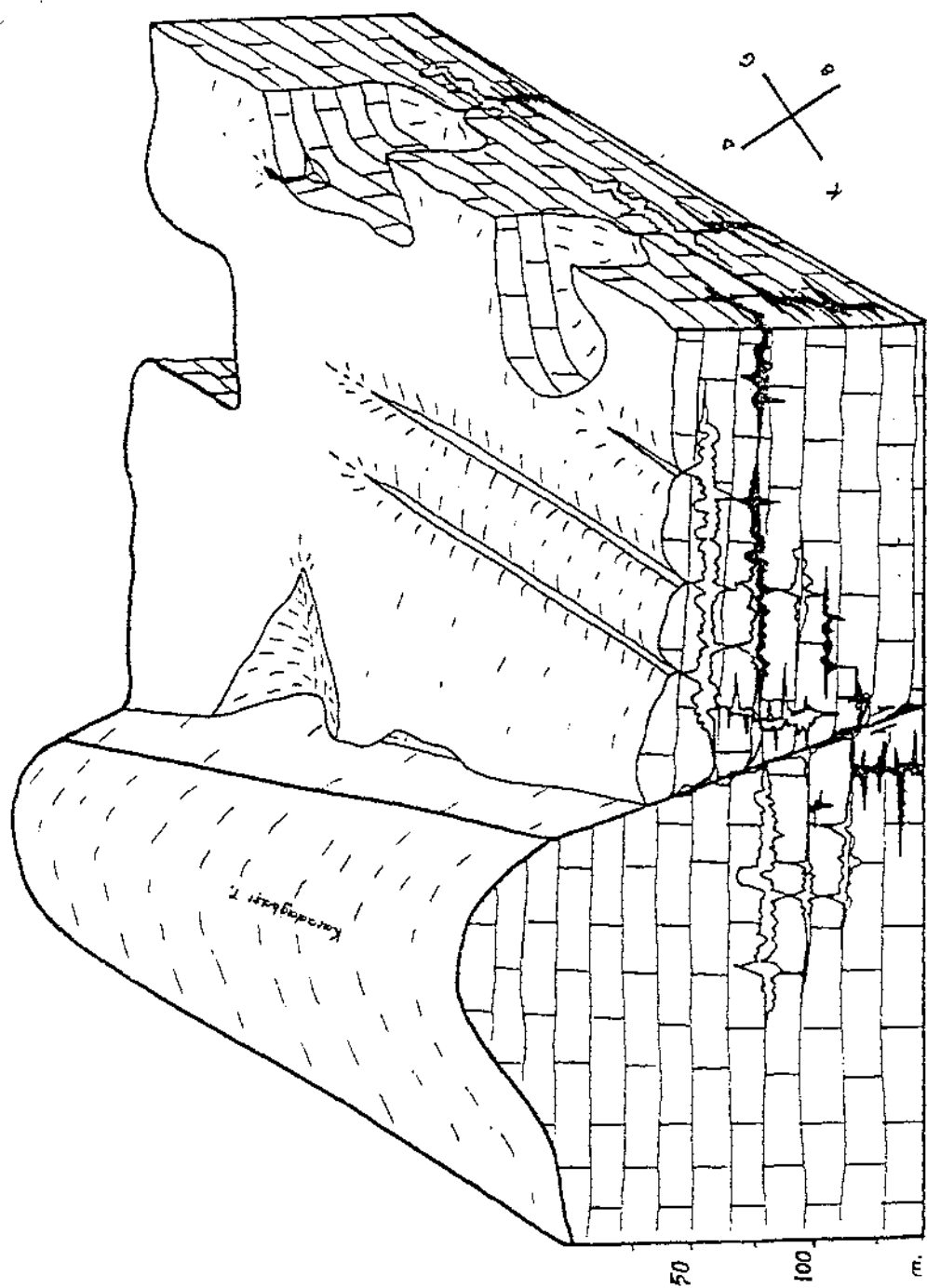
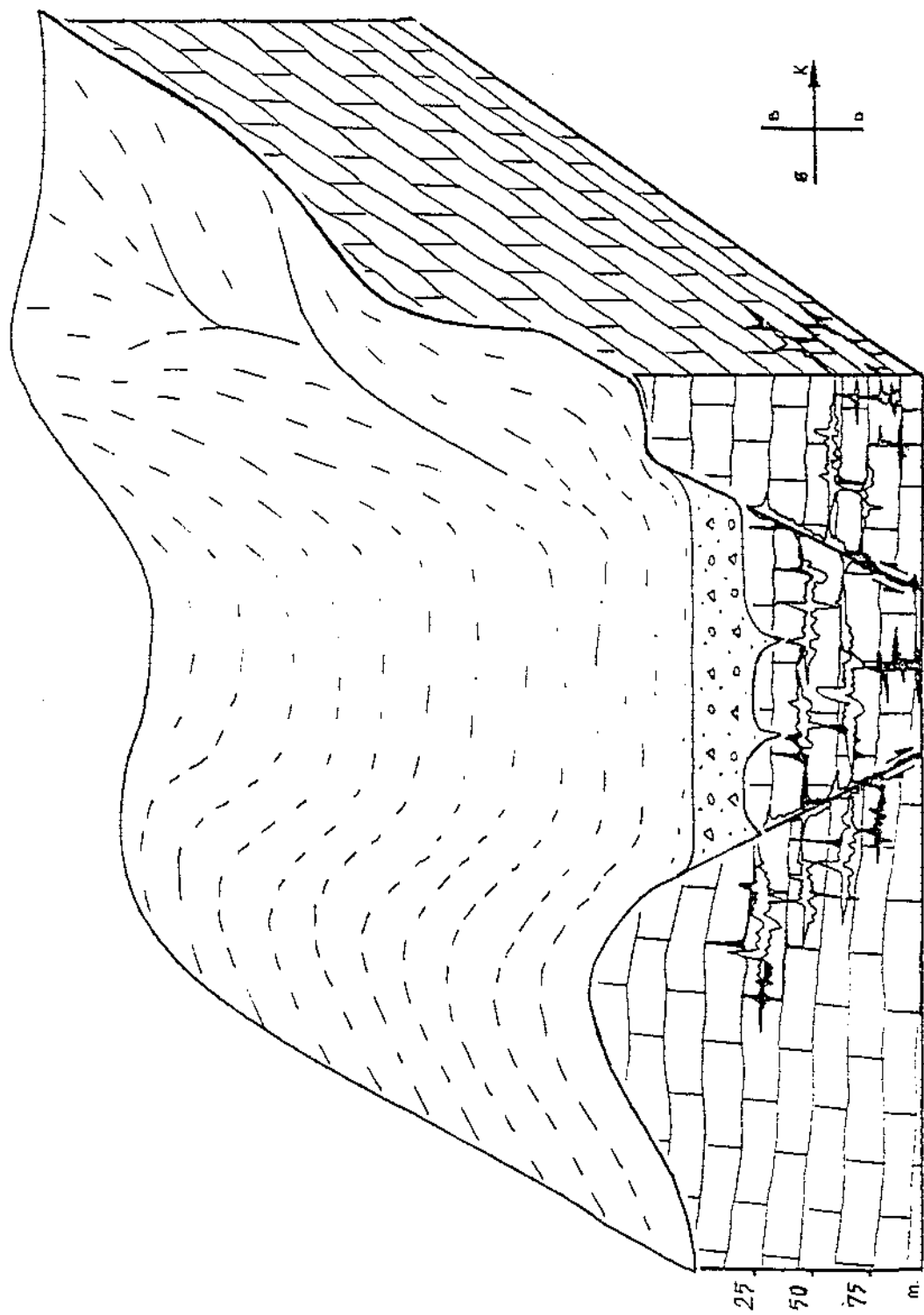


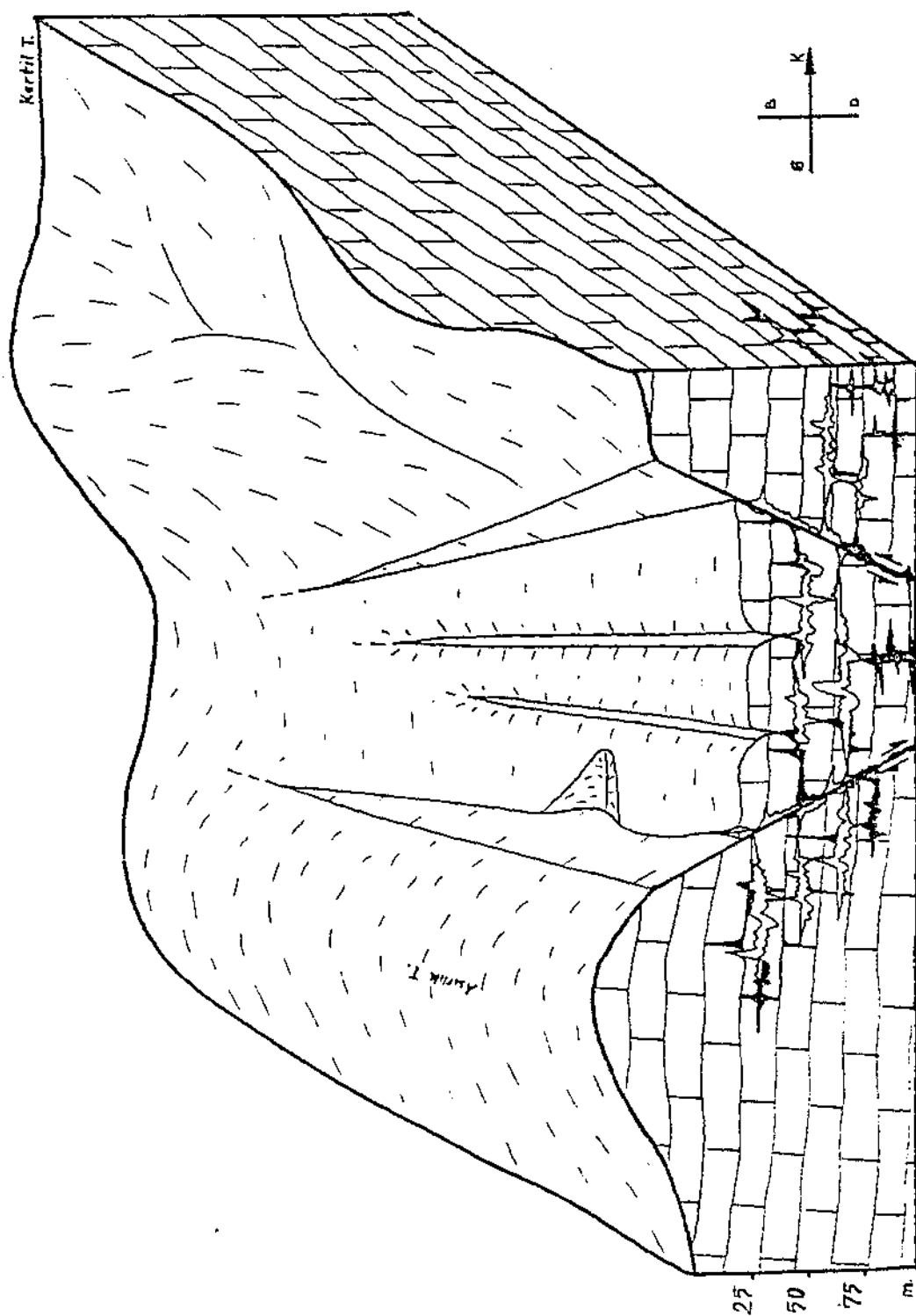
Рис. 10. Геологический блок-диаграмма



Şekil 10. Neşilimut bölgesinin oluşumunu gösteren blok diyagramı



Şekil II. Merkezîk polinezîmîn oluşımmınn dözgeir blok şımdırdımmınn



Şekil 11. Yerkesik poljesinin oluşumunu gösterir blok çizimdir.

bir fayla sınırlanmıştır. Deniz seviyesinden yüksekliği 630-650 metredir. Polyenin genel görünüşü Foto 9'da, izometrik blokdiygramı Şekil 12' de sunulmuştur.

Gülağzı Polyesinin en önemli özelliği bindirme zonu ile fay zonunun kesiştiği bir bölgede oluşmuş olmasıdır. Polyenin kuzey doğusunu sınırlayan fay polyenin oluşmasını sağlamıştır. Milas kireçtaşlarını kesen fay ezik bir zon oluşturmuştur. Bu zonda karstlaşma hızlanmış, dolinler oluşmuştur. Zamanla dolinler birleşerek geniş bir çukurluk oluşmuştur (Şekil 13). Ku- vaternerde yağışla gelen malzemeler çukurluğudoldurmuştur.

Gülağzı Polyesinin kuzey doğusunda Derbent Dağı yer almaktadır. Gülağzı fayı bu dağın eteklerinden geçmektedir. Bu fayın etkisiyle, fay zonuna paralel oluşmuş ve bu zonu kısmen örten kalın bir yamaç molozu görülmektedir.

#### *DİRGEME POLYESİ*

Milas Formasyonu kireçtaşları bünyesinde gelişmiş bir karst oluşumudur. Yaklaşık genişliği 1.5 km<sup>2</sup> olan Dirgeme Polyesinin deniz seviyesinden yüksekliği 650-660 m. dir.

Polyenin kuzeyinde Dirgemebaşı Tepe bulunmaktadır. Dirgeme Polyesinin kuzeyi güneyine oranla daha dağlıktır. Bu nedenle polyenin kuzey kesimlerinde yer yer yamaç molozları görülmektedir. Dirgeme Polyesinin izometrik blokdiyagramı şekil 14' de sunulmuştur.

Geometrik olarak beşgene benzeyen Dirgeme Polyesi karstik bir çukurluktur (Şekil 15). Yağışın etkisiyle erime gösteren kireçtaşlarında, dolinler oluşmuş zamanla bu dolinlerin çökmesi ile oluşan çukurluk çevreden taşınan metaryallerle doldurulmuştur.

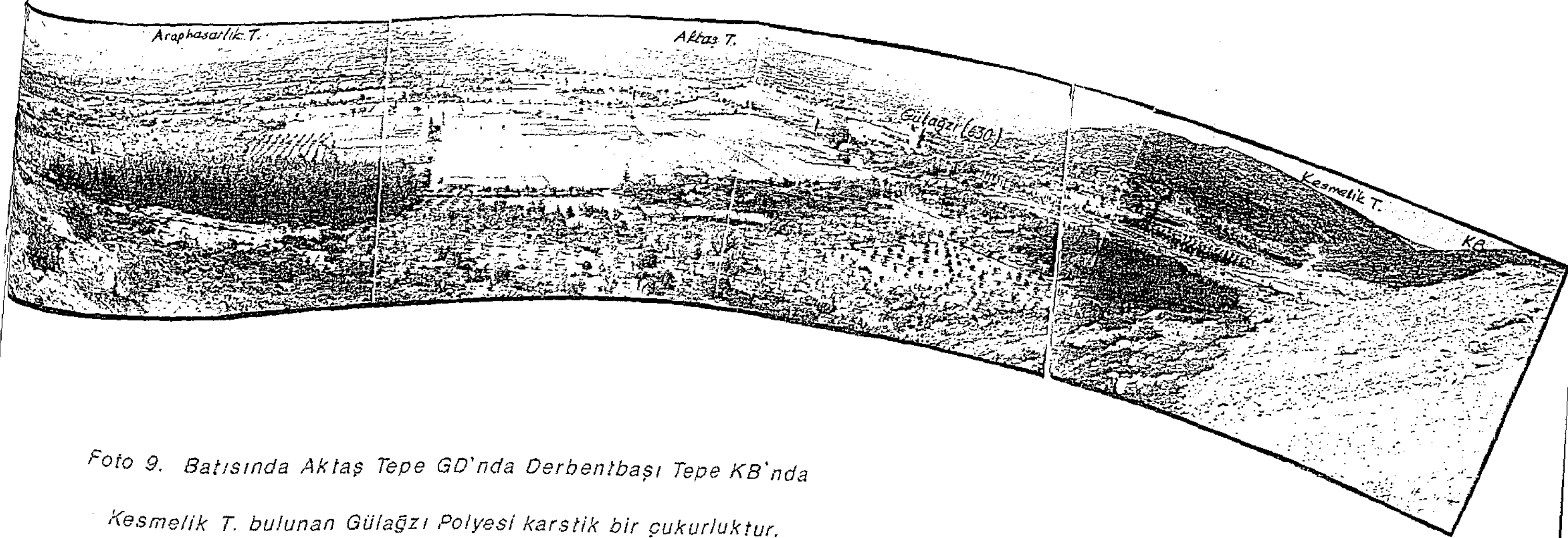
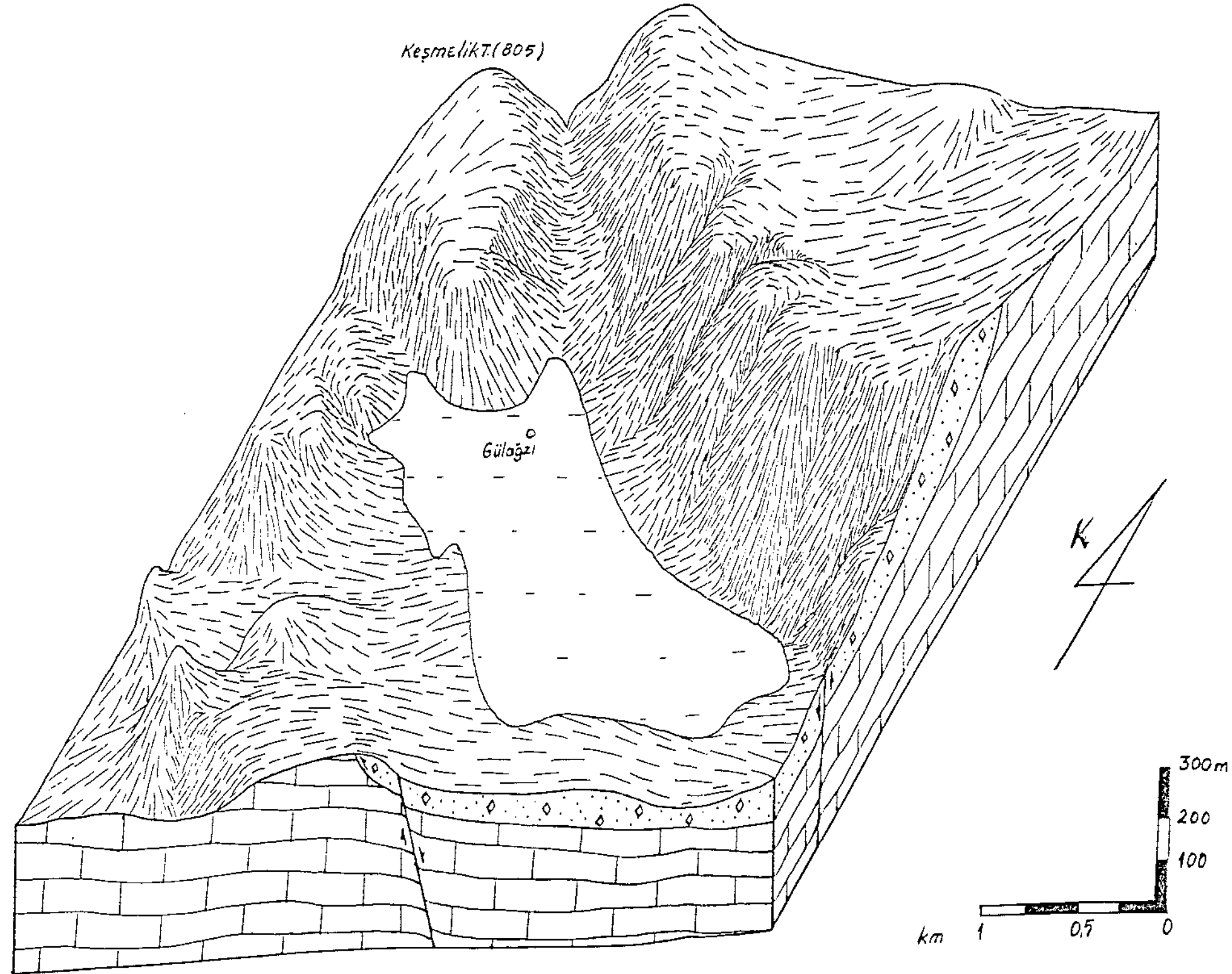
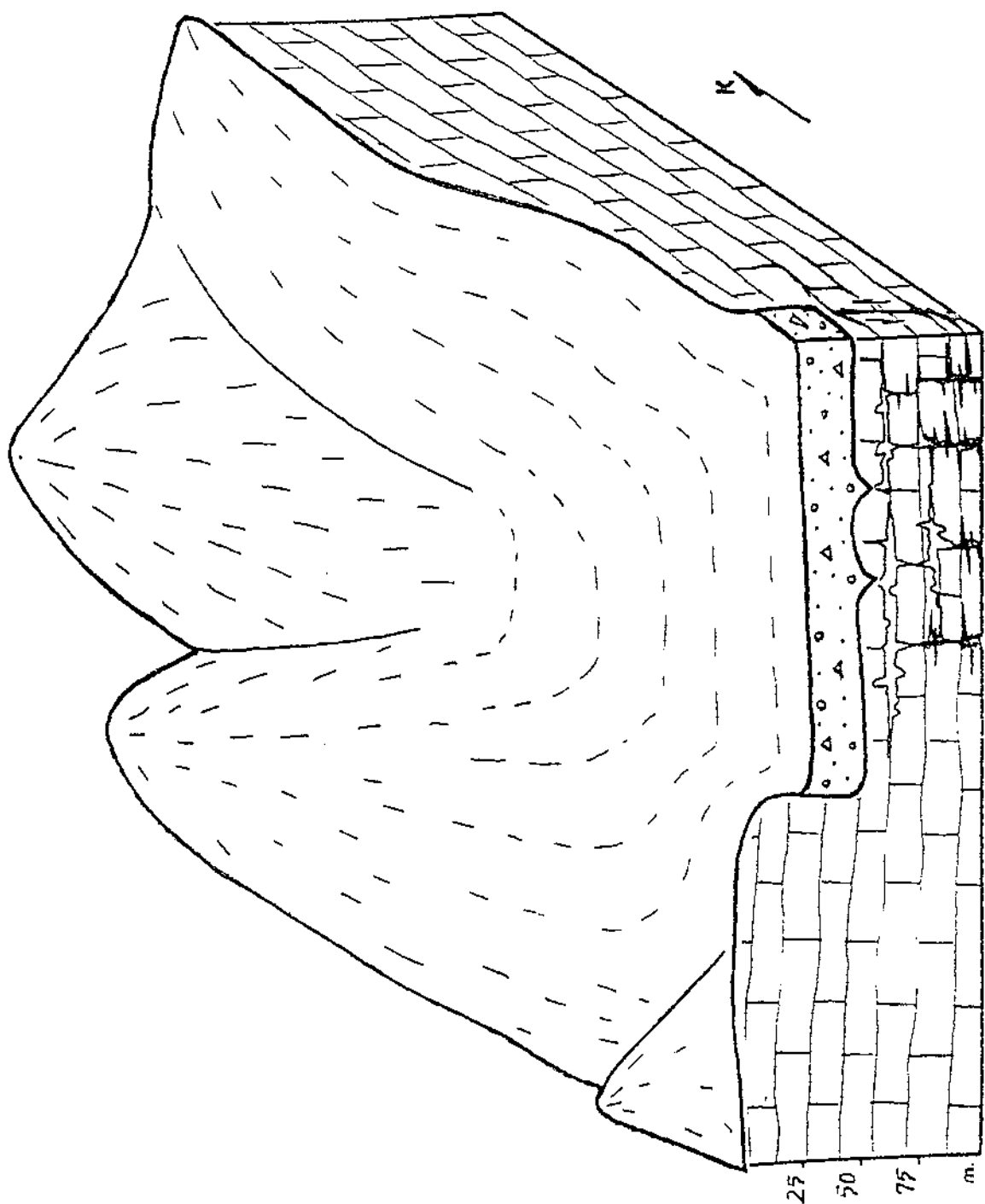


Foto 9. Batısında Aktaş Tepe GD'nda Derbentbaşı Tepe KB'nda

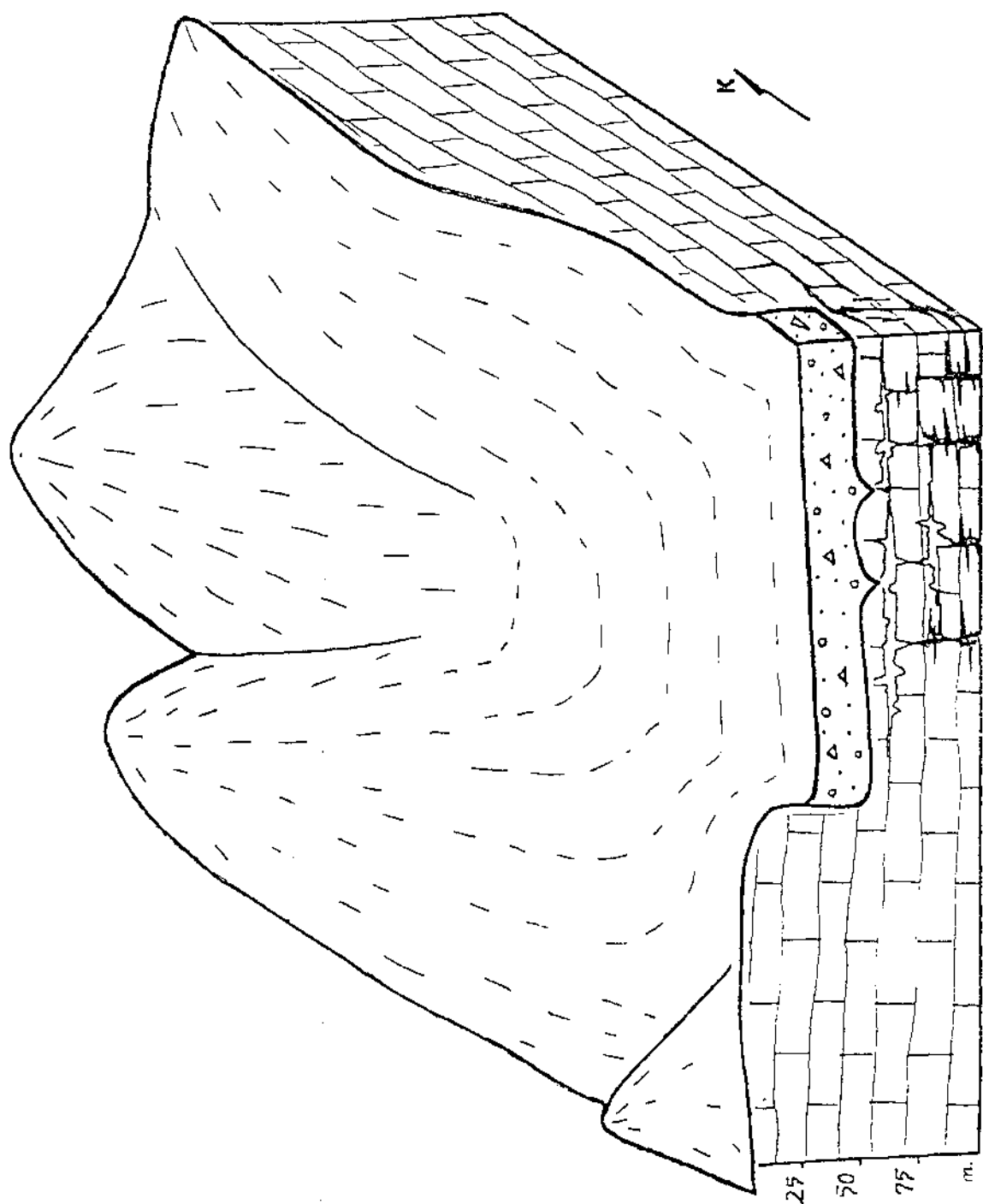
Kesmellik T. bulunan Gülağzı Polyesi karstik bir çukurluktur.

Şekil 12. Gölgezi polyesinin izometrik blok diagramı

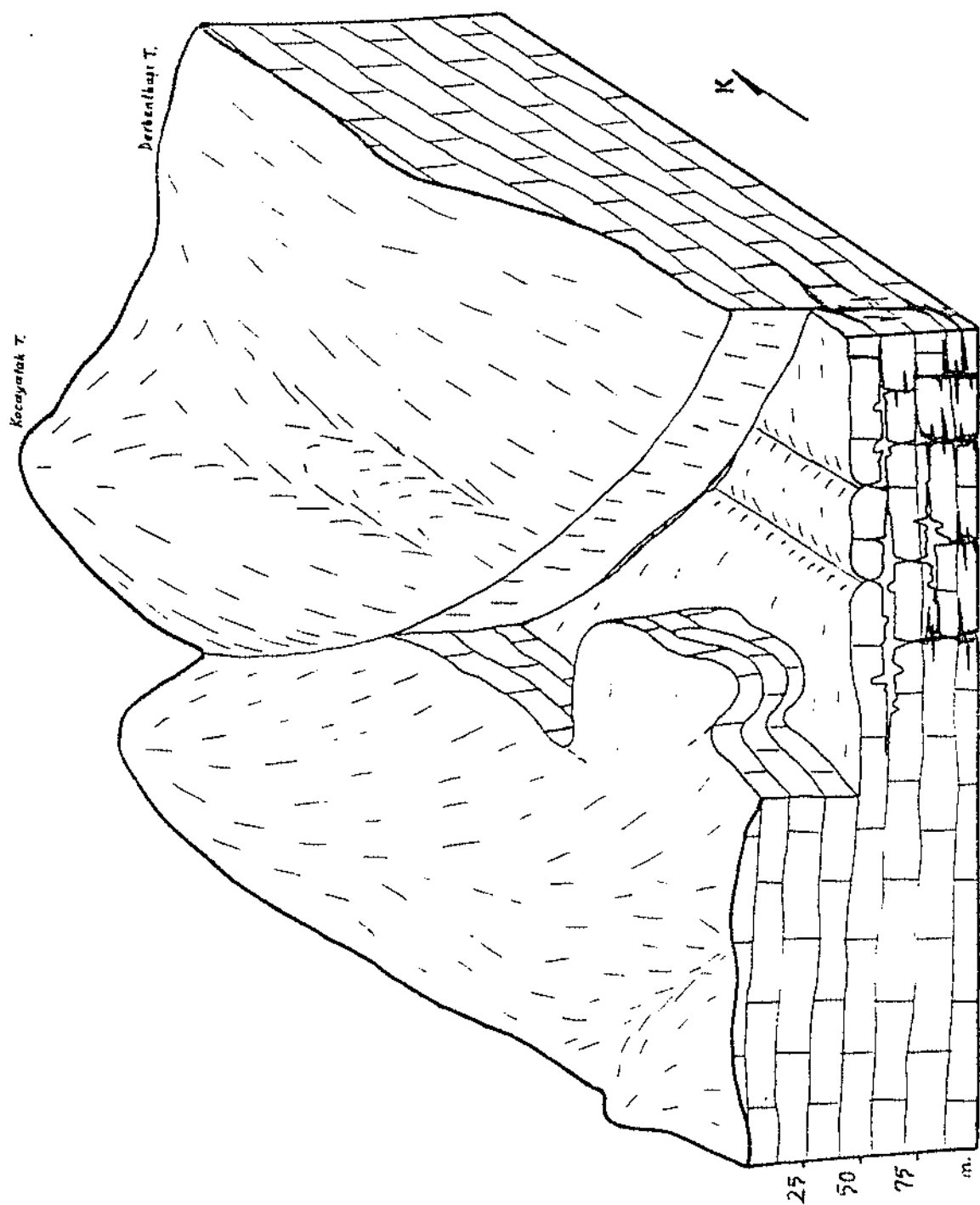




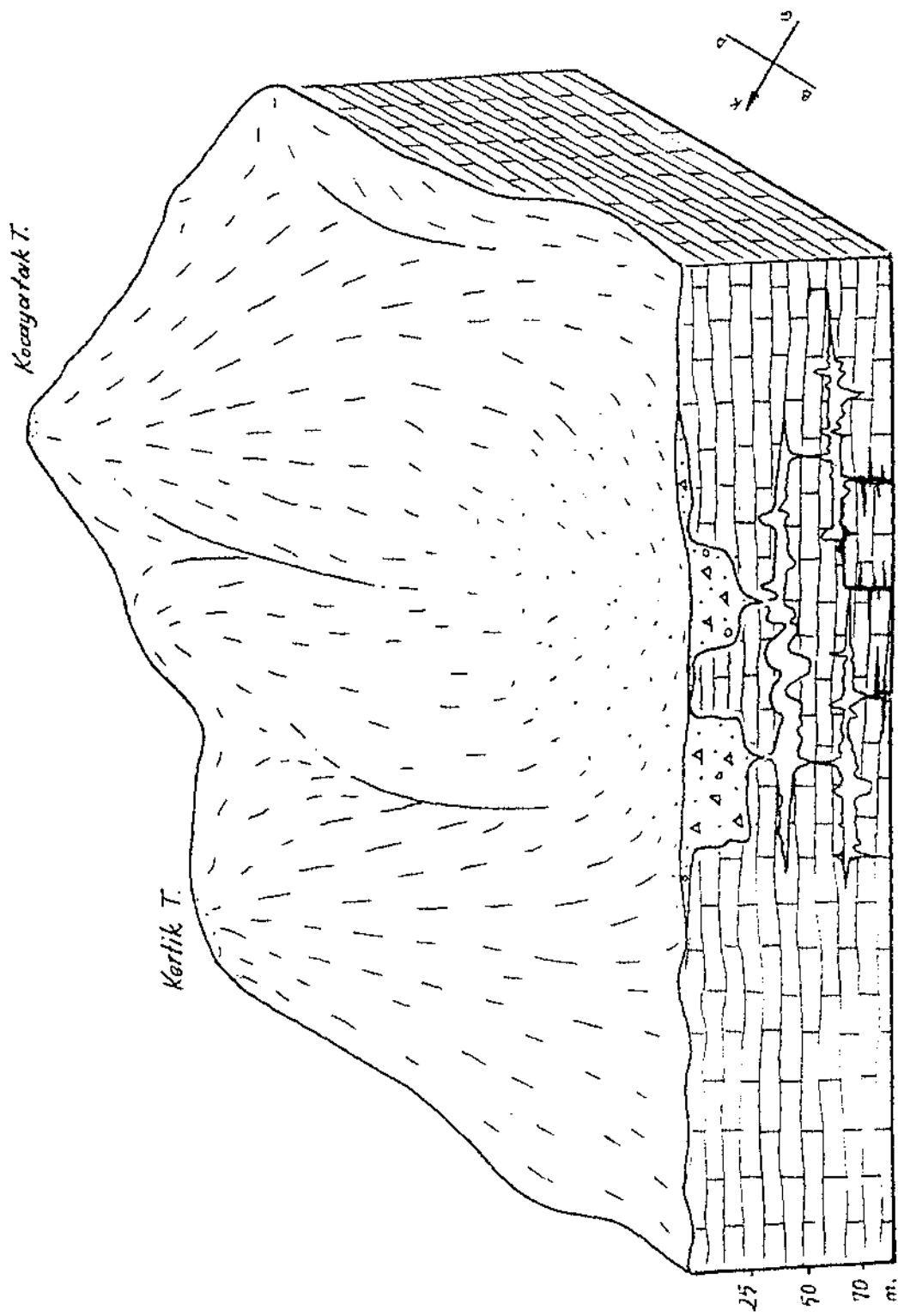
Şekil 13. Gölgele poljesinin oluşturan döşer blok görünümü



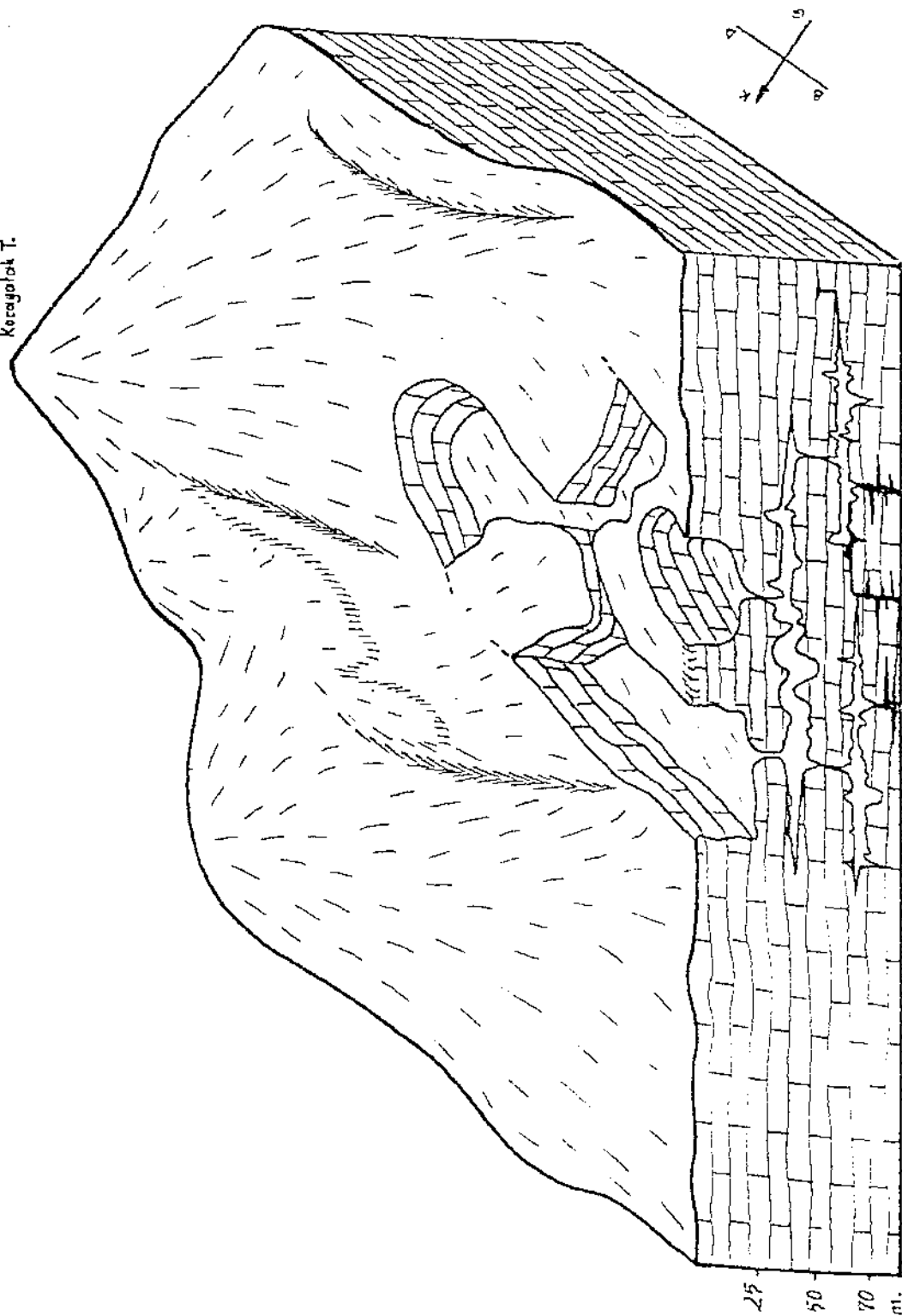
Şekil 13. Gölbaşı poljesinin oluşumunu gösterir blok çizimdir



Şekil 13. Güllağzı poljesinin ölçümünü gösterir blok çizimdir



Şekil 14. Dığeme polyesinin dışındaki döşerik  
blok dığadın



Şekil 14. Dığeme polyesinin çöküşünün düşümünü gösteren blok çınarlı

Dirgeme Polyesinin karstlaşma ve oluşum evreleri Şekil 15' deki blokdiyagramda yorumlanmıştır.

## KARST ŞEKİLLERİNİN OLUŞUMUNDA İKLİMİN ETKİSİ

Karstik şekiller ve bu karstik şekillerin gelişimi sıcaklık ve suyun etkisi ile kireçtaşlarının erime derecesine bağlıdır. Sıcaklık ile suyun eritme derecesi iklim şartlarına göre değişir. Bu nedenle inceleme alanındaki karstik oluşumların araştırılmasında bölgenin iklim ve yağış rejimleri tesbiti önem kazanmıştır.

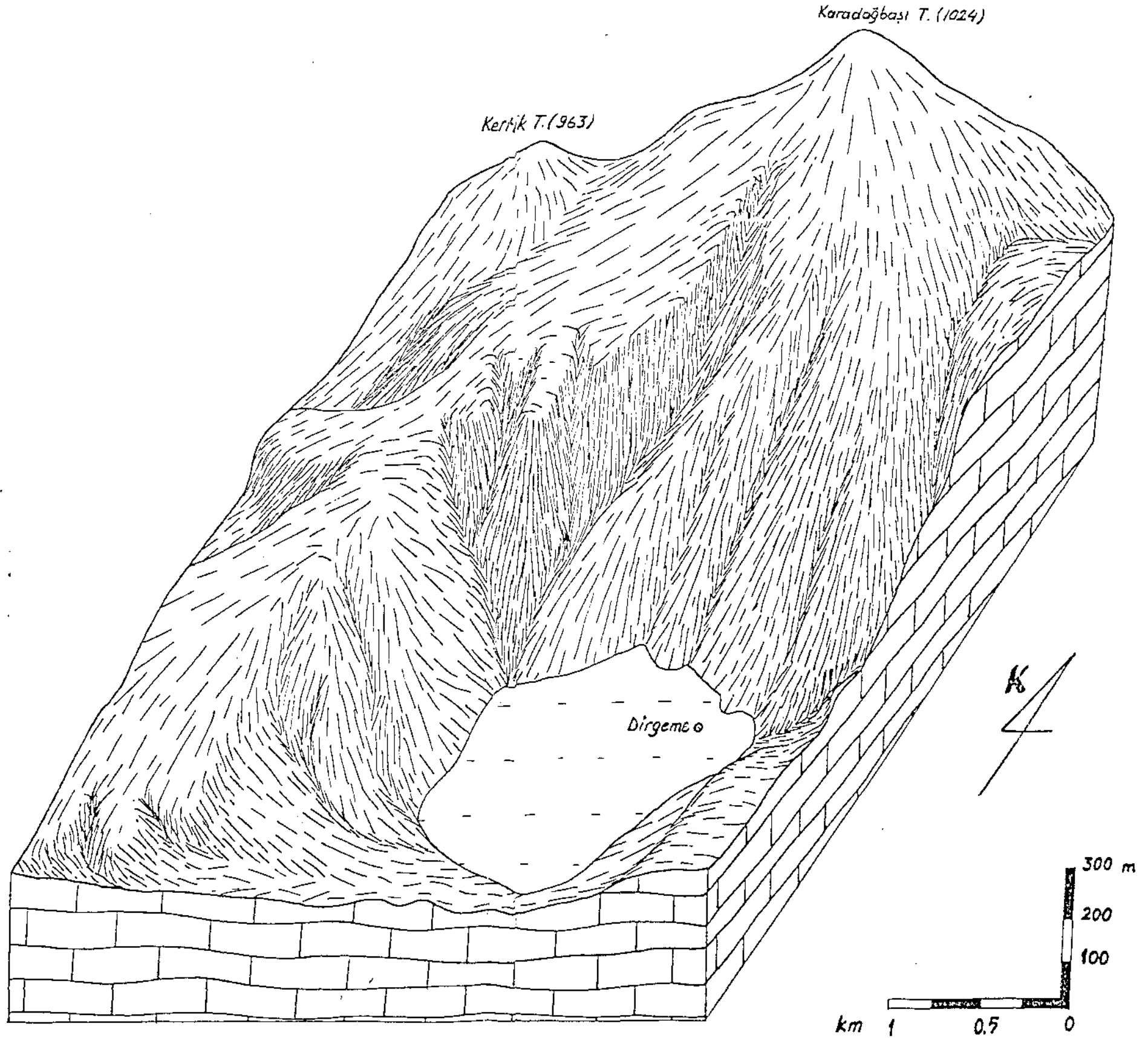
Karst oluşumu; suyun varlığı, bol veya az oluşu, kar ve buz haline geçmesi eritme derecesi ve eritme alanı birinci derecede iklim şartlarına ve iklim bölgelerine göre değişiklik göstermektedir. İklim bölgelerine göre karst oluşumlarını, 4 bölümde incelemek mümkündür.

### a). *Serin okyanus iklim bölgelerinde karst :*

Bu tip karst, yerbilimciler tarafından batı ve kuzeybatı Avrupa bölgelerinde geniş ölçüde tesbit edilip araştırmalar yapılmıştır. Bu bölgede Kuvaterner öncesi sıcak ve nemli devrenin izleri, karstik şekillerde, tesbit edilmiştir. Bölgede buzulların örtmediği kesimlerde kireçtaşlarını suların eritmesi fazla olmuş, iç kısımlarda karstik oluklar, değişik lapyra şekilleri ve dik yamaçlı vadiler meydana gelmiştir.

Serin okyanus iklimi Bölgelerindeki yeni karst şekilleri; kar yağışının miktarına, araziden kalkış süresine, buz haline geçip geçmeyişine, özellikle yıllık yağışların miktar ve mevsimlere göre değişmesine bağlı olarak, bir bölümden diğer bölüme ve topografik yükselti farklarına göre değişim gösterir.

# Şekil 15. Dirgeme polyesinin izometrik blok diyagramı



**b). Periglasiyal bölgelerde karst :**

Kutuplara yakın devamlı gecelerin, devamlı gündüzleri takip ettiği yüksek enlemlerde ve Alp tipi yüksek dağların zirvelerinde buz ve kar halinde bulunan ve bu halleri sık sık değişen suyun tesiri, sıcaklık farklarının büyük oluşu, kireçtaşlarının erimesine parçalanmasına, geniş ölçüde etki eder. Kayaçların bu şekilde parçalanması (gelivation), kireçtaşlarının su ile daha çok temasa girmesine sebep olur. Bu bölgelerde suyun, buharlaşma ile kaybı çok düşük olduğundan sular geniş ölçüde çatlaklara girip, bu çatlakları eriterek ve donduğu zaman hacmini genişleterek daha fazal yol açar. Bu nedenle bölgede geniş çapta lapyalar gelişirken, öte yandan parçalanmanın meydana getirdiği blok ve moloz yığınları kireçtaşı yamaçların eteklerinde toplanır, toplanan materyaller, donma çözülme ve yer çekimine bağlı olarak aşağı doğru kayıp, vadi ve yarıkları doldururlar.

**c). Buzul bölgelerde karst :**

Kireçtaşlarının buzlarla kaplı olduğu bu bölgelerde karst oluşumları önemli boyutlarda değildir. Bunun nedeni ise bölgede buzulların kapattığı kesimlerde suyun bulunmamasıdır. Ancak buzulların kenar kesimlerindeki kireçtaşları, buzulaltı sularının tesiri ile erir ve aynı zamanda mekanik olarak aşınarak karst oluşumuna neden olur.

Kireçtaşları buzulların mekeanik aşındırmasına granitlerden daha fazla dayanır. Bu nedenle dayanımlı kireçtaşları, buzulların eriyip ortadan kalkmasıyla yüksek tepeler ve yaylalar halinde kalır.

**d). Kıyı bölgelerde karst :**

Denizin mekenik tesirleri ve suyunun eritmesi sonucunda kıyılarda karst şekilleri oluşmaktadır. Kıyılarda kireçtaşları dalgaların tesiri ile aşınırlar.

Özellikle falezlerde deniz sularının mekanik ve kimyasal tesirleri sonucunda aşınıp oldukça çabuk gerilemiş ve, dik ve düz bir şekil alırlar. Alt kesimlerinden fazla aşınan kireçtaşı falezler denize doğru hafif çıkıntılar da meydana getirir. Fayların etkisiyle yan yana gelmiş çeşitli strüktürler içinde kireçtaşları, dik falezler göstererek, kıyıların uzanımlarına uygun olarak yönelim gösterirler. İnceleme alanının güneyinde yer alan Gökova körfezi kuzey kıyısında bu şekilde oluşumlar gözlenmektedir (Foto 10).

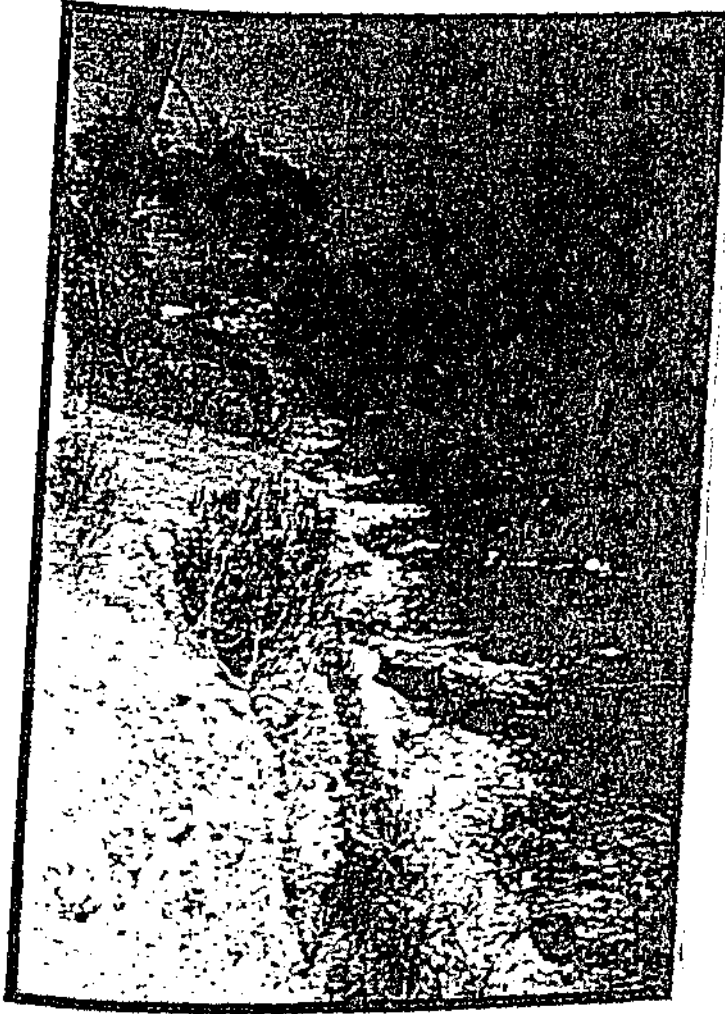


Foto 10. Gökova Körfezi kuzeyinde kireçtaşı ve karstik konglomeraların aşınması ile oluşan taraça.

*e). Sıcak iklim bölgelerinde karst :*

Bu bölgelerdeki karst oluşumlarını 3 bölümde incelemek mümkündür.

1. Sıcak ve kurak iklimlerde karst
2. Tropikal bölgelerde karst
3. Akdeniz tipi karst

Sıcak iklim kuşağının çöl iklim şartlarına sahip bölgelerde yağış çok azdır. Bu nedenle karst gelişmemiştir.

Bu kuşağın fazla yağış alan tropikler arası bölgelerinde, özellikle Muson bölgelerinde yağış miktarı fazla olduğundan karst çok gelişmiştir. Muson ve tropikal bölgelerde yıllık yağışın 200-150 cm. bulan kesimlerde sıcak ve nemli iklim altında iyi gelişmiş konik karst şekillerinin, özellikle geniş ve bir-biri ile ilişkili polyeler, dolinler ve karst yaylalarının varlığı bilinmektedir.

İnceleme alanınınında yer aldığı sıcak kuşağın "Akdeniz Tipi Karst" gösteren bölgelerinde bahar mevsimlerinde fazla yağmur kış aylarında da bol kar yağışı alan yüksek, dağlık ve serin kesimlerinde karst şekilleri çok fazla gelişmiştir. Bu gelişme özellikle, Kuvaterner'in buzul devrelerinde maksimum dereceye ulaşmıştır. Bu nedenle büyük çaptaki karstik şekillerin bir kısmı eski şekiller (fosilleşmiş karst) ; büyük mağralar, polyeler, geniş galeriler, kars gölü depoları, traverten tabakaları olarak gelişmiştir.

Akdeniz bölgesinde topografik alçak kesimlerdeki karst, yüksek kesimlerden çok farklıdır, alçak kesimlerde, kar ve yağmur yağışlarının az oluşu ve buharlaşma-terlemenin fazlalığına bağlı olarak, karst yüksek dağlık kesimlerdeki kadar gelişmemiştir. Akdeniz bölgesinin yüksek dağlık kesimindeki yıllık kireçtaşı erimesi 0,06 mm, alçak kesimlerde ise bu değer 0,01 mm'ye kadar düşüş göstermektedir.

İnceleme alanı ve dolayında yaygın olarak görülen polyelerin oluşumunda en etkin parametre yağıştır. Polyelerin bulunduğu plato 600-650 m. yükseklikte ve etrafı yüksek tepelerle sınırlanmıştır. Polyeler yağışların toplandığı çukurluklarda oluşmuştur. Bu bölgenin deniz seviyesinden 600-1500 m. yükseklikte yer alması buharlaşma-terlemenin düşük, yağışın bol olması karst oluşumlarını hızlandırmıştır.

### 8. *HİDROJEOLOJİ*

İnceleme alanı Türkiye nin en önemli ve en geniş karst bölgesini oluşturan "Toros karst kuşağı" nın batı Toroslar bölümünde yer almaktadır. Yüksek lisans tezi olarak hazırlanan bu çalışmanın esas amacı bu bölgede yer alan Muğla havzası ve dolayının hidrojeolojik modelini tanımlamak, bölgedeki karst oluşumlarını incelemek, Muğla ovasının hidrojeolojik modelini tanımlamaktır. Bu amaçla Muğla, Yeşilyurt, Yerkelik, Dirgime ve Gülağzı havzalarının beslenme alanlarını kapsayan bölge incelenmiştir. Karmaşık görülen yapısal ilişkiler, stratigrafik konumlar belirlenerek, hidrojeolojik model tanımlanmış, Muğla havzasında sondaj lokasyonları önerilmiştir. Özellikle, karstlaşmayı denetleyen litolojik ve yapısal faktörlerin incelenmesi, hidrojeolojik modelin belirlenmesini sağlamıştır.

Allokton birimlerin tabanında yer alan Güllük Formasyonu' nun karstlaşmayı ve dolayısıyla yeraltısuyu hareketini denetleyen bir bariyer olması nedeniyle, otokton ve allokton kireçtaşları arasındaki tektonik dokanak ayrıntılı incelenmiştir. Menderes Masifinin otokton kayalarda görülen reyonel metamorfizma, allokton istifin tabanındaki Güllük Formasyonu' nun şeyillerinde de izlenmektedir. Bariyer oluşturan napların, taban kayalarının litolojik özellikleri yanında, geçirdikleri metamorfizma veya kataklastikleşme ile geçirimsiz sınır özelliği artmıştır.

İnceleme alanında akarsu ağının gelişmesinde ve havzaların niteliklerinde litolojik ve yapısal etkiler belirgin farklara sebep olmuştur. Özellikle karstik kireçtaşları ile kaplı bölgelerde yüzeysel yağış alanı sınırları ile yeraltısularının beslenmesi farklı görülmektedir. Bu nedenle beslenme alanlarını belirlemek için otokton ve allokton istifiilerdeki karstik kireçtaşlarının ilişkisi ayrıntılı araştırılmıştır.

## OTOKTON KAYA BİRİMLERİNİN HİDROJEOLOJİK ÖZELLİKLERİ

İnceleme alanının temelini oluşturan, Menderes Masifi şistleri; mikaşist, klorit şist, fillat, kalkşist ve mermer mercceklerinden oluşmaktadır. Bu şistler geçirimsizdir. Ancak şistler arasında mermer mercceklerinin büyükçe alanlar kaplayan bölümlerinde, karstlaşma gözlenmektedir. Şistler arasındaki mermer merccekleri yerel karstik akifer olarak değerlendirilebilecek kadar geniş alanlar kaplamamaktadır. İnceleme alanında şistler GEÇİRİMSİZ TEMEL' i oluşturmaktadır (Çizelge 1).

Şistlerin üzerinde yer alan Milas Formasyonu, başlıca rekristalize kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı ve mermer düzeylerinden oluşmuştur. Çoğu yerde az eğimli olarak görülürler. Faylarla kesilmiş ve blok dağlar oluşturmışlardır. Katmanlanma kırık ve eklemler düzlemleriyle kesilmiştir. Fay zonlarında ezik ve parçalanmış olan, Milas Formasyonu kireçtaşları çok karstik bir birimdir. Tabandan geçirimsiz kayalarla sınırlanmış olduğundan, şistlerle dokanağın- dan karstik kaynaklar boşalmaktadır. Bunun en güzel örneği, Yeşilyurt' taki kaynaklardır. Platoda yeralan Milas kireçtaşlarında yaygın olarak dolin, uvala ve polyeler gelişmiştir. Bölgenin Kuvaterner'de çok hızlı yükselmesi yeraltı bacalarının kanalı ve mağralarının yaygın olduğu "Torit" tipi karstın oluşmasına sebep olmuştur.

## ALLOKTON KAYA BİRİMLERİNİN HİDROJEOLOJİK ÖZELLİKLERİ

İnceleme alanının güneydoğusunda yer alan allokton kaya birimleri Güllük Formasyonu ile başlar. Güllük Formasyonu başlıca konglomera, kumtaşı, şeyl, şist ve killi kireçtaşı ile tabana doğru rekristalize kireçtaşlarından oluşmaktadır. Bu birim litolojik özellikleri nedeni ile genel olarak geçirimsizdir. Yer yer mercekssel kireçtaşları, karstik akifer özelliği taşımaktadır. Bindirme zonuna yakın yerlerde kataklastik etkilerle ezilerek daha geçirimsiz bir

|                 |                                                    |                          |
|-----------------|----------------------------------------------------|--------------------------|
| ÖR <sub>3</sub> | Alüvyon                                            | Geçirimli                |
| ÖR <sub>2</sub> | Yatağan Fm.<br>Konglomera kumtaşı<br>kilitaşı      | Geçirimli<br>Geçirimsiz  |
| ÖR <sub>1</sub> | Köprücü Fm.<br>Konglomera, kireçtaşı               | Geçirimli Karstik        |
| T <sub>2</sub>  | Milas Fm.<br>Kireçtaşı+dolomit<br>Kireçtaşı+mermer | Geçirimli<br>çok karstik |
| T <sub>1</sub>  | Şistler                                            | Geçirimsiz<br>Temel      |

Çizelge 1. Otokton kayalar birimlerinin hidrojeolojik özellikleri

nitelik kazanmıştır. Bölgede, Güllük Formasyonu yeraltısuyu hareketi bakımından bariyer oluşturmaktadır (Çizelge 2).

Allokton kaya birimlerinden Gökova Formasyonu kireçtaşları Güllük Formasyonunun üzerinde yer alır. Bu birim başlıca, dolomit, dolomitik kireçtaşı, rekrystalize kireçtaşı veya mermer düzeylerinden oluşmaktadır. Kırık eklem ve diğer süreksizlik düzlemleri ile çok sık aralarla kesilmiş ve yer yer parçalanmış görülür. Gökova Formasyonu, tipik karstik bir akiferdir (Foto 7). Karst tipi bakımından, otokton istifdeki Milas Formasyonu kireçtaşları ile benzer özellikler gösterir.

### NEOOTOKTON KAYA BİRİMLERİNİN HİDROJEOLÖJİK ÖZELLİKLERİ

İnceleme alanında otokton ve allokton kaya birimlerini örten Miyosen ve Pliyosen çökelleri vardır. Bu istif iki formasyon olarak ayrılmıştır. Bunlar Yatağan ve Köprüçay Formasyonlarıdır. İnceleme alanının kuzeyinde yer alan Köprüçay Formasyonu konglomera ve kireçtaşından oluşmaktadır. Köprüçay Formasyonu karstik bir akiferdir.

Neootokton çökellerin diğer birimi, Yatağan Formasyonu kıltaşı, kumtaşı konglomeralarıdır. Kumlu ve çakıllı düzeyleri geçirimli, buna karşılık killi, marnlı ve kömürlü düzeyleri geçirimsizdir. Vadi tabanlarında, kıyı ovalarında ve polyelerdeki düzlükleri kaplayan alüvyal çökeller, genel olarak geçirimlidir.

### MUĞLA HAVZASININ BESLENME ALANI

Jeolojik ve morfolojik incelemeler sonucunda inceleme alanının su bölüm hattı belirlenerek hidrojeoloji haritasında sunulmuştur. Muğla havzasının su

|                |                                                     |                                              |
|----------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| A <sub>3</sub> | Gököva Fm.<br>Dolomit-dolomitik<br>kireçtaşı-mermer | Geçirimsiz<br>Karstik akifer                 |
| A <sub>2</sub> | Güllük Fm.<br>Konglomera-kumtaşı<br>şeyl, kireçtaşı | Geçirimsiz<br>Kireçtaşları<br>karstik akifer |
| A <sub>1</sub> | Tektonik<br>Melanj                                  | Geçirimsiz                                   |

Çizelge 2. Allohton birimlerin hidrojeolojik özellikleri



*Foto 7. Gökova kireçtaşı tektonik melanj (Ktm) üzerine*

*bindirmeli olarak gelmektedir.*

bölümü kuzeyde Yılanlı Tepe ve batıda Karadağbaşı Tepe zirvelerinden geçmektedir.

Muğla havzası yağış alan sınırı batı, kuzeybatıda Karadağbaşı Tepe ve Kapıkaya Tepe doruklarında başlar. Kuzeydoğuda Üçler Tepe, Erikli Tepe, Ekizce tepe, Payam Tepe ve Muğla Karlığı Sakar Tepe, Küçük ve Büyük Osmanlı Tepe, Oyluk Karlığı Tepe, Yılanlı Tepe, Aksivri Tepe ve Kurdu Dağı ile sınırlanmıştır. Güney, güneybatı sınırı ise Karadağbaşı, Kocayataktepe, Derbentbaşı Tepe, Kızlar Tepe ve Orta Yaraş Mahallesi eteklerinden geçmektedir (EK 2).

Muğla havzası, yazları kurak ve sıcak, kışları ılık ve yağışlı Akdeniz ikliminin etkisinde bulunuyorsa da yükselti ve rölyefin etkisi, bilhassa Akdeniz den gelen nemli rüzgarlara maruz kalması bakımından daha özel bir iklimin etkisi altındadır.

Böyle bir iklimin etkisi altında bulunan havza drenaj bakımından bir takım özellikler gösterir. Bunun en önemlisi, devamlı bir yüzeysel akışın bulunmamasıdır. Havzanın temelini teşkil eden kireçtaşları geçirimli olması nedeniyle özellikle kış mevsiminde fazla miktarda düşen yağışlar, doğrudan doğruya yeraltına intikal eder. Bu nedenle yeraltısuyu önem kazanmaktadır. Muğla havzasında, yağışlı olan kış mevsiminin bazı ayları haricinde, yüzeyde hemen hiç su görülmez. Buna bağlı olarak, yeraltısı seviyesi de mevsimlere göre değişiklikler göstermektedirler. Bu seviye genellikle yüzeyden 5-20 metre arasında değişmektedir.

Muğla havzasının kuzeyinde yer alan Milas Formasyonu kireçtaşları yaklaşık olarak 180 km<sup>2</sup> lik bir alan kaplar. Güney ve güneybatıda ise 50 km<sup>2</sup> lik bir alanda görülür. Karstik kireçtaşı akifer niteliğindeki bu birimde, yeraltısuyu hareketi Muğla polyesine doğru olmaktadır. Havzada toplanan yeraltısuyu, yeraltı mecraları vasıtasıyla Gökova' dan boşalmaktadır.

## MUĞLA HAVZASINDAKİ YERALTISUYU HAREKETİ

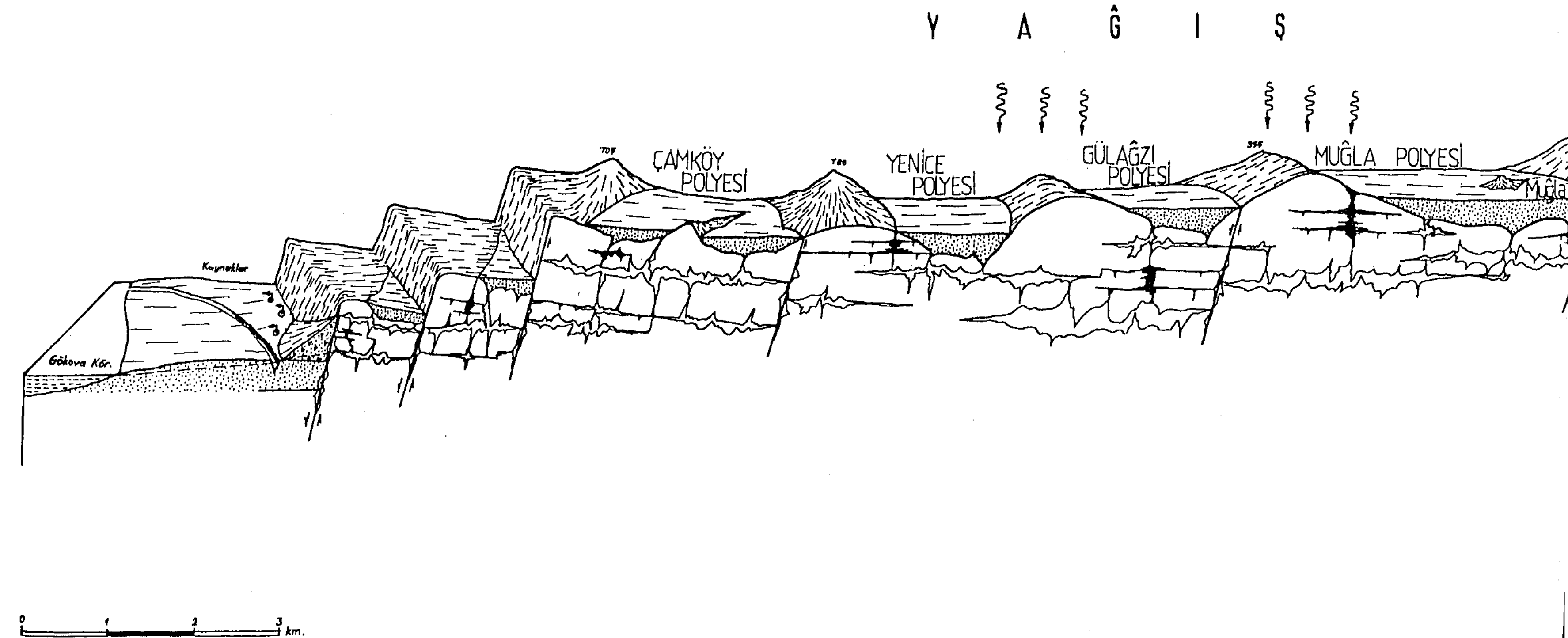
Muğla havzası; kuzey kuzeybatıdan ve güney güneydoğudan geçirimsiz birimlerle sınırlanmış kuzeydoğu-güneybatı doğrultulu bir büyük senklinoryumdur. Güneydoğu sınırı, bindirme ile bölgeye yerleşen, allokton kaya birimleri ile örtülmüştür. Gerek bindirme zonu gerekse bindirme zonunun arkasında yer alan Güllük Formasyonu ve tektonik melanj güneydoğudan havzayı sınırlamıştır.

Muğla havzasında bölgesel eğim güneybatıdan kuzeydoğuyadır. Kendi içerisinde, çok sayıda çekim fayları ile bloklu bir yapı gösteren Muğla havzasında bir çok polyeler oluşmuştur. Jeolojik yapının denetiminde Muğla havzasında, öngörülen olası yeraltısuyu hareket yönleri, hidrojeoloji haritasında gösterilmiştir. Muğla'nın kuzeyinde, kuzeyden güneye ve daha güneyde ise Gökova Körfezi yönünde yeraltısuyunun hareket etmesi, belirlenen hidrojeoloji modelinin sonucu görülmektedir. Gökova dolayında deniz içerisinde çıkan büyük debili karstik kaynaklar da bu modeli doğrulamaktadır. Muğla havzası yeraltısuyu Gökova karst kaynaklarını beslemektedir (Şekil 6).

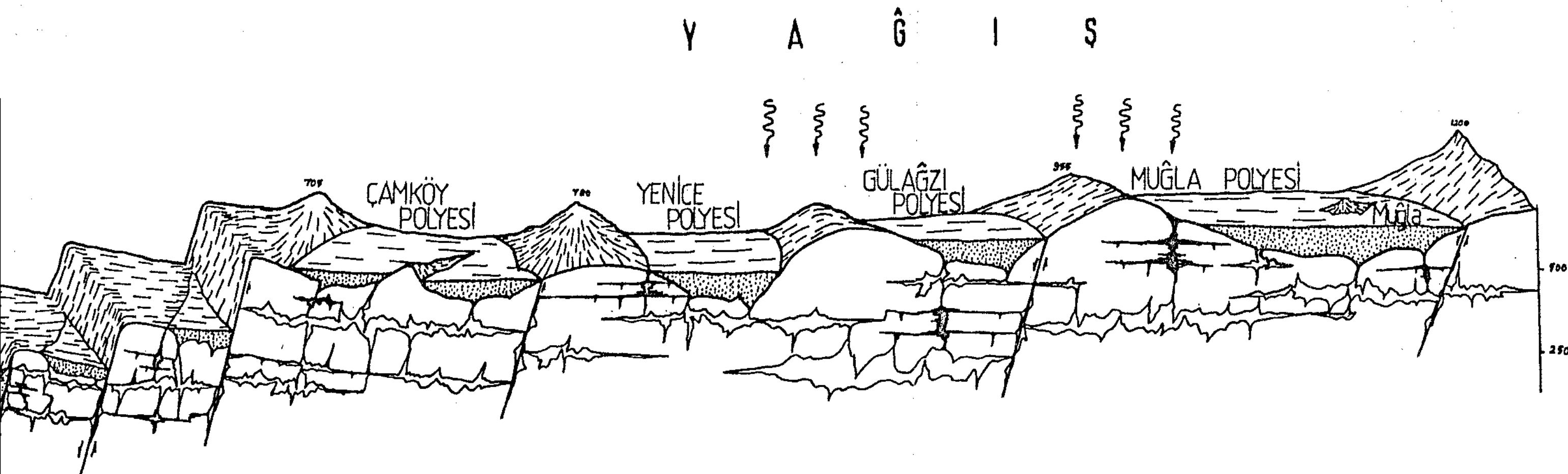
Muğla havzasının, diğer bir olası yeraltısuyu hareketi, Yılanlı ve Muğla fayları ile bindirme kuşağının kesiştiği Sodaköy, Kurtlar mahallesi ve Orta Yaraş kesimine doğru olmalıdır. Bu kesim, fayların etkisi ile oluşmuş yamaç molozu ve Yatağan Formasyonu çökelleri ile kaplı görülmektedir. Yeraltında ise Milas Formasyonu kireçtaşı, allokton Gökova kireçtaşı ile bağlantılı bir karst sistemi gelişmiş olmalıdır. Böylece Muğla Polyesinin büyük miktardaki beslenmesi derin bağlantılarla Çaydere ve Gökova'ya ulaşabilecektir. Muğla Polyesinin yapısal konumu nedeniyle Orta Yaraş kesiminde karstik yatay akım kuşağının oldukça büyük derinliklerde olması gerekir.

Kuzeybatı güneydoğu doğrultulu Muğla ve Yılanlı fayları Muğla bölgesindeki yeraltısuyu hareketini denetleyen önemli etkenlerdir. Bu faylar yeraltı-

Şekil 6. Gökova kaynaklarının Muğla havzasındaki polyelerden beslendiğini gösterir GB-KD doğrultulu blok di-



aklarının Muğla havzasındaki polyelerden beslendiğini gösterir GB-KD doğrultulu blok diyagramı



suyu hareketini doğrultuları boyunca devam ettirmektedir. Orta Yaraş kesiminde rastlanan kaynaklar bu tezi kanıtlamaktadır. Sodaköy ve Orta Yaraş dolayında açılacak su sondaj kuyularından yüksek verim elde edilecektir. Muğla kuzeyinde oldukça geniş alanlar kaplayan kireçtaşları, Muğla ve Yılanlı fayı etkisi ile, Muğla Polyesi güneydoğusunu beslemektedir ve bu kesimde büyük boşalım larada rastlanmaktadır. Bu bölgedeki yeraltı suyu potansiyeli, büyük olasılıkla Muğla güneydoğusundaki allokton kireçtaşların karstik yeraltı drenaj sistemi vasıtasıyla Gökova körfezini beslemektedir.

## 9. HİDROLOJİ

Bu bölümde iklim, yağış, yağış-sıcaklık, yağış-yükseklik ilişkileri ile buharlaşma-terlemeye bağlı özellikler incelenecektir. İnceleme alanında Muğla il merkezinde MİGM ne ait bir istasyon bulunmaktadır. Bu istasyondan temin edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirilmiş, çizelge ve grafiklerle sunulmuştur.

Muğla ili meteoroloji istasyonundan alınan ortalama yağış verileri Çizelge 3' de, yağış istatistik verileri Çizelge 4' de sunulmuştur.

### YAĞIŞ VERİLERİNİN ANALİZİ

Muğla meteoroloji istasyonunun yağış verilerine göre 1931-1980 yılları arasında yıllık yağış ortalaması 1213.21 mm dir. Meteoroloji istasyonu yağış verilerine göre 50 yıllık aylık ortalamalarına göre en fazla yağış alan aylar Aralık ve Ocak (284.2 , 262.7 mm), en düşük aylar Temmuz, Ağustos, Eylül (6.0 , 6.8 , 15.3 mm) dir.

50 yıllık yağış verilerine göre günlük yağışın en çok olduğu ay Kasım ayıdır. 29 Kasım 1935 de 152.9 mm günlük yağış görülmüştür. Bazı yıllar özellikle Aralık ve Ocak aylarında görülen aşırı yağışlar, yıllık ve aylık ortalamalarda önemli sapmalara yol açmaktadır. Genel olarak Ekim ayından itibaren yağış artmakta, aralık ayında en yüksek düzeye ulaşmaktadır. Aralık ayından sonra yağış Temmuz ayına kadar azalma göstermektedir (Şekil 16).

Muğla meteoroloji istasyonundan alınan 1931-1980 dönemine ait veriler kullanılarak aylık ortalama yağıştan sapma eğrisi çizilmiştir (Şekil 17 ).

# Çizelge 3. Muğla meteoroloji istasyonunun ortalamaya yağış c'irileri

ORTALAMA YAĞIŞ

İSTASYON ADI : MUĞLA

RASAT SÜRESİ : 501 1931 - 1980

| GÜHLER          | OCAK    | SUBAT  | MART   | NİSAN | MAYIS | HAZİRAN | TEMPUZ | AGUSTOS | EYLUL | EKİM  | KASIM  | ARALIK |
|-----------------|---------|--------|--------|-------|-------|---------|--------|---------|-------|-------|--------|--------|
| 1               | 8.27    | 10.09  | 3.17   | 1.13  | 0.23  | 0.81    | 0.47   | 0.71    | 0.34  | 0.20  | 4.59   | 8.25   |
| 2               | 8.30    | 8.61   | 4.13   | 0.90  | 1.38  | 2.37    | 0.54   | 0.33    | 0.38  | 1.03  | 2.02   | 7.67   |
| 3               | 11.19   | 6.91   | 6.40   | 2.54  | 1.00  | 0.75    | 0.01   | 1.61    | 0.16  | 2.28  | 3.44   | 7.13   |
| 4               | 9.26    | 8.87   | 4.85   | 2.16  | 2.14  | 1.22    | 1.69   | *****   | 0.26  | 0.89  | 2.99   | 5.12   |
| 5               | 10.45   | 8.21   | 6.46   | 1.11  | 3.13  | 2.48    | 0.02   | 0.34    | 0.23  | 1.96  | 1.71   | 8.70   |
| 6               | 6.48    | 5.07   | 2.61   | 2.63  | 0.82  | 0.63    | 0.70   | 0.85    | 1.25  | 1.28  | 3.28   | 10.26  |
| 7               | 6.41    | 9.08   | 5.81   | 2.44  | 1.27  | 1.40    | 0.26   | 0.26    | 0.69  | 1.22  | 6.79   | 6.76   |
| 8               | 11.12   | 6.43   | 5.26   | 1.82  | 1.04  | 1.04    | 0.22   | 0.63    | 0.71  | 0.96  | 0.96   | 10.06  |
| 9               | 8.90    | 6.44   | 4.44   | 1.52  | 0.90  | 1.20    | 0.14   | 0.68    | 1.61  | 1.29  | 3.25   | 7.42   |
| 10              | 8.73    | 3.34   | 3.55   | 3.83  | 2.43  | 0.98    | 0.49   | 0.27    | 0.21  | 1.54  | 4.64   | 8.01   |
| 1.10 GÜN TOP. : | 89.12   | 73.09  | 45.47  | 20.08 | 14.37 | 12.88   | 4.57   | 5.69    | 5.83  | 13.04 | 33.21  | 83.41  |
| 11              | 5.84    | 6.65   | 3.11   | 2.16  | 1.30  | 0.53    | 0.23   | 0.61    | 0.13  | 2.22  | 4.50   | 7.21   |
| 12              | 8.43    | 8.88   | 4.29   | 1.16  | 1.88  | 1.10    | 0.05   | *****   | 0.75  | 2.57  | 2.35   | 9.61   |
| 13              | 7.40    | 8.79   | 2.22   | 3.64  | 2.16  | 0.20    | 0.46   | *****   | 0.37  | 0.73  | 1.97   | 10.97  |
| 14              | 12.10   | 8.18   | 1.72   | 1.62  | 2.01  | 0.03    | 0.41   | 0.19    | 0.44  | 4.33  | 3.22   | 8.18   |
| 15              | 5.40    | 7.75   | 6.44   | 2.66  | 1.30  | 0.69    | 0.15   | *****   | 0.15  | 1.98  | 3.28   | 9.24   |
| 16              | 7.33    | 4.56   | 6.29   | 4.69  | 2.51  | 0.10    | 0.45   | 0.23    | 0.02  | 2.07  | 2.14   | 7.48   |
| 17              | 10.66   | 7.27   | 5.26   | 4.40  | 1.38  | 0.51    | 0.26   | 0.02    | 0.38  | 2.37  | 2.53   | 6.51   |
| 18              | 12.88   | 5.80   | 4.46   | 1.58  | 2.45  | 0.61    | 0.01   | 0.52    | ***** | 1.60  | 3.42   | 5.75   |
| 19              | 10.13   | 5.86   | 4.21   | 1.76  | 2.91  | 0.16    | 0.08   | 0.38    | ***** | 1.63  | 3.23   | 6.49   |
| 20              | 6.66    | 3.55   | 1.31   | 2.75  | 1.36  | 0.67    | 0.14   | 0.17    | 0.01  | 1.99  | 4.88   | 12.16  |
| 2.10 GÜN TOP. : | 86.84   | 67.30  | 39.32  | 26.42 | 19.25 | 4.59    | 2.23   | 2.31    | 2.24  | 21.48 | 31.82  | 89.80  |
| 21              | 6.66    | 3.55   | 1.31   | 2.75  | 1.36  | 0.67    | 0.14   | 0.17    | 0.01  | 1.99  | 4.88   | 12.16  |
| 22              | 6.34    | 6.73   | 4.28   | 1.42  | 2.37  | 0.76    | 0.08   | 0.42    | 0.04  | 3.51  | 4.77   | 12.60  |
| 23              | 7.62    | 4.91   | 5.59   | 3.02  | 1.36  | 0.50    | 0.03   | 0.23    | 1.42  | 3.24  | 4.70   | 9.97   |
| 24              | 7.12    | 4.18   | 3.35   | 2.60  | 0.63  | 0.82    | 0.06   | 0.94    | 0.93  | 1.10  | 7.04   | 11.68  |
| 25              | 6.86    | 5.75   | 2.20   | 1.28  | 0.30  | 0.56    | 0.18   | 0.56    | 0.38  | 3.63  | 6.42   | 8.24   |
| 26              | 6.84    | 5.35   | 2.50   | 1.15  | 1.22  | *****   | 0.22   | *****   | 2.92  | 3.41  | 7.49   | 5.61   |
| 27              | 8.13    | 2.57   | 1.96   | 3.28  | 1.59  | 0.25    | 0.98   | 0.04    | 4.12  | 2.39  | 3.76   | 11.31  |
| 28              | 11.66   | 4.92   | 5.35   | 1.39  | 0.72  | 1.69    | 0.16   | 0.24    | 0.60  | 4.58  | 6.78   | 9.64   |
| 29              | 4.64    | 1.11   | 3.29   | 0.40  | 1.30  | 0.18    | 0.12   | 1.30    | 0.79  | 5.38  | 7.48   | 9.68   |
| 30              | 9.82    | *****  | 0.85   | 0.43  | 0.78  | 0.78    | 0.33   | 0.81    | 0.34  | 2.73  | 9.00   | 14.04  |
| 31              | 11.05   | *****  | 1.97   | ***** | 0.35  | *****   | 0.00   | *****   | ***** | 2.25  | *****  | 9.69   |
| 3.10 GÜN TOP. : | 86.75   | 39.06  | 32.64  | 17.73 | 11.58 | 6.23    | 2.37   | 5.00    | 11.54 | 34.20 | 60.36  | 115.02 |
| AYLIK TOPLAM :  | 262.71  | 179.45 | 117.44 | 64.23 | 45.40 | 23.71   | 9.12   | 13.00   | 19.62 | 48.72 | 125.39 | 284.24 |
| YILLIK TOPLAM : | 1211.21 |        |        |       |       |         |        |         |       |       |        |        |

\*\*\*\*\*YILDIZ OLAN YERLERDE YAĞIŞ YOKTUR\*\*\*\*\*

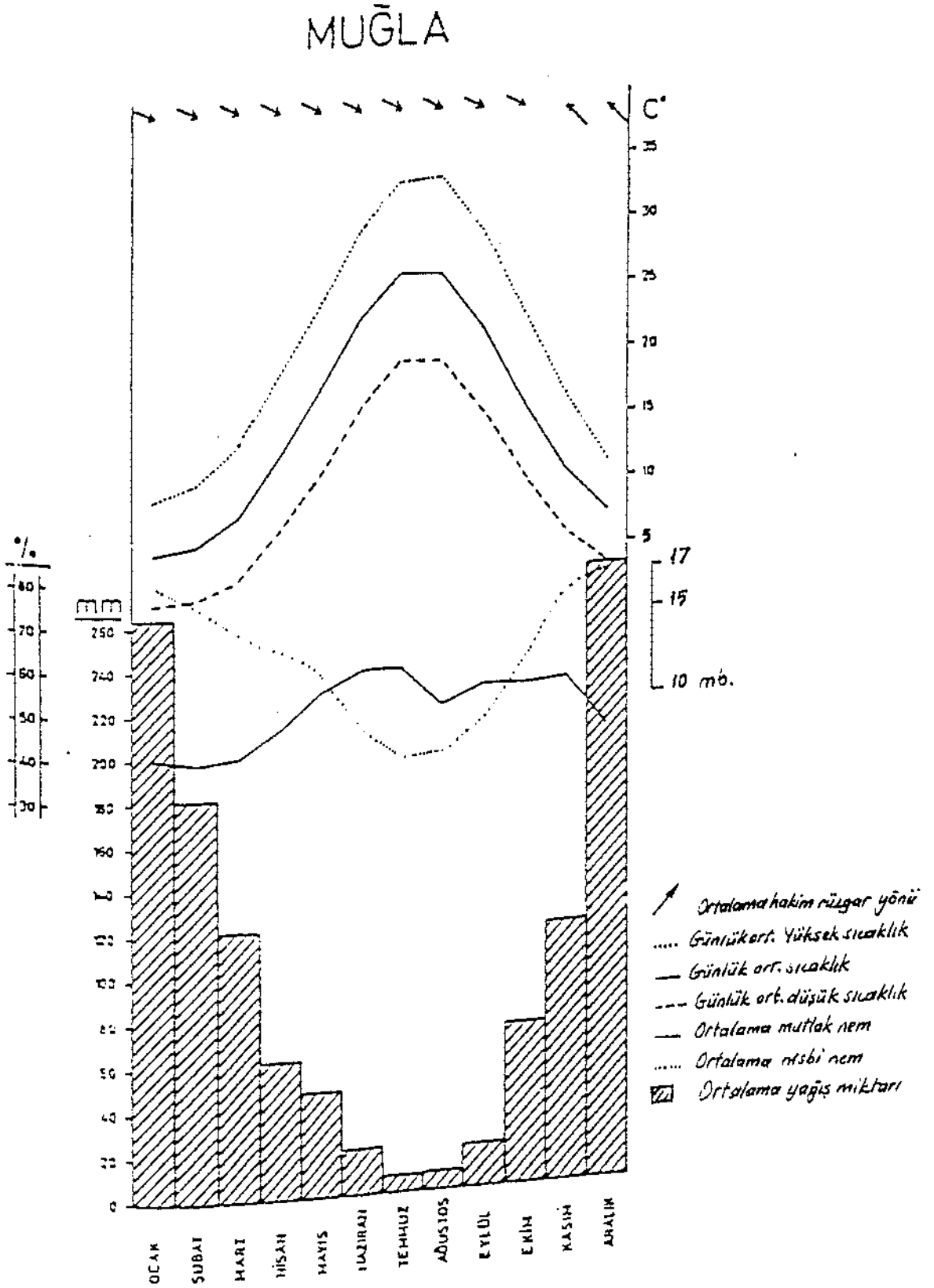
# Çizelge 4. Muğla meteoroloji istasyonunun istatistikî yağış verileri

İSTASYON ADI: MUĞLA  
İSTASYON YÜKSEKLİĞİ: 846 M

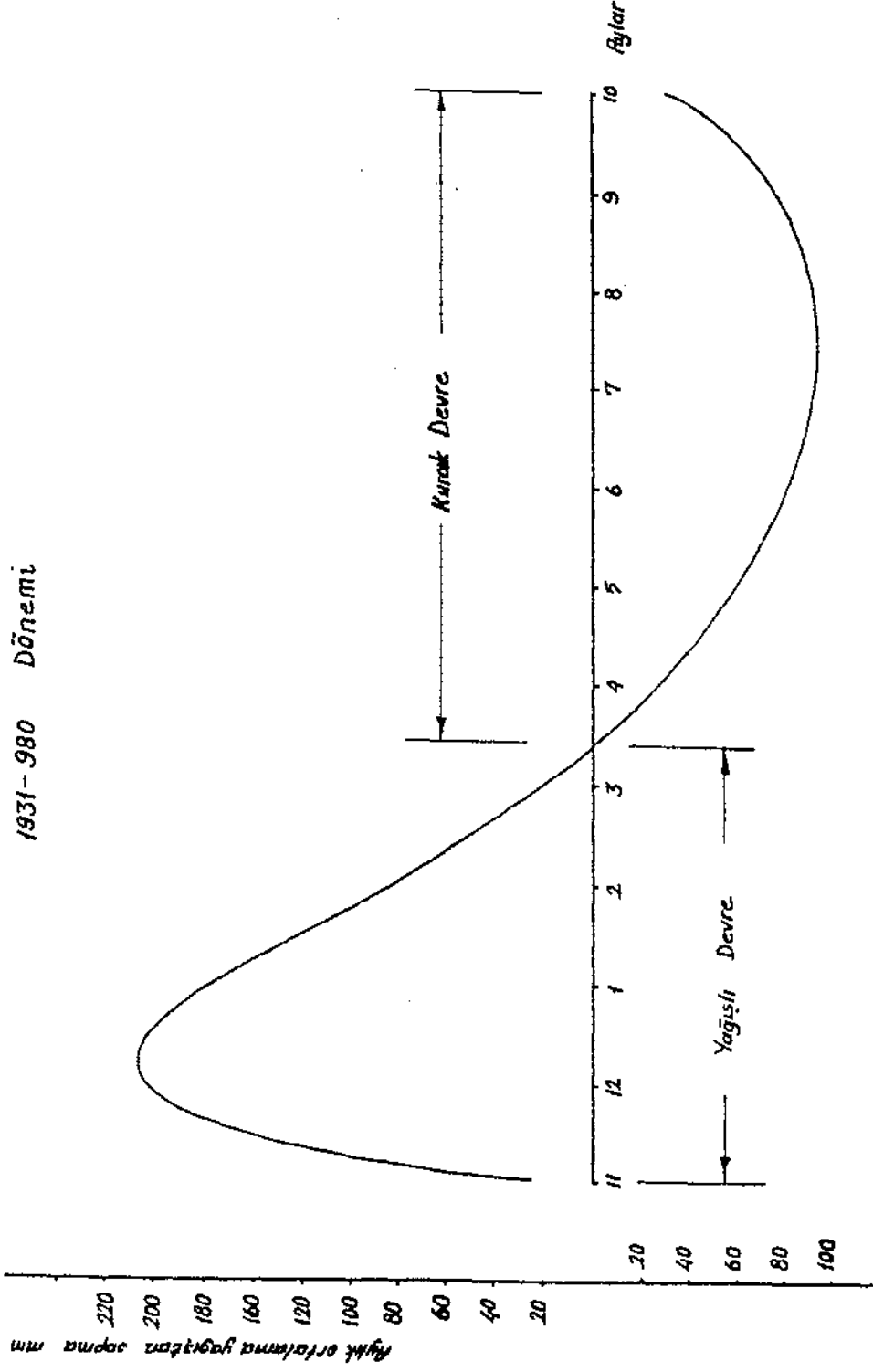
ENLEM DERECESİ: 37 13  
BOYLAM DERECESİ: 28 22  
RASAT SÜRESİ: 1931-1980 (50)

| METEOROLOJİK ELEMANIN ADI                 | A Y L A R |       |       |       |      |      |      |      |       |       |       |       |          |
|-------------------------------------------|-----------|-------|-------|-------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|----------|
|                                           | 1         | 2     | 3     | 4     | 5    | 6    | 7    | 8    | 9     | 10    | 11    | 12    | YILLIK   |
| ORTALAMA YAĞIŞ MİKTARI (MM.)              | 262.7     | 179.4 | 117.4 | 62.9  | 44.7 | 22.3 | 6.0  | 6.8  | 15.3  | 68.7  | 125.4 | 204.2 | 1195.9   |
| YAĞIŞIN > 0.1 OLDUĞU GÜNLER SAYISI        | 17.1      | 13.6  | 11.4  | 8.3   | 7.7  | 3.4  | 1.3  | 1.1  | 2.3   | 7.0   | 10.3  | 16.0  | 99.6     |
| YAĞIŞIN > 0.0 OLDUĞU GÜNLER SAYISI        | 0.4       | 0.5   | 0.8   | 0.6   | 0.7  | 0.4  | 0.3  | 0.2  | 0.1   | 0.6   | 0.3   | 0.2   | 5.1      |
| YAĞIŞIN > 0.1-5.0 OLDUĞU GÜNLER SAYISI    | 7.0       | 5.5   | 6.0   | 4.9   | 4.9  | 2.1  | 0.9  | 0.7  | 1.6   | 3.9   | 5.2   | 6.1   | 48.7     |
| YAĞIŞIN > 5.1-10.0 OLDUĞU GÜNLER SAYISI   | 2.4       | 2.4   | 1.9   | 1.6   | 1.4  | 0.4  | 0.3  | 0.2  | 0.3   | 1.0   | 1.5   | 2.3   | 15.9     |
| YAĞIŞIN > 10.1-15.0 OLDUĞU GÜNLER SAYISI  | 1.8       | 1.6   | 1.1   | 0.7   | 0.6  | 0.3  | 0.1  | 0.1  | 0.2   | 0.6   | 0.9   | 1.4   | 9.4      |
| YAĞIŞIN > 15.1-20.0 OLDUĞU GÜNLER SAYISI  | 1.3       | 1.0   | 0.5   | 0.3   | 0.4  | 0.2  | 0.0  | 0.0  | 0.0   | 0.4   | 0.7   | 1.2   | 6.1      |
| YAĞIŞIN > 20.1-25.0 OLDUĞU GÜNLER SAYISI  | 0.8       | 0.7   | 0.4   | 0.3   | 0.1  | 0.1  | 0.0  | 0.0  | 0.0   | 0.3   | 0.6   | 0.9   | 4.3      |
| YAĞIŞIN > 25.1-30.0 OLDUĞU GÜNLER SAYISI  | 0.8       | 0.5   | 0.4   | 0.1   | 0.1  | 0.1  | 0.0  | 0.0  | 0.1   | 0.3   | 0.2   | 0.7   | 3.3      |
| YAĞIŞIN > 30.1-35.0 OLDUĞU GÜNLER SAYISI  | 0.8       | 0.5   | 0.4   | 0.1   | 0.1  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.1   | 0.1   | 0.3   | 0.6   | 3.0      |
| YAĞIŞIN > 35.1-40.0 OLDUĞU GÜNLER SAYISI  | 0.4       | 0.3   | 0.2   | 0.1   | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0   | 0.1   | 0.1   | 0.5   | 1.8      |
| YAĞIŞIN > 40.1-50.0 OLDUĞU GÜNLER SAYISI  | 0.7       | 0.4   | 0.3   | 0.1   | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0   | 0.2   | 0.3   | 0.9   | 2.9      |
| YAĞIŞIN > 50.1-75.0 OLDUĞU GÜNLER SAYISI  | 0.7       | 0.5   | 0.1   | 0.1   | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0   | 0.1   | 0.4   | 0.9   | 2.9      |
| YAĞIŞIN > 75.1-100.0 OLDUĞU GÜNLER SAYISI | 0.2       | 0.1   | 0.1   | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0   | 0.0   | 0.1   | 0.4   | 1.0      |
| YAĞIŞIN > 100.1 OLDUĞU GÜNLER SAYISI      | 0.1       | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0   | 0.0   | 0.1   | 0.2   | 0.4      |
| GÜNLÜK EN ÇOK YAĞIŞ MİKTARI               | 140.6     | 125.9 | 96.0  | 70.4  | 61.4 | 57.4 | 42.2 | 38.0 | 106.0 | 97.5  | 152.9 | 145.7 | 152.9    |
| GÜNLÜK EN ÇOK YAĞIŞIN TARİHİ (GÜN VE YIL) | 31.62     | 1.38  | 9.54  | 17.38 | 5.50 | 2.53 | 4.40 | 3.52 | 27.62 | 14.37 | 29.35 | 30.31 | 29.11.35 |

Şekil 16. Muğla meteoroloji istasyonunun  
verilerine ait diğer veriler



1931-980 Dönemi



Şekil 17. Aylik ortalama yağıştan sapma eğrisi

Buna göre yağışlı devre Kasım ayından başlayarak Mart ayı ortalarına kadar devam etmektedir. Kurak devre ise yaklaşık 7.5 ay Mart ortalarından Ekim ayı sonuna kadar sürmektedir.

Muğla için maksimum yağışların frekans atlasından elde edilen verilerle hazırlanan maksimum yağışların frekans eğrisi Şekil 18' de sunulmuştur.

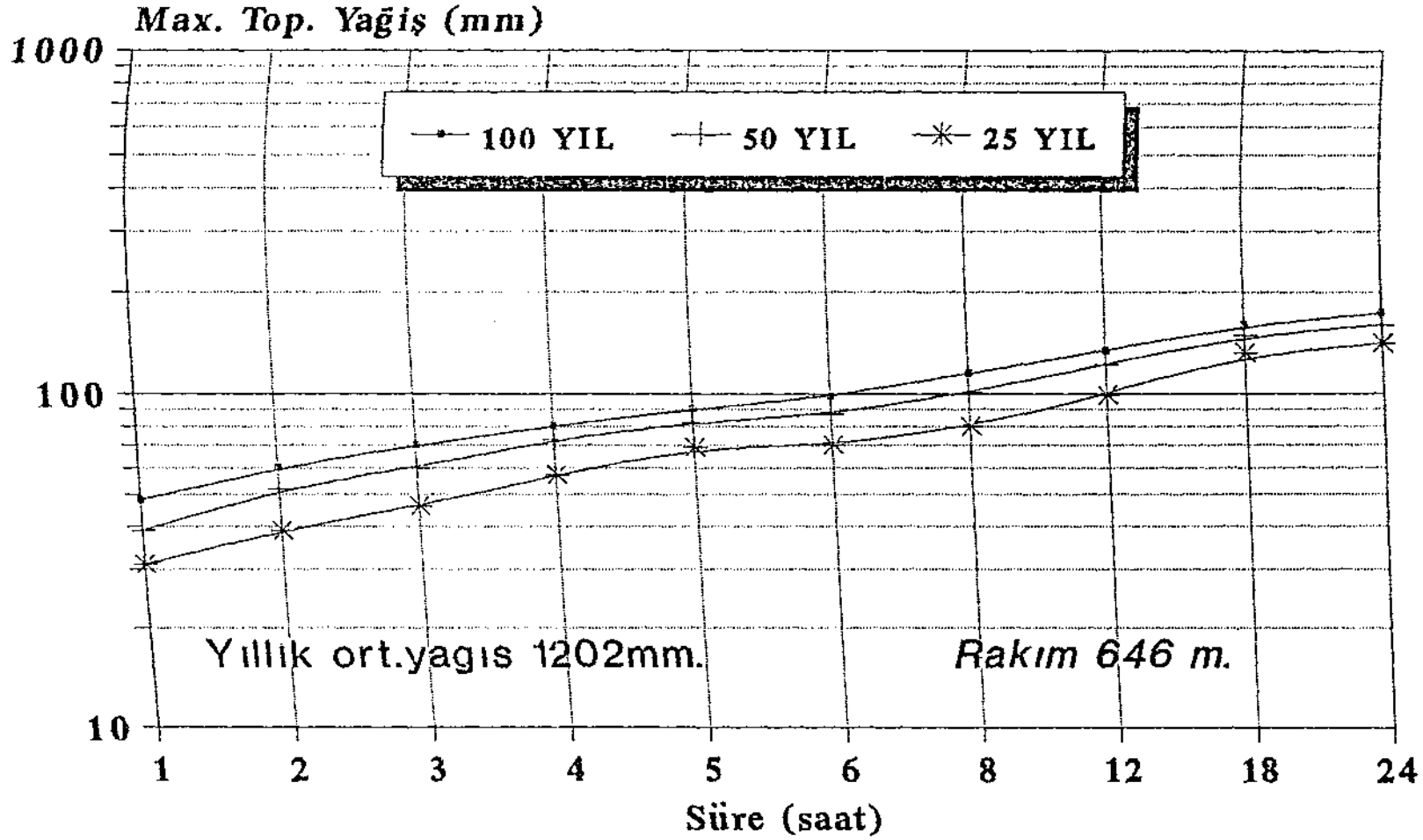
Pluviograftan elde edilen, P yağış miktarının zamanla değişimini gösteren P(yağış) - t(zaman) eğrisine toplam yağış eğrisi denilmektedir. İnceleme alanındaki Muğla meteoroloji istasyonundan alınan yağış verilerine göre toplam yağış eğrisi hazırlanmış Şekil 19' da sunulmuştur.

Yağış şiddeti birim sürede düşen yağış yüksekliğine denir. Yağış şiddeti, (I) ile gösterilmektedir.

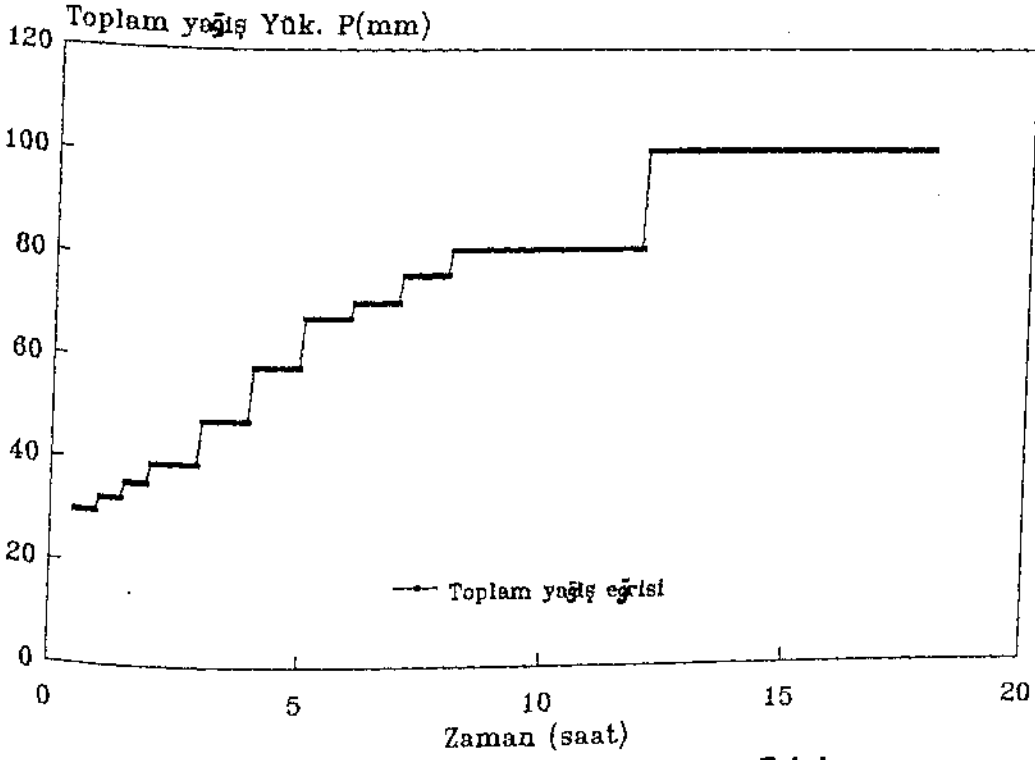
$$I = dp / dt = \Delta p / \Delta t$$

Buna göre Muğla ve dolayının maksimum ortalama yağış şiddeti 6.4 mm/saat olarak bulunur. Yağış şiddetinin zamanla değişimini gösteren eğriye "hiyetograf" denir. İnceleme alanı için hazırlanan hiyetograf Şekil 20' de sunulmuştur.

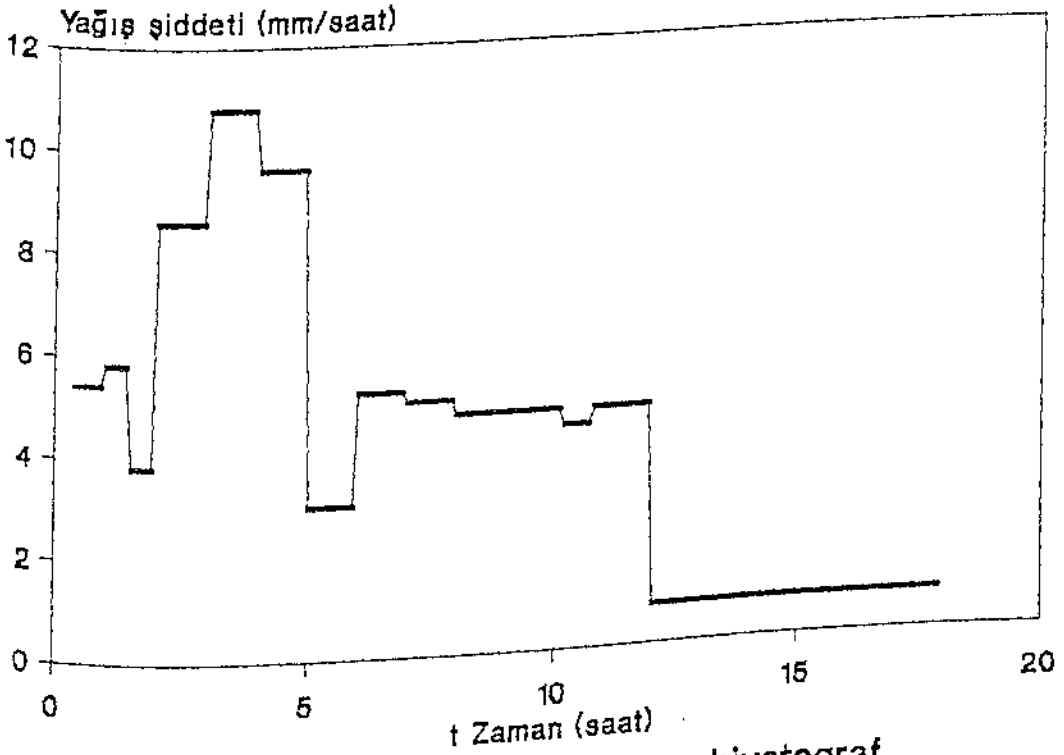
Yağışın toplam miktarı ve şiddeti seneler boyunca değişime uğrar. Rasatlardan elde edilen maksimum değerler, gelecek yıllar içinde aşılabılır. Dolayısıyla her hangi bir mühendislik yapısının projelendirilmesinde, yağış miktarının, belli bir süre içerisinde tekrarlanma ihtimalinin bilinmesi gereklidir.



Şekil 18. Muğla max. yağışların frekans eğrisi



Şekil 19. Muğla için toplam yağış eğrisi



Şekil 20. Muğla için hazırlanmış hıyatograf

## *İstatistiki yöntemler*

### *a) Frekans analizi :*

Belirli bir  $O_1$  olayının frekansı, o olayın uzun bir deney serisinde meydana gelme sayısının toplam deney sayısına oranı olarak tanımlanır. Olayın meydana gelme sayısı  $n_1$  ve toplam eleman sayısı  $N$  ile gösterilecek olursa, olayın frekansı  $f = n_1 / N$  şeklinde ifade edilir. Denklemdende anlaşılacağı üzere frekans eleman sayısına bağlıdır. Aynı olayın  $P(O_1)$  ihtimali ise; teorik olarak  $N$  eleman sayısının sonsuz artması halinde,

$$P(O_1) = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{n_1}{N}$$

denkleminin limitine eşittir. Ancak pratikte  $N$ 'nin sonsuz artması mümkün olmayıp, yeterli bir büyüklüğe ulaşmasından sonra

$$f_k = \frac{\sum_{i=1}^k m_i}{\sum_{i=1}^k N_i}$$

olduğu kabul edilecektir.

Yukardaki bilgilerden faydalanılarak Muğla için 1931-1980 yılları

arasındaki yağışlı günlerin frekansı,

$$f = \frac{\text{Yağışlı günlerin sayısı}}{\text{Toplam gün sayısı}} = \frac{m_i}{N_i}$$

$$f = \frac{127}{365} = 0.34$$

olarak bulunur.

#### b) Frekans kütle fonksiyonu (histogram)

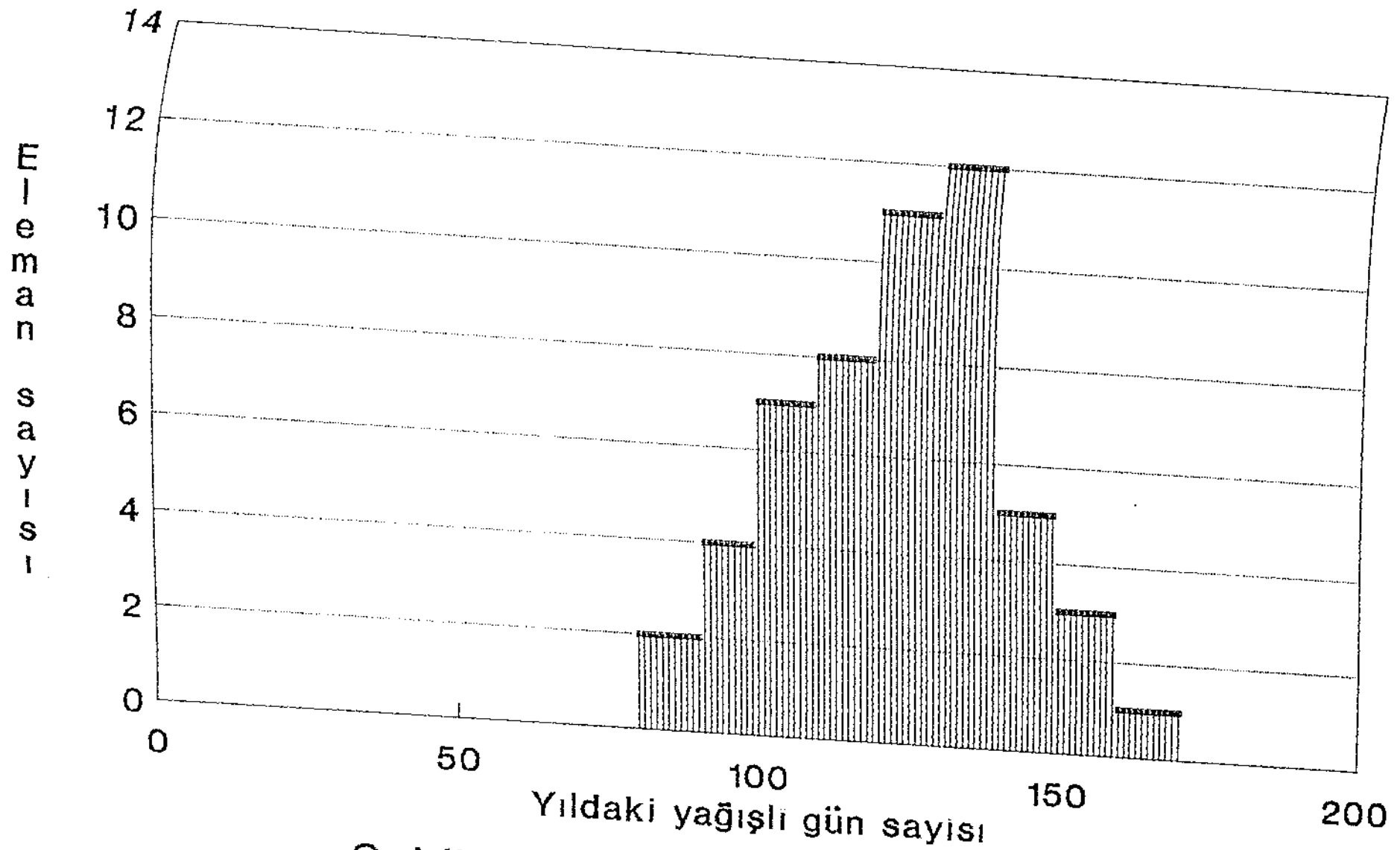
$i$ ' inci aralıktaki gözlem sayısı  $n_i$  ve verilerin toplam sayısı  $N$  olduğu kabul edilirse  $f_i = n_i / N$  olacaktır.

Her bir veri aralıkları için küçükten büyüğe doğru bu fonksiyonların ardışık olarak toplanmasıyla toplam frekanslar elde edilir. Yatay eksen yağışlı günlerin sayısını düşey eksen eleman sayısını gösterecek şekilde çizilen basamaklı grafiğe frekans kütle fonksiyonu (histogram) adı verilir. Muğla ve dolayısı için hazırlanan frekans kütle fonksiyonu (histogram) Şekil 21' de görülmektedir.

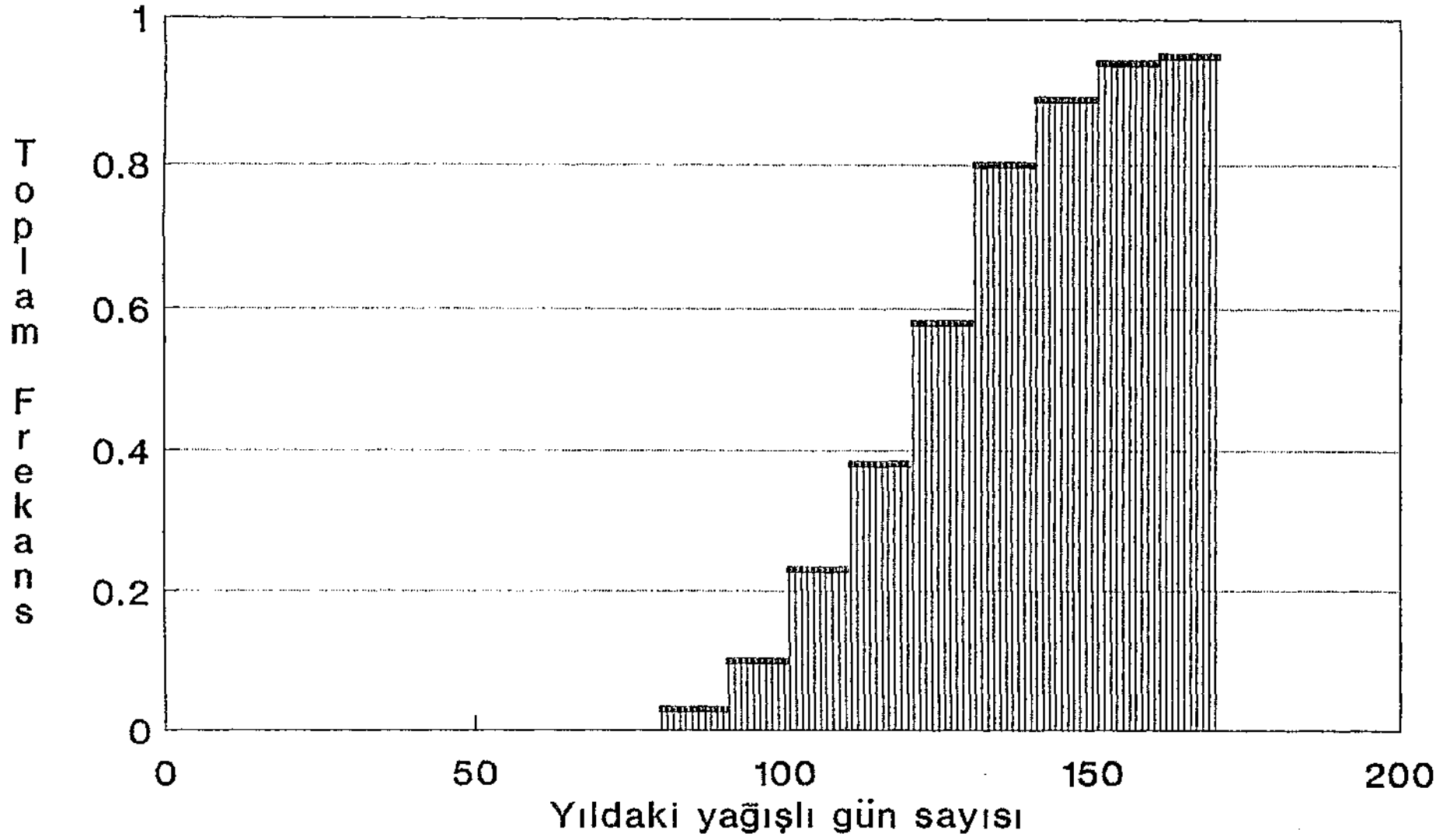
Dağılım fonksiyonu ise çizelgeden hesap edilmiş olan toplam frekans ve sınıf aralığı sütunlarının kullanılmasıyla çizilen basamaklı bir eğriden ibarettir Şekil 22 .

#### SICAKLIK VERİLERİNİN ANALİZİ

Aylık sıcaklık dağılımında Ağustos ayından Ocak ayına kadar sıcaklığın azaldığı, şubattan itibaren artmaya başlayan sıcaklığın Temmuz ayına kadar



Şekil 21. Muğla için yağışlı günlerin frekans kütle fonksiyonu



Şekil 22. Muğla yağışlı günlerin dağılım fonksiyonu

devam ettiği görülür. 1935-80 kayıtlarına göre en soğuk aylar Ocak ve Şubat ( $5.3$  ,  $6.3$  °C), en sıcak aylar ise Haziran, Temmuz ve Ağustos ( $22.5$  ,  $26.0$  ,  $25.7$  °C) dir. Yıllık ortalama sıcaklık  $14.9$  °C dir (Şekil 16).

Meteoroloji istasyonundan alınan verilere göre, en düşük sıcaklık  $-12.6$  °C ile Ocak ayına aittir. En yüksek sıcaklık  $41.2$  °C olup, 14 Ağustos 1960 da görülmüştür. Ortalama sıcaklık, maksimum sıcaklık, minimum sıcaklık istatistiki sıcaklık verileri Çizelge 5,6,7,8 de sunulmuştur.

Deniz seviyesinden 646 m yükseklikteki Muğla meteoroloji istasyonundan alınan sıcaklık, yağış ve nisbi nem verileri kullanılarak yorumlanan;

1. Termik rejim (max. , mim.)
2. Termik - Hidrolik rejim
3. Ortalama, aylık sıcaklık-bağıl nem

diyagramları Şekil 23, 24, 25 de sunulmuştur.

İnceleme altında potansiyel ve gerçek buharlaşma - terleme ile su bilançosunu hesaplamak için Muğla meteoroloji istasyonu verilerinden yararlanılmıştır. Değerlendirmeler ölçümlerin yapıldığı 1935-1980 dönemi ortalamaları gözönüne alınarak yapılmıştır. Muğla meteoroloji istasyonu 46 yıllık yağış, sıcaklık, güneşlenme radyasyonu, bağıl nem ve rüzgar hızı ortalamalarından yararlanılarak Penman, Serra, Turc ve Thornthwaite yöntemi ile potansiyel buharlaşma terleme değerleri hesaplanmıştır. Penman yöntemi ile hesaplanan potansiyel buharlaşma-terleme ve diğer meteorolojik elemanlar Çizelge 9' da sunulmuştur.

Ortalama yağışla (Port) Penman yöntemi ile hesaplanan potansiyel buharlaşma terleme (Pet) aylık değişimi tesbit edilmiştir (Şekil 26).

# Çizelge 5. Muğla meteoroloji istasyonunun ortalama sıcaklık verileri

ORTALAMA SICAKLIK

| İSTASYONUN ADI: MUĞLA   | OCAK | ŞUBAT | MART | NİSAN | MAYIS | HAZİRAN | TEMMUZ | AĞUSTOS | EYLÜL | KASIM | ARALIK |
|-------------------------|------|-------|------|-------|-------|---------|--------|---------|-------|-------|--------|
| GÖNLER                  |      |       |      |       |       |         |        |         |       |       |        |
| 1                       | 6.5  | 5.4   | 6.8  | 11.5  | 15.8  | 20.8    | 24.3   | 26.8    | 23.1  | 18.4  | 12.9   |
| 2                       | 6.2  | 5.8   | 6.8  | 11.6  | 15.3  | 20.9    | 24.7   | 26.6    | 23.1  | 18.6  | 12.7   |
| 3                       | 6.0  | 5.6   | 6.8  | 10.8  | 15.7  | 20.9    | 24.4   | 26.3    | 23.5  | 18.4  | 12.6   |
| 4                       | 5.7  | 5.4   | 6.8  | 11.1  | 15.8  | 20.4    | 24.5   | 26.2    | 23.3  | 18.4  | 12.7   |
| 5                       | 5.2  | 5.5   | 6.7  | 11.3  | 16.2  | 20.7    | 24.4   | 26.1    | 23.4  | 17.6  | 12.7   |
| 6                       | 5.1  | 5.8   | 7.1  | 11.5  | 16.3  | 20.6    | 24.8   | 26.5    | 23.3  | 17.4  | 12.7   |
| 7                       | 5.6  | 5.8   | 7.5  | 11.8  | 16.0  | 20.9    | 25.7   | 26.3    | 22.7  | 17.6  | 12.2   |
| 8                       | 5.9  | 5.3   | 7.7  | 11.6  | 16.1  | 20.8    | 25.9   | 26.2    | 22.2  | 17.5  | 12.1   |
| 9                       | 5.2  | 5.2   | 7.8  | 11.6  | 16.6  | 20.8    | 25.7   | 26.5    | 22.3  | 17.5  | 11.4   |
| 10                      | 5.0  | 5.8   | 7.8  | 11.5  | 16.7  | 21.3    | 25.4   | 26.3    | 22.1  | 17.0  | 11.9   |
| 1.10 GÜN :              | 5.6  | 5.6   | 7.2  | 11.4  | 16.0  | 20.7    | 25.0   | 26.4    | 22.9  | 17.9  | 12.4   |
| 11                      | 5.6  | 6.4   | 7.2  | 11.7  | 16.4  | 21.9    | 25.2   | 26.4    | 22.0  | 16.8  | 11.8   |
| 12                      | 5.7  | 6.5   | 7.5  | 11.9  | 16.1  | 22.2    | 25.3   | 26.2    | 22.1  | 16.4  | 12.0   |
| 13                      | 5.3  | 6.7   | 7.3  | 11.3  | 16.3  | 22.8    | 25.7   | 26.1    | 21.8  | 16.2  | 11.8   |
| 14                      | 4.9  | 6.8   | 7.7  | 11.7  | 16.5  | 23.0    | 25.8   | 26.3    | 21.8  | 15.9  | 11.5   |
| 15                      | 5.0  | 6.8   | 7.8  | 12.0  | 16.0  | 22.9    | 26.2   | 26.3    | 21.9  | 15.6  | 11.3   |
| 16                      | 5.4  | 6.8   | 7.9  | 11.6  | 16.4  | 22.9    | 26.7   | 26.4    | 22.0  | 15.7  | 11.0   |
| 17                      | 5.2  | 7.0   | 7.7  | 11.5  | 17.0  | 23.2    | 27.1   | 26.0    | 21.5  | 16.0  | 10.7   |
| 18                      | 5.2  | 6.8   | 7.9  | 12.4  | 17.4  | 23.1    | 26.9   | 25.4    | 21.5  | 15.7  | 10.4   |
| 19                      | 5.0  | 6.7   | 8.4  | 12.3  | 17.9  | 23.3    | 26.9   | 25.4    | 21.4  | 14.9  | 10.2   |
| 20                      | 4.9  | 6.9   | 8.8  | 12.7  | 18.5  | 23.1    | 26.7   | 25.3    | 21.2  | 14.6  | 9.9    |
| 2.10 GÜN :              | 5.2  | 6.7   | 7.8  | 11.9  | 16.9  | 22.8    | 26.2   | 26.0    | 21.7  | 15.8  | 11.1   |
| 21                      | 5.2  | 6.6   | 8.6  | 12.9  | 18.4  | 23.2    | 26.7   | 25.5    | 21.2  | 14.5  | 9.4    |
| 22                      | 5.0  | 6.0   | 9.2  | 13.4  | 18.8  | 23.4    | 26.6   | 25.2    | 20.4  | 14.5  | 9.0    |
| 23                      | 4.7  | 5.9   | 9.2  | 13.8  | 18.8  | 23.7    | 26.6   | 25.1    | 20.0  | 14.3  | 9.1    |
| 24                      | 4.7  | 6.2   | 9.4  | 13.8  | 19.0  | 24.2    | 26.4   | 25.1    | 20.2  | 14.2  | 8.9    |
| 25                      | 4.9  | 6.4   | 9.8  | 13.9  | 19.0  | 24.5    | 26.5   | 25.2    | 20.3  | 13.8  | 8.7    |
| 26                      | 5.4  | 6.8   | 9.7  | 14.0  | 19.1  | 24.6    | 26.4   | 25.1    | 19.6  | 13.7  | 8.4    |
| 27                      | 5.4  | 7.1   | 9.8  | 13.9  | 19.4  | 24.2    | 26.7   | 24.7    | 19.6  | 14.0  | 8.5    |
| 28                      | 5.3  | 7.0   | 10.0 | 14.3  | 19.4  | 24.3    | 26.9   | 24.5    | 19.2  | 13.8  | 8.6    |
| 29                      | 5.3  | 1.6   | 10.4 | 15.1  | 19.7  | 24.3    | 26.4   | 24.0    | 19.0  | 13.5  | 8.4    |
| 30                      | 5.5  | ***** | 10.7 | 15.4  | 19.9  | 24.4    | 26.5   | 23.7    | 18.5  | 13.6  | 8.5    |
| 31                      | 5.2  | ***** | 10.9 | ***** | 20.3  | *****   | 26.7   | 23.5    | ***** | 13.5  | *****  |
| 3.10 GÜN :              | 5.2  | 6.0   | 9.8  | 14.1  | 19.3  | 24.1    | 26.4   | 24.7    | 19.8  | 13.9  | 8.8    |
| AYLIK ORT :             | 5.3  | 6.1   | 8.3  | 12.5  | 17.4  | 22.9    | 25.4   | 25.7    | 21.5  | 15.9  | 10.8   |
| YILLIK ORTALAMA DEĞER : | 14.9 |       |      |       |       |         |        |         |       |       |        |

NOT: YILDIZ OLAN YERLERDE BİLGİ YOKTUR



# Çizelge 7. Muğla meteoroloji istasyonunun minimum sıcaklık verileri

| İSTASYONUN ADI: MUĞLA |     |       |     |      |     |      |     |      |     | SICAKLIK |     |      |     |      |     |      |     |      |     | RAŞAT SORESİ: 1935-1980 (46) |     |      |     |      |     |      |     |      |     |
|-----------------------|-----|-------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|----------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------------------------------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|
| ÜÇK                   |     |       |     |      |     |      |     |      |     | KASIM    |     |      |     |      |     |      |     |      |     | ARALIK                       |     |      |     |      |     |      |     |      |     |
| GÜNLER                | YIL | YIL   | YIL | YIL  | YIL | YIL  | YIL | YIL  | YIL | YIL      | YIL | YIL  | YIL | YIL  | YIL | YIL  | YIL | YIL  | YIL | YIL                          | YIL | YIL  | YIL | YIL  | YIL | YIL  | YIL | YIL  | YIL |
| 1                     | 42  | -7.0  | 47  | -4.7 | 61  | -6.4 | 48  | -1.0 | 58  | 4.2      | 43  | 8.0  | 79  | 12.7 | 55  | 15.9 | 78  | 12.3 | 70  | 3.9                          | 65  | 1.7  | 53  | -4.2 | 53  | -4.2 | 53  | -4.2 | 53  |
| 2                     | 42  | -11.0 | 74  | -5.8 | 80  | -6.2 | 49  | 0.0  | 44  | 4.4      | 53  | 7.3  | 49  | 14.5 | 48  | 14.2 | 40  | 8.8  | 70  | 4.3                          | 73  | -1.0 | 55  | -3.0 | 55  | -3.0 | 55  | -3.0 | 55  |
| 3                     | 42  | -11.8 | 60  | -6.9 | 77  | -3.7 | 63  | 0.2  | 44  | 2.4      | 53  | 8.4  | 75  | 11.8 | 65  | 14.9 | 40  | 9.7  | 77  | 5.1                          | 73  | -0.2 | 55  | -3.9 | 55  | -3.9 | 55  | -3.9 | 55  |
| 4                     | 42  | -12.6 | 50  | -7.9 | 40  | -5.6 | 44  | -1.0 | 44  | 2.4      | 54  | 9.5  | 62  | 11.8 | 56  | 13.9 | 76  | 11.7 | 59  | 5.4                          | 73  | 0.2  | 41  | -8.4 | 41  | -8.4 | 41  | -8.4 | 41  |
| 5                     | 42  | -11.6 | 50  | -9.4 | 43  | -5.3 | 49  | -1.1 | 44  | 2.3      | 80  | 8.6  | 62  | 13.3 | 40  | 14.3 | 41  | 10.6 | 54  | 5.4                          | 73  | -0.3 | 63  | -1.9 | 63  | -1.9 | 63  | -1.9 | 63  |
| 6                     | 42  | -10.4 | 50  | -8.4 | 43  | -6.0 | 43  | -1.4 | 44  | 5.3      | 66  | 9.0  | 36  | 13.4 | 40  | 15.0 | 41  | 11.3 | 77  | 2.9                          | 73  | -1.1 | 77  | -4.0 | 77  | -4.0 | 77  | -4.0 | 77  |
| 7                     | 37  | -5.0  | 50  | -7.7 | 53  | -5.1 | 43  | -1.4 | 54  | 4.7      | 62  | 8.8  | 75  | 13.8 | 76  | 13.3 | 80  | 11.7 | 77  | 4.3                          | 73  | 0.0  | 41  | -4.2 | 41  | -4.2 | 41  | -4.2 | 41  |
| 8                     | 52  | -3.8  | 49  | -6.2 | 53  | -4.0 | 55  | 2.0  | 65  | 5.0      | 80  | 8.7  | 55  | 14.2 | 68  | 16.0 | 53  | 9.9  | 71  | 4.3                          | 56  | 0.0  | 41  | -5.4 | 41  | -5.4 | 41  | -5.4 | 41  |
| 9                     | 65  | -4.7  | 76  | -9.9 | 67  | -2.2 | 55  | 0.0  | 57  | 2.0      | 75  | 7.7  | 48  | 15.7 | 68  | 14.1 | 53  | 8.6  | 45  | 5.0                          | 56  | -2.9 | 57  | -3.7 | 57  | -3.7 | 57  | -3.7 | 57  |
| 10                    | 66  | -4.7  | 75  | -6.2 | 40  | -4.8 | 56  | -1.6 | 57  | 3.2      | 67  | 10.0 | 79  | 13.6 | 35  | 13.2 | 53  | 8.5  | 51  | 6.1                          | 56  | -1.4 | 56  | -4.6 | 56  | -4.6 | 56  | -4.6 | 56  |
| 1-10 GÜN              | 42  | -12.6 | 76  | -9.9 | 61  | -6.4 | 65  | -2.2 | 57  | 2.0      | 53  | 7.3  | 64  | 11.8 | 35  | 13.2 | 53  | 8.5  | 77  | 2.9                          | 56  | -2.9 | 41  | -8.4 | 41  | -8.4 | 41  | -8.4 | 41  |
| 11                    | 52  | -5.9  | 76  | -6.3 | 49  | -4.0 | 56  | -0.6 | 53  | 4.4      | 39  | 10.0 | 64  | 13.1 | 42  | 15.3 | 53  | 8.4  | 60  | 7.7                          | 47  | -0.5 | 56  | -3.2 | 56  | -3.2 | 56  | -3.2 | 56  |
| 12                    | 50  | -5.0  | 52  | -3.8 | 49  | -4.2 | 69  | -2.3 | 53  | 6.4      | 59  | 9.6  | 50  | 12.4 | 74  | 14.1 | 58  | 10.1 | 45  | 4.9                          | 52  | 0.5  | 42  | -3.0 | 42  | -3.0 | 42  | -3.0 | 42  |
| 13                    | 54  | -11.0 | 36  | -6.0 | 45  | -5.4 | 56  | 1.4  | 72  | 6.8      | 42  | 8.7  | 56  | 13.5 | 56  | 13.8 | 58  | 9.1  | 48  | 3.0                          | 78  | 0.0  | 72  | -2.4 | 72  | -2.4 | 72  | -2.4 | 72  |
| 14                    | 50  | -8.5  | 71  | -5.4 | 71  | -5.4 | 41  | -0.9 | 80  | 5.0      | 74  | 9.0  | 69  | 13.7 | 50  | 12.2 | 41  | 10.4 | 48  | 1.0                          | 48  | -1.0 | 51  | -3.0 | 51  | -3.0 | 51  | -3.0 | 51  |
| 15                    | 68  | -9.3  | 67  | -3.8 | 68  | -4.2 | 47  | 0.1  | 80  | 4.4      | 39  | 11.6 | 69  | 13.0 | 79  | 14.6 | 36  | 9.8  | 41  | 1.4                          | 48  | -1.7 | 51  | -5.0 | 51  | -5.0 | 51  | -5.0 | 51  |
| 16                    | 73  | -9.2  | 46  | -4.4 | 53  | -2.8 | 79  | 1.5  | 51  | 6.1      | 39  | 11.4 | 47  | 14.2 | 38  | 14.0 | 49  | 10.9 | 41  | 1.4                          | 48  | -3.6 | 51  | -6.0 | 51  | -6.0 | 51  | -6.0 | 51  |
| 17                    | 64  | -6.5  | 46  | -6.4 | 52  | -3.7 | 71  | 0.4  | 65  | 6.2      | 58  | 11.4 | 72  | 12.8 | 55  | 14.9 | 59  | 8.6  | 61  | 3.7                          | 78  | -2.8 | 51  | -5.3 | 51  | -5.3 | 51  | -5.3 | 51  |
| 18                    | 64  | -10.9 | 67  | -6.2 | 52  | -2.8 | 77  | 0.4  | 57  | 5.7      | 40  | 10.7 | 61  | 14.4 | 49  | 12.8 | 64  | 9.1  | 50  | 2.2                          | 53  | -1.6 | 53  | -3.9 | 53  | -3.9 | 53  | -3.9 | 53  |
| 19                    | 64  | -8.9  | 67  | -4.7 | 63  | -2.8 | 49  | -1.0 | 52  | 5.7      | 40  | 10.7 | 61  | 14.4 | 49  | 12.8 | 64  | 9.1  | 50  | 2.2                          | 53  | -1.6 | 53  | -3.9 | 53  | -3.9 | 53  | -3.9 | 53  |
| 20                    | 67  | -7.3  | 62  | -4.5 | 77  | -1.0 | 49  | 0.5  | 52  | 6.8      | 73  | 12.1 | 70  | 14.2 | 68  | 13.4 | 65  | 7.7  | 77  | 0.4                          | 53  | -1.6 | 53  | -3.1 | 53  | -3.1 | 53  | -3.1 | 53  |
| 2-10 GÜN              | 54  | -11.0 | 46  | -6.4 | 71  | -5.6 | 69  | -2.3 | 80  | 4.4      | 62  | 8.7  | 50  | 12.4 | 50  | 12.2 | 65  | 7.7  | 77  | 0.4                          | 48  | -3.6 | 51  | -6.0 | 51  | -6.0 | 51  | -6.0 | 51  |
| 21                    | 61  | -8.3  | 59  | -4.9 | 52  | -1.1 | 67  | 1.4  | 40  | 1.0      | 43  | 11.9 | 76  | 14.6 | 49  | 10.9 | 53  | 9.8  | 72  | 0.4                          | 45  | -1.4 | 53  | -7.1 | 53  | -7.1 | 53  | -7.1 | 53  |
| 22                    | 67  | -7.0  | 68  | -4.2 | 53  | -2.5 | 55  | 1.4  | 41  | 5.6      | 56  | 12.4 | 49  | 13.8 | 49  | 13.1 | 56  | 9.0  | 47  | 0.8                          | 61  | -4.1 | 67  | -7.4 | 67  | -7.4 | 67  | -7.4 | 67  |
| 23                    | 47  | -6.0  | 45  | -5.8 | 42  | -4.4 | 73  | 1.7  | 49  | 4.2      | 60  | 10.8 | 49  | 13.4 | 40  | 12.4 | 64  | 7.8  | 47  | 1.4                          | 61  | -2.6 | 67  | -6.4 | 67  | -6.4 | 67  | -6.4 | 67  |
| 24                    | 74  | -6.7  | 45  | -6.8 | 58  | -1.6 | 80  | 1.8  | 55  | 7.3      | 56  | 9.6  | 48  | 13.3 | 49  | 12.1 | 64  | 6.2  | 47  | 0.1                          | 61  | -2.3 | 48  | -3.5 | 48  | -3.5 | 48  | -3.5 | 48  |
| 25                    | 42  | -8.2  | 38  | -6.2 | 53  | -1.9 | 51  | 1.2  | 70  | 7.9      | 47  | 12.9 | 51  | 10.5 | 54  | 13.2 | 59  | 7.1  | 47  | 1.4                          | 73  | -3.2 | 37  | -5.0 | 37  | -5.0 | 37  | -5.0 | 37  |
| 26                    | 64  | -5.5  | 38  | -5.0 | 67  | -2.1 | 80  | 2.4  | 70  | 7.4      | 52  | 12.3 | 66  | 14.7 | 65  | 13.5 | 51  | 7.9  | 47  | 2.6                          | 48  | -5.0 | 37  | -4.4 | 37  | -4.4 | 37  | -4.4 | 37  |
| 27                    | 50  | -5.7  | 48  | -4.4 | 67  | -2.9 | 67  | 3.4  | 70  | 1.1      | 52  | 11.0 | 60  | 14.7 | 72  | 13.0 | 41  | 9.0  | 71  | 2.3                          | 48  | -7.0 | 41  | -4.4 | 41  | -4.4 | 41  | -4.4 | 41  |
| 28                    | 69  | -6.6  | 41  | -5.3 | 75  | -0.7 | 75  | 3.4  | 44  | 6.8      | 48  | 11.8 | 51  | 14.4 | 65  | 10.9 | 56  | 6.4  | 65  | 0.6                          | 48  | -6.3 | 41  | -7.6 | 41  | -7.6 | 41  | -7.6 | 41  |
| 29                    | 43  | -6.9  | 48  | -4.6 | 44  | -2.6 | 48  | 2.4  | 70  | 5.6      | 69  | 12.0 | 51  | 12.8 | 69  | 11.7 | 60  | 6.8  | 65  | 1.6                          | 48  | -6.2 | 48  | -7.8 | 48  | -7.8 | 48  | -7.8 | 48  |
| 30                    | 46  | -7.2  | 35  | -6.6 | 44  | -2.2 | 48  | 3.4  | 60  | 8.4      | 52  | 12.5 | 76  | 13.4 | 65  | 11.4 | 70  | 5.8  | 65  | 1.3                          | 53  | -5.2 | 48  | -6.2 | 48  | -6.2 | 48  | -6.2 | 48  |
| 31                    | 56  | -6.8  | 35  | -6.6 | 38  | -0.9 | 35  | -6.6 | 66  | 9.6      | 39  | -6.6 | 76  | 15.0 | 60  | 12.4 | 33  | ++   | 65  | 2.1                          | 35  | ++   | 41  | -8.2 | 41  | -8.2 | 41  | -8.2 | 41  |
| 3-10 GÜN              | 61  | -8.3  | 45  | -6.8 | 42  | -4.4 | 51  | 1.2  | 70  | 5.6      | 56  | 9.6  | 51  | 10.5 | 65  | 10.9 | 70  | 5.8  | 47  | 0.1                          | 48  | -7.0 | 67  | -8.4 | 67  | -8.4 | 67  | -8.4 | 67  |
| AYLIK MİNİMUM DEĞERİ  | 42  | -12.6 | 76  | -9.9 | 61  | -6.4 | 69  | -2.3 | 57  | 2.0      | 53  | 7.3  | 51  | 10.5 | 65  | 10.9 | 70  | 5.8  | 47  | 0.1                          | 48  | -7.0 | 67  | -8.4 | 67  | -8.4 | 67  | -8.4 | 67  |

YILLIK MİNİMUM DEĞERİ: 4 1 1942 -12.4

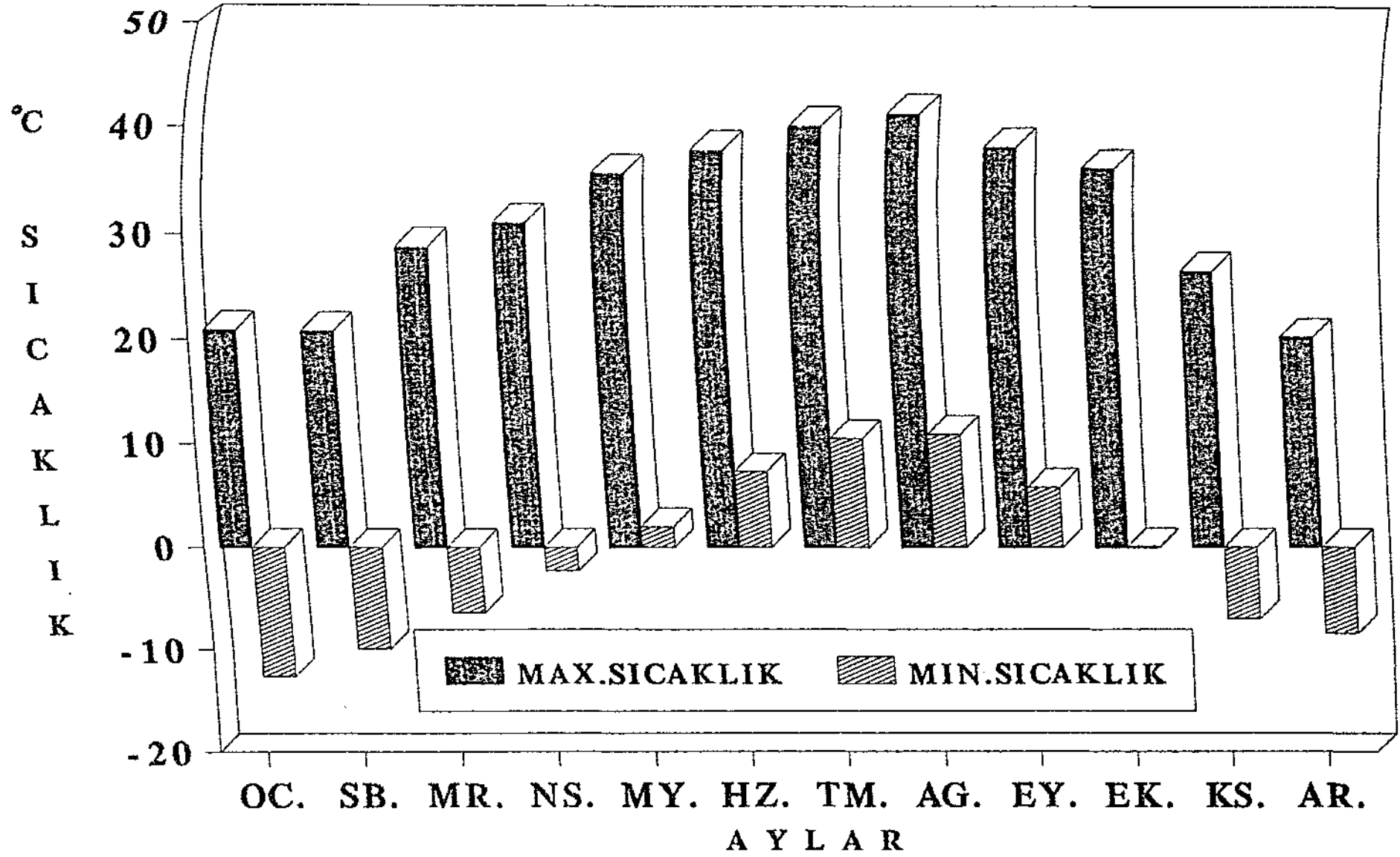
NOT: YILDIZ OLAN YERLERDE GÜLGİ YOKTUR

# Çizelge 8. Muğla meteoroloji istasyonunun istatistikî sıcaklık verileri

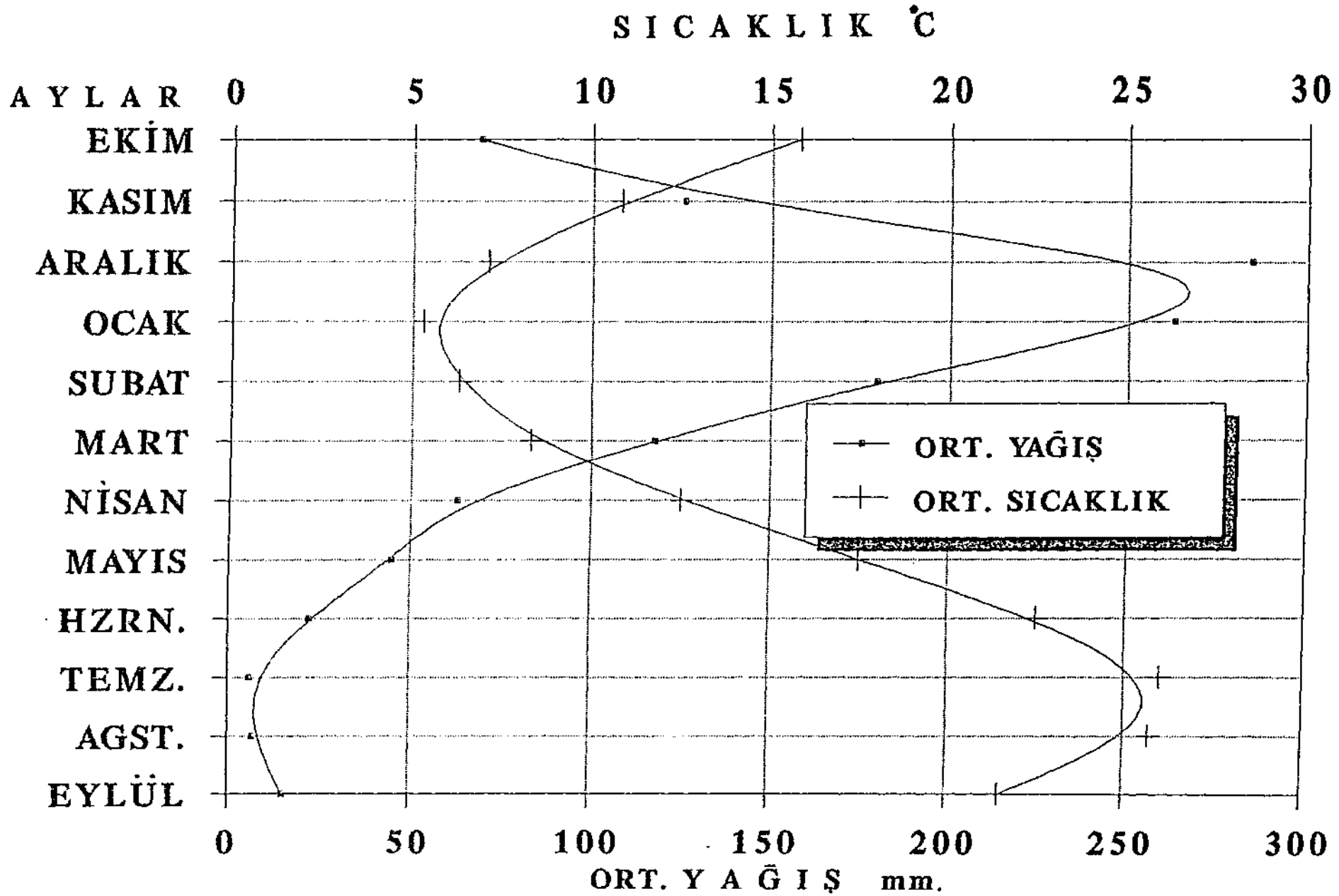
STASYON ADI: MUĞLA  
STASYON YÜKSEKLİĞİ: 646 M

ENLEM DEREJESİ: 37 13  
BOYLAM DEREJESİ: 28 22  
RASAT SÜRESİ: 1935-1980 (46)

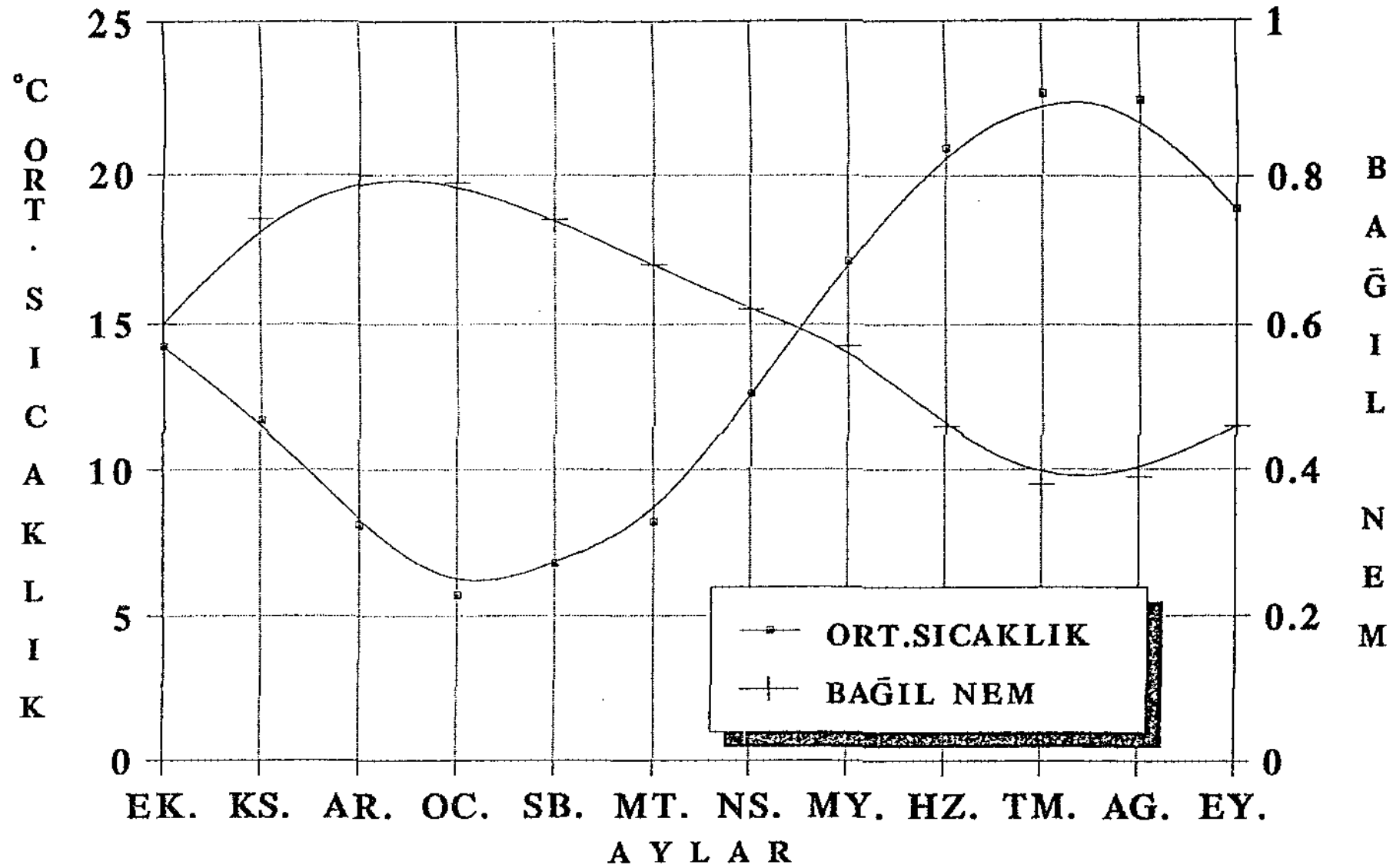
| METEOROLOJİK ELEMANIN ADI                      | A Y L A R |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | YILLIK  |
|------------------------------------------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
|                                                | 1         | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    |         |
| ORTALAMA SICAKLIK                              | 5.3       | 6.3   | 8.3   | 12.5  | 17.5  | 22.5  | 26.0  | 25.7  | 21.5  | 15.8  | 10.8  | 7.1   | 14.9    |
| ORTALAMA SICAKLIĞIN>5.0 OLDUĞU GÜNLER SAYISI   | 17.8      | 20.2  | 26.5  | 29.8  | 31.0  | 30.0  | 31.0  | 31.0  | 30.0  | 31.0  | 28.3  | 23.2  | 329.8   |
| ORTALAMA SICAKLIĞIN>10.0 OLDUĞU GÜNLER SAYISI  | 1.6       | 2.6   | 9.3   | 22.9  | 30.6  | 30.0  | 31.0  | 31.0  | 30.0  | 30.2  | 19.9  | 5.7   | 244.8   |
| EN YÜKSEK SICAKLIK                             | 20.9      | 20.6  | 28.8  | 31.0  | 35.6  | 37.8  | 40.0  | 41.2  | 38.1  | 36.1  | 26.6  | 20.3  | 41.2    |
| EN YÜKSEK SICAKLIĞIN TARİHİ                    | 5.71      | 19.60 | 31.52 | 30.70 | 26.45 | 20.42 | 20.73 | 14.60 | 9.52  | 1.43  | 14.61 | 23.63 | 14.8.60 |
| EN YÜKSEK SICAKLIĞIN>30.0 OLDUĞU GÜNLER SAYISI | 0.0       | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 2.5   | 13.2  | 26.6  | 26.4  | 11.3  | 1.3   | 0.0   | 0.0   | 81.3    |
| EN YÜKSEK SICAKLIĞIN>25.0 OLDUĞU GÜNLER SAYISI | 0.0       | 0.0   | 0.1   | 2.1   | 12.5  | 26.2  | 30.8  | 30.8  | 25.9  | 9.2   | 0.2   | 0.0   | 138.0   |
| EN YÜKSEK SICAKLIĞIN<0 OLDUĞU GÜNLER SAYISI    | 0.3       | 0.1   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.4     |
| EN DÜŞÜK SICAKLIK                              | -12.6     | -9.9  | -6.4  | -2.3  | 2.0   | 7.3   | 10.5  | 10.9  | 5.8   | 0.1   | -7.0  | -8.4  | -12.6   |
| EN DÜŞÜK SICAKLIĞIN TARİHİ                     | 4.42      | 9.76  | 1.61  | 12.69 | 9.57  | 2.53  | 25.51 | 21.49 | 30.70 | 24.47 | 27.48 | 4.41  | 4.1.42  |
| EN DÜŞÜK SICAKLIĞIN<0 OLDUĞU GÜNLER SAYISI     | 10.9      | 7.5   | 5.3   | 0.3   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 2.1   | 7.4   | 33.6    |
| EN DÜŞÜK SICAKLIĞIN<-1.0 OLDUĞU GÜNLER SAYISI  | 8.1       | 5.9   | 3.5   | 0.2   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 1.3   | 5.2   | 24.1    |
| EN DÜŞÜK SICAKLIĞIN<-2.0 OLDUĞU GÜNLER SAYISI  | 5.6       | 3.8   | 2.1   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.7   | 3.3   | 15.6    |
| EN DÜŞÜK SICAKLIĞIN<-3.0 OLDUĞU GÜNLER SAYISI  | 3.8       | 2.5   | 0.9   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.4   | 1.8   | 9.5     |
| EN DÜŞÜK SICAKLIĞIN<-4.0 OLDUĞU GÜNLER SAYISI  | 2.5       | 1.4   | 0.5   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.2   | 1.0   | 5.6     |
| EN DÜŞÜK SICAKLIĞIN<-5.0 OLDUĞU GÜNLER SAYISI  | 1.5       | 0.8   | 0.2   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.2   | 0.5   | 3.3     |
| EN DÜŞÜK SICAKLIĞIN<-10.0 OLDUĞU GÜNLER SAYISI | 0.2       | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.2     |
| EN DÜŞÜK SICAKLIĞIN>10.0 OLDUĞU GÜNLER SAYISI  | 0.1       | 0.1   | 0.6   | 4.7   | 20.1  | 29.5  | 31.0  | 31.0  | 28.5  | 18.2  | 4.5   | 1.4   | 167.8   |
| EN DÜŞÜK SICAKLIĞIN>20.0 OLDUĞU GÜNLER SAYISI  | 0.0       | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.1   | 2.5   | 13.0  | 12.6  | 1.7   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 29.9    |



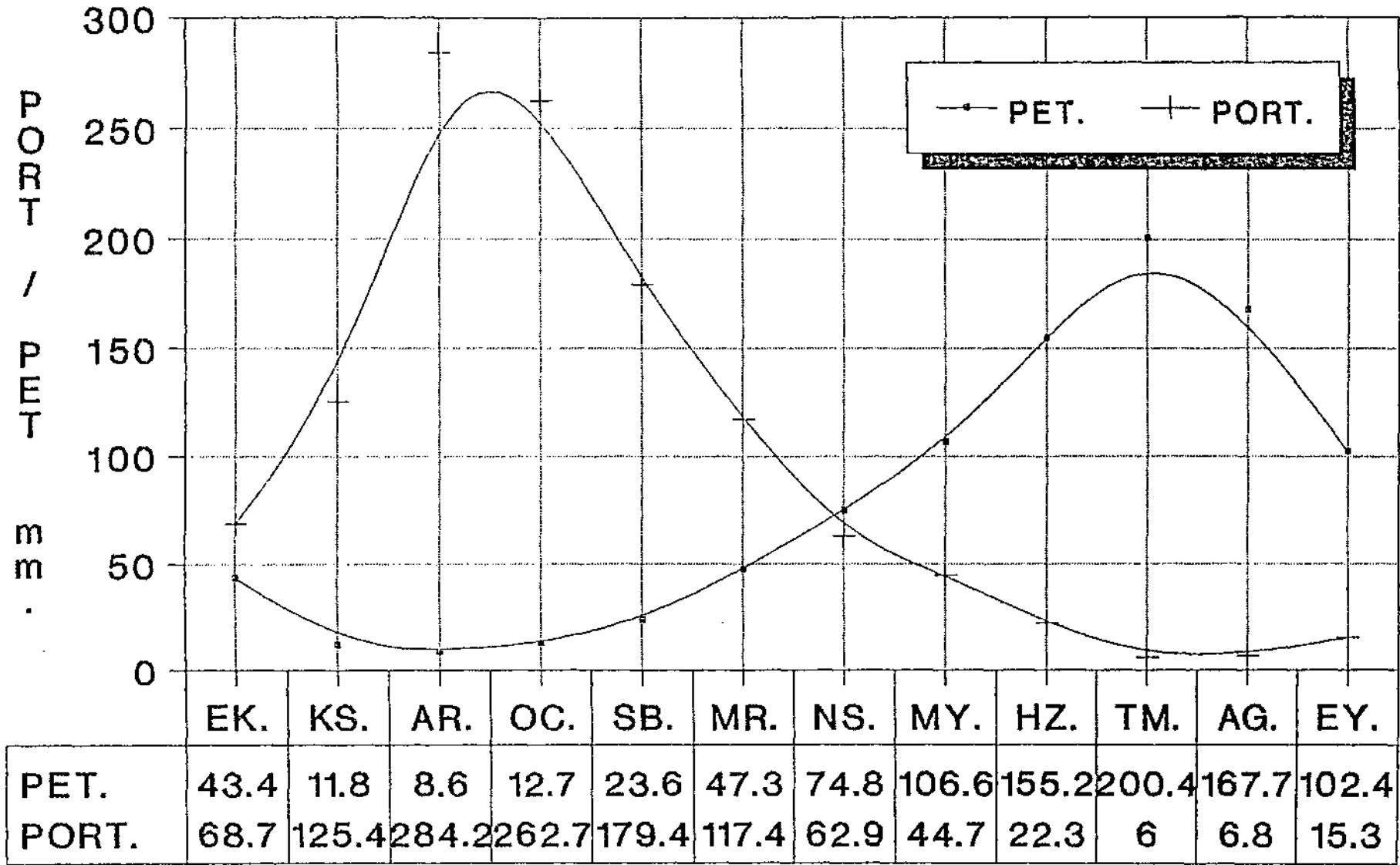
Şekil 23. Muğla sıcaklık diyagramı



**Şekil 24. Muğla sıcaklık-yağış diyagramı**



Şekil 25. Muğla ortalama sıcaklık ve nisbi nem diyagramı



Şekil 26. Muğla Yağış PET değişim  
Grafiği

## BUHARLAŞMA

Doğadaki suyun hidrolojik sirkülasyonun en önemli bir elemanı olan buharlaşma, yer yüzünden sıvı ve katı şeklinde bulunan suyun meteorolojik etkenler sebebiyle atmosfere gaz halinde dönüşüne denir.

### *Buharlaşma çeşitleri*

Su düzeyinden olan kayıplara buharlaşma (Evaporasyon), bitkilerden oluşan kayıplara terleme (Transpirasyon) denilmektedir. Her iki kayıplara ise buharlaşma-terleme (Evapotranspirasyon) denir.

Buharlaşma yüzeylerine göre dört grupta incelenebilir.

- 1- Su yüzeyinden ve araziden buharlaşma
- 2- Yağış yere ulaşmadan, yağıştan olan buharlaşma
- 3- Yüzey akışından buharlaşma
- 4- Yeraltısuyundan buharlaşma

Denizler, göller akarsular, nemli topraklar, karlı ve buzlu araziler, ormanlar ve bitki örtülü araziler daima buharlaşmayı oluşturur.

Büyük su birikintilerinde buharlaşmanın miktarı bu suların derinlik ve genişliği ile ilgilidir. Derinliği az ve küçük su birikintilerinde buharlaşma oranı havanın durumuna göre çabuk değişmesine rağmen çok derin ve büyük su birikintilerinde bunun tam tersi durumundadır. Genel olarak su yüzeyden buharlaşan su oranı aynı yıl içerisinde bu yüzeyin yağmurla elde ettiği su oranından daha fazladır. Ayrıca buharlaşma büyük su birikintilerinde suyun kalitesini de etkilemektedir. Tatlı sulardaki buharlaşma oranı, tuzlu sulardaki buharlaşma oranından daha büyük değerlere sahiptir.

Karasal yüzeylerde oluşan buharlaşma, serbest su yüzeylerindeki buharlaşmadan farklıdır. Serbest su yüzeylerinde buharlaşma için gerekli su bazen bol bulunur, bazende bulunmayabilir. Buna bağlı olarak buharlaşma oranında azalır veya çoğalır. Ayrıca toprağın cinsine, eğimine, yağış miktarına ve yeraltısuyu ile ilişkisine göre de buharlaşma değişimler gösterebilir.

Karlı ve buzlu yüzeylerdeki buharlaşma; kar ve buzun önce sıvı hale, sonra buhar hale gelmesi şeklinde iki aşamada oluşur. Bu yüzeylerde buharlaşma miktarı, diğer buharlaşma yüzeylerine göre, önemsizdir.

Bitki örtülü arazilerdeki buharlaşmanın çıplak arazideki buharlaşmadan farkı, bitkiler tarafından oluşturulan terleme kayıplarında kapsamasıdır. Burada havanın nemi, rüzgarın hızı, güneşleme süresi, buharlaşma için etkin faktörlerdir.

### *Buharlaşmaya etkiyen parametreler*

- 1- Meteorolojik parametreler
- 2- Coğrafik ve topografik parametreler
- 3- Suyun kalitesi ile ilgili parametreler

#### *1- Meteorolojik parametreler*

Meteorolojik parametreler şöyle sıralanabilir.

a) Hava buhar basıncı farkları : Suyu; birim zamanda terkeden moleküllerin buhar basıncına bağlı olduğu gibi, havadan, birim zamanda suya giren moleküllerin sayısında buhar basıncına bağlıdır.

b) Sıcaklık yükselmesi : Sıcaklık yükseldikçe su moleküllerinin kinetik enerjileri artar, buna bağlı olarak buharlaşmada artma olur. Buharlaşma ortamda devamlı sıcaklık kaybına neden olduğundan su soğumaya başlar ve buharlaşma azalır.

c) Rüzgar hızı : Rüzgarın serbest su yüzeyleri ile teması b uharlaşmaya neden olur. Rüzgar hızı arttıkça buharlaşma da artar.

d) Hava basıncının artması : Basıncın artması birim hacimdeki molokjül sayısını arttıracığından ve sudan havaya dönen moleküllerin, hava moleküllerine çarpıp tekrar suya düşmelerinden dolayı buharlaşmada azalma görülür.

e) Güneş radyasyonu : Güneş radyasyonunun su yüzeylerine getirdiği enerji buharlaşmayı artırır. Bu enerji mevsime, günün saatlerine, yüksekliğe, enleme ve yöne göre değişeceğinden buharlaşmada aynı koşullara göre değişimler gösterir.

## 2- Coğrafik ve topografik parametreler

a) Enlem : Ekvatodan kutuplara gidildikçe, serbest ve su yüzeyinden olan buharlaşmada azalma görülür.

b) Yükseklik : Diğer etkenler değişmediği zaman; yükseklik artışı buharlaşmayı da arttıracaktır. Çünkü atmosferik basınç; yükseklik arttıkça azalma gösterir. Fakat bu azalış, hava basıncının azalması ile oluşan buharlaşmadan çok az olacağından toplam buharlaşma çoğalmış gözükcektir.

c) Yönelim : Güneşe bakan yamaçlardaki suların buharlaşması diğer yönlerde bakan suların buharlaşmalarından fazladır.

## 3- Suyun kalitesi ile ilgili parametreler

a) Tuzluluk : Tuzluluk oranı suda ne kadar çoğalma gösterirse buharlaşmada o kadar azalma görülür.

b) Bulanıklık : Bulanıklığın suyun buharlaşmasına etkisi azdır.

## TERLEME

Bitkiler yaşamları için gereken suyu; kökleri ile zeminden aldıktan sonra yaprakları ile havaya buhar halinde verirler, bu olaya terleme denir. Terleme gündüz olan bir biyolojik olaydır. Gerçek terlemenin belirlenmesi çok güçtür.

### *Terlemeye etki eden faktörler*

*a) Fiziksel etmenler* : Atmosferin buharlaştırma gücü, meteorolojik etkenlere ve zemin nemine bağlıdır. Genel olarak buharlaşmanın bağlı olduğu tüm etmenlere bağlıdır.

*b) Fizyolojik etmenler* : Bitki çeşidine, yaprağın gelişimine, bitki yaşına ve bitki kökünün derinliğine bağlıdır.

## BUHARLAŞMA TERLEME

Buharlaşma terleme, yağış sularının, değişik etmenlerle buharlaşıp tekrar atmosfere dönmesi olayı için kullanılan bir terimdir. Bitki örtüsü ile kaplı zemin, iklim koşullarına bağlı olarak, özellikle sıcaklığın etkisi ile buharlaşma terleme gerekli suyun, zemin suu veya yağış tarafından karşılanmasına potansiyel-terleme (Etp) denir. Fakat yağış ve zemin suyu Etp ye gereken su miktarının tümünü her zaman karşılayamayabilir. Bu durumda zemin suyu ve yağışın Etp ye verebileceği su miktarına gerçek buharlaşma terleme (Etr) denir. Yağışın etkisi olmadan zeminin Etp ye verebileceği su miktarına zemin yedeği veya su fazlası denir. Eğer yağış ve zemin suyu Etp ye eşit veya Etp den büyük ise  $Etp = Etr$  olur.

Yağış fazlasının bir kısmı yer altına süzülerek akiferi besler, diğer kalan kısmı ise yüzey sularını oluştururlar. Yağış ve zemin suyu potansiyeli Etp yi karşılamıyorsa su açığı *déficite agricol* ortaya çıkar. Bitkilerin gelişmesi için zeminde bulunması gerekli en az su miktarına solma noktası böylece

tarım su açığının belirmesi ile terleme yavaşlar, eğer bu eksiklik solma noktasına erişirse, bitkilerde gelişme durur. Buharlaştırma-terleme, suyun devrinde önemli bir yer tutar. Karalara düşen yağışların yaklaşık %75 i buharlaştırma-terleme ile tekrar atmosfere döner. Hidrojeolojik bilançoda yağışların ne oranda kayıba uğradığı önemli olduğu için bitkilerin terlemesi ve zeminden doğrudan buharlaştırma beraber hesabedilir.

### BUHARLAŞMA TERLEMENİN SAPTANMASI

Geniş havzaların hidrojeolojik incelemelerinde buharlaştırma terlemenin doğrudan saptanması çok zordur. Yüzlerce km<sup>2</sup> lik bitki örtüsü zemin yapısı iklim koşulları gibi etkenler zaman ve değişik noktalara göre farklılık göstermeleri, buharlaştırma terlemenin saptanmasını dahada zorlaştırır. Bu nedenle buharlaştırma terleme hesabı için birçok yaklaşık bağıntılar ileri sürülmüştür. Bu yöntemler iki kısma ayrılır. Birinci gruptaki yöntemler meteorolojik verilere (sıcaklık, yağış, rüzgar vb.) ve bitkiler için gerekli su miktarının saptanması gibi etkenlere ; diğeri ise araziden doğrudan buharlaştırma terleme ölçümlerine dayanır

Meteoroloji verilerine dayalı hesaplamalar çok değişik boyutlarla yapılmaktadır. Bu bölümde havza hidrojeoloji incelemelerinde sık kullanılan meteoroloji verilerine dayalı buharlaştırma terleme yöntemleri sunulacaktır.

#### *Thornthwaite Yöntemi*

Bu yöntemde önce potansiyel buharlaştırma terleme (Etp) daha sonra gerçek buharlaştırma terleme (Etr) hesaplanabilir.

Thornthwaite buharlaştırma terlemenin hesabı için aşağıdaki bağıntıyı vermiştir.

$$E_{tp} = 1.6 (10t / I)^a$$

$$Etp = 1.6 (10t / D)$$

$Etp$  = Aylık brüt potansiyel buharlaşma-terleme (mm)

$t$  = Aylık ortalama sıcaklık (°C)

$I$  ve  $a$  = Sıcaklığın ( $t$ ) fonksiyonudur.  $I$  sıcaklık endeksidir ve 12 ayın endeksleri toplamına eşittir. Aylık endeks ( $i$ ) şu bağıntı ile hesap edilir.

1.514

$$i = (t / 5)$$

$a$  değeri ise ;

$$a = 6.75 \times 10^{-7} I^3 - 7.71 \times 10^{-5} I^2 + 1.7921 \times 10^{-2} I + 49.293 \times 10^{-2}$$

Oniki 'ayın  $i$  indeksleri toplanarak sıcaklık endeksi ( $I$ ) bulunur. Muğla havzası için  $I$  değeri 61.84,  $a$  değeri ise 1.58 olarak bulunur. Çizelge 10' da potansiyel buharlaşma ( $Ept$ ) ve gerçek buharlaşma terleme ( $Etr$ ) değerleri sunulmuştur.

Aylık yağış miktarı  $Etp$  den fazla ise  $Etp = Etr$  olur. Fazla yağışın bir kısmı yeraltına süzülerek akiferi besler, diğer bir kısmı ise yüzeysularını meydana getirir. Muğla meteoroloji istasyonu verilerine göre Thornthwaite yöntemiyle hazırlanmış su bilançosu Çizelge 10' da Ekim, Kasım, Aralık Ocak Şubat ve Mart aylarında  $Etp = Etr$  olduğu görülür.

Aylık yağış miktarı  $Etp$  den az ise, yağış  $Etp$  yi karşılamadığından su fazlası (zemin yedeği) bu açığı kapatır. Şekil 10'da Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında gerçek buharlaşma terleme yağış ile su fazlası toplamına eşit olacaktır. Bu aylarda su fazlası tükendiğinden gerçek buharlaşma terleme yağışa eşit olur.

### Serra Yöntemi

1.514

Bu yöntemde Thornthwaite bağıntısı basitleştirilerek  $i = (t / 5)$  yerine

$$i = (t / 5)^{3/2} \quad \text{ve} \quad a = (1.6 / 100) I + 0.5$$

olarak kabul edilmiş ve genel bağıntıda değişiklik yapılmayarak

$$E_{tp} = 1.6 (10t / I)^a \quad \text{olarak verilmiştir.}$$

Serra, serbest havadaki buharlaşmanın Dalton yasasına bağlı olduğuna işaret ederek 40 °C den düşük sıcaklıklar için şu bağıntıyı kabul etmiştir.

$$E_{tp} = 270 e^{0.0644 t}$$

bu bağıntıda t °C cinsinden yıllık sıcaklık ortalamasıdır.

Muğla meteoroloji istasyonu sıcaklık verilerine göre yıllık ortalama sıcaklık 14.7 °C dir. Serra yöntemine göre Muğla ve yöresi için yıllık buharlaşma terleme 695.82 mm / yıl dir.

#### *Turc Yöntemi*

L. Turc, yağış miktarında hesaba katarak aşağıdaki bağıntıyı vermiştir.

$$E_{tr} = P / ( 0.9 + ( P^2 / L^2 )^{1/2} )$$

$$L = 300 + 25 t + 0.05 t^3$$

$E_{tr}$  = Yıllık gerçek buharlaşma terleme (mm / yıl)

t = Yıllık sıcaklık ortalaması ( °C )

P = Yıllık toplam yağış miktarı ( mm )

Muğla meteoroloji istasyonu verilerine göre yıllık sıcaklık ortalaması 14.9 °C, yıllık toplam yağış miktarı 1196 mm dir. Turc yöntemine göre Muğla ve

yöresi için yıllık gerçek buharlaşma terleme değeri olarak 699.41 mm / yıl bulunur.

L. Turc diğer bir yöntemle aylık veya on günlük buharlaşma terleme miktarlarını veren bağıntılarda havanın ortalama sıcaklığı ile güneş ışınımı enerjisi ( $I_g$ ) değerlerini kullanmıştır. Genellikle güneş ışınım enerjisi ( $I_g$ ) Turc' un verdiği bağıntı ile dolaylı olarak bulunur. Aylık Ept miktarını veren bağıntı şöyledir.

$$E_{pt} = (I_g + 50) (0.40 t) / (t + 15)$$

$t$  = Gölgede ölçülmüş havanın ortalama sıcaklığı ( °C )

$I_g$  = Atmosfer olmadan yatay yeryüzüne erişmesi mümkün aylık ortalama güneş ışınım enerjisidir. ( $\text{cm}^2 / \text{cal} / \text{gün}$ )

Tüm güneş ışınım enerjisi ( $I_g$ ) şöyle hesaplanır.

$$I_g = I_{gA} (0.18 + 0.62 h / H)$$

$I_{gA}$  = Atmosfer olmadan yatay yeryüzüne erişmesi mümkün aylık ortalama güneş ışınım enerjisi ( $\text{cm}^2 / \text{cal} / \text{gün}$ )

$h$  = Toplam aylık güneşlenme miktarı (saat)

$H$  = Toplam aylık astronomik gün sayısı (saat)

$I_{gA}$  ve  $H$  dünyanın enlemlerine bağlı olarak değişir. Bunlar enlemlere göre hazırlanmış tablolardan alınarak bağıntıda kullanılır.

### *Penman Yöntemi*

Penman; buharlaşma terleme ( Potansiyel Evapotranspirasyon ) hesaplamaları için, ortalama sıcaklık, hakiki güneşlenme, bağıl nem ve rüzgar hızı parametrelerini kullanmış ve Çizelge 9' daki bağıntıları

vermiştir. Penman yöntemine göre potansiyel buharlaşma terlemeye ait hesaplamalar ve sonuçları Çizelge 9' da sunulmuştur. DMİ Muğla meteoroloji istasyonu meteorolojik verilerin kullanıldığı Penman yöntemine göre Muğla havzasının potansiyel buharlaşma terleme değeri 954.47 mm / yıl olarak hesaplanmıştır.

## SU BİLANÇOSU

İnceleme alanının potansiyel gerçek buharlaşma terleme ile su bilançosu Thornthwaite yöntemine göre hesaplanmıştır (Çizelge 10). Değerlendirmeler 1935-1980 yıllarında Muğla meteoroloji istasyonu istatistiki meteorolojik verileri göz önüne alarak yapılmıştır.

Muğla havzasında büyük bir potansiyel buharlaşma açığı gözlemlenmektedir. Potansiyel buharlaşma terlemenin en fazla olduğu Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında gerçek buharlaşma terleme en düşüktür. Kasım, Aralık, Ocak ve Şubat aylarında görülen su fazlalığı yağışın ; gerçek buharlaşmadan yüksek olmasına ve ortamın suya doymun bulunmasına bağlı olarak akışa geçmektedir. Ortalama yağışın 1195.8 mm / yıl olduğu Muğla ve havzasında yağışın %71.2' si akışa geçer. Yıllık ortalama yağışın %28.5' i gerçek buharlaşma terleme sonucu yeniden atmosfere dönmektedir (Çizelge 10).

İnceleme alanında yıllık ortalama yağışın, 853.7 mm / yıl'ı akışa geçmektedir. Burada sözü edilen akış, yüzey, yüzeyaltı ve yeraltı akışı şeklindeki toplam akıştır. Muğla havzasındaki akışın büyük bir bölümünü yüzeyaltı ve yeraltı akışı oluşturur.



| Meteorolojik<br>Elementler | A Y L A R |        |        |        |        |        |        |         |        |        |        |        | Yıllık<br>Toplam |
|----------------------------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|------------------|
|                            | X         | XI     | XII    | I      | II     | III    | IV     | V       | VI     | VII    | VIII   | IX     |                  |
| <i>Ortalama yağış</i>      | 68.7      | 125.4  | 284.2  | 262.7  | 179.4  | 117.4  | 62.9   | 44.7    | 22.3   | 6.0    | 6.8    | 15.3   | 1195.8           |
| <i>Ortalama sıcaklık</i>   | 15.8      | 10.8   | 7.1    | 5.3    | 6.3    | 8.3    | 12.5   | 17.5    | 22.5   | 26.0   | 25.7   | 21.5   |                  |
| <i>Potansiyel PE</i>       | 63.24     | 18.90  | 9.61   | 13.95  | 24.92  | 52.39  | 87.90  | 146.63  | 202.20 | 258.54 | 226.30 | 144.30 |                  |
| <i>Depo Değişimi</i>       | 5.46      | —      | —      | —      | —      | 65.01  | -25.00 | -101.93 | -179.9 | -252.5 | -219.5 | -129.0 |                  |
| <i>Depolama</i>            | 5.46      | 100    | 100    | 100    | 100    | 100    | 75.00  | 0       | 0      | 0      | 0      | 0      |                  |
| <i>Gerçek RE</i>           | 63.24     | 18.90  | 9.61   | 13.95  | 24.92  | 52.39  | 62.9   | 44.7    | 22.3   | 6.0    | 6.8    | 15.3   | 341.01           |
| <i>Su noksanı</i>          | —         | —      | —      | —      | —      | —      | 25.00  | 101.9   | 179.9  | 252.5  | 219.5  | 129.0  |                  |
| <i>Su fazlası</i>          | 5.46      | 106.50 | 271.59 | 248.75 | 154.48 | 65.01  | —      | —       | —      | —      | —      | —      |                  |
| <i>Sellenme</i>            | 2.73      | 55.98  | 190.54 | 261.67 | 201.61 | 109.74 | 32.50  | —       | —      | —      | —      | —      | 853.77           |

Çizelge 10. Muğla meteoroloji istasyonunun verilerine göre Thornthwaite yöntemi ile hazırlanmış denestirmeli nem blançosu

## 10 - SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Muğla ve dolayındaki polyelerin hidrojeolojik incelenmesini amaçlayan bu tezde bölgenin jeolojisi, hidrojeolojisi ve karst hidrojeolojisi incelenmiş ve Muğla ovasının yeraltısuyu olanaklar değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

- 1- Muğla havzası ve dolayındaki polyelerin hidrojeolojik modelini ortaya koyabilmek için bölgenin jeolojisi yeniden değerlendirilmiş ve doğruya en yakın 1/50000 ölçekli ayrıntılı bir jeoloji haritası hazırlanmıştır (EK. 1).
- 2- Bögenin litostratigrafik birimleri tesbit edilerek Muğla havzasının temelini, Menderes Masifinin Paleozoyik yaşlı şistleri ile Milas Formasyonunun Mesozoyik yaşlı kireçtaşlarının oluşturduğu tesbit edilmiştir.
- 3- Muğla ovası ve dolayının 1/50000 ölçekli hidrojeoloji haritası hazırlanmıştır. Muğla havzasının, kuzeyde beslenme alanını oluşturan yaklaşık 300 km<sup>2</sup> lik bir yüzölçüme sahip olan karstik kireçtaşların yüzey ve yeraltısuyu hareketinde; Yılanlı ve Muğla faylarının , etkin rol oynadığı tesbit edilmiş, olası yeraltısuyu hareket yönleri hidrojeolojisi haritasında sunulmuştur (EK 2).
- 4- İnceleme alanında temelden şistlerle sınırlanan Milas Formasyonu kireçtaşları genellikle yüksek sirtlar veya tepelerde görülür. Menderes masifinin dom şeklinde yükselmesi otokton kireçtaşlarının güneye eğim kazanmasına sebep olmuştur. Milas Formasyonu kireçtaşları üstten allokton geçirimsiz Güllük formasyonu ve pek çok yerde ise Yatağan Formasyonu örtü çökelleri ile sınırlanmıştır.
- 5- Muğla havzasında belirgin bir akarsu ağı gelişmemiştir. Çok sayıdaki irili ufaklı polye alanlarına düşen yağışlar, bu kapalı çanaklardan yeraltına

süzülmektedir. Polye alanlarına düşen yağışların tamamını yeraltına süzülerek karstik yollarla Gökova akiferini beslemektedirler. Yeraltısularına bir kısmı ise Gökova kaynaklarından boşalmaktadır.

6- Allohton istif Güllük formasyonu ile başlar. Güllük Formasyonu esas itibariyle neritik kırıntılı kayalar topluluğundan oluşmaktadır. Değişik kesimlerinde farklı boyutlarda merceksel kireçtaşları bulunmaktadır. Güllük formasyonu bu özelliği ile otokton istifin geçirimsiz tabanını oluşturur. Daha üstte karstik Gökova formasyonu karbonatları yer almaktadır.

7- Bölgede Miyosen sonrası faylanmalar, bazı blokların yükselmesini, bazılarının alçalmasını ve bir kısmında bağıl hareket nedeniyle çarpılarak graben ve yarı grabenlerin oluşmasına sebep olmuştur.

8- İnceleme alanında otokton kireçtaşları, tabandan şistlerle tavandan da tektonik melanj ve Güllük Formasyonu ile sınırlanmış bir karstik sistemdir, Muğla havzasında otokton kireçtaşları üzerinde görülen Köprüçay konglome-rası Milas kireçtaşı ile birlikte benzer karstik özellikler göstermektedir. Muğla havzasında kuzeybatı-güneydoğu doğrultulu 20-30 km., devam eden genç faylar saptanmıştır. Bu genç fayların etkisi ile yörede çok sayıda polyeler oluşmuştur. Muğla havzasına düşen yağışlar tümüyle bu karst akiferlerini beslemektedir. Muğla havzası karstik sisteminde geçirimsiz sınırlar ve böl-gesel yapı, yeraltısuyunun Muğla polyesi güneydogusundaki boğazdan geçerek allohton kireçtaşları ile Çaydere ye boşalmasını sağlamaktadır. Gök-ovadaki karstik boşalmalar ise Yerkesik ve Yenice polyeleri ile daha güney-deki karstik Köprüçay konglomerasından beslenmektedir.

9- Muğla inceleme alanındaki karstlaşmanın oluşumuna ve gelişimine et-kiyen parametreler araştırılmış karst şekillerinin oluşumunda iklimin etkisini yorumlamak amacıyla meteoroloji istasyonu verileri değerlendirilmiş, yağış verilerinin analizi yapılmış, ortalama yağış, standart sapma ve termik rejim saptanmıştır. Muğla ovası için, 1931 -1981 yılları arası meteorolojik veriler

kullanılarak, yağışlı ve kurak dönemler belirlenmiştir.

10- Muğla havzasında, hidrojeolojik amaçlı yapılan incelemeler sonucunda jeoloji birimleri geçirimli, geçirimli-geçirimsiz ve geçirimsiz kaya ortamı, olarak ayırt edilmiştir.

11- İnceleme alanındaki karst yapıları ; labya, dolin ve polyelerdir. Sözü edilen karst yapıları tesbit edilmiş ve özellikleri ayrıntılı sunulmuştur.

12- Muğla havzasının drenaj özelliklerini, morfolojisini ve yapısal özelliklerini ortaya koymak amacıyla blok diyagramlar hazırlanmıştır.

13- Muğla ovasında sondaj lokasyonu olarak Muğla ovasının kuzeydoğusu, Yılanlı ile Muğla faylarının kesişim yeri olan Sodaköy ve dolaylı önerilmiştir.

14- İnceleme alanında yeraltısuyu taşıyan başlıca birimler şunlardır.

- a.) Karstik Milas kireçtaşları
- b.) Gökova kireçtaşları
- c.) Köprüçay Formasyonu
- d.) Alüvyon

15- Muğla ve dolayında bölgesel karst yapılarından en önemlisi polyelerdir. İnceleme alanında yeralan; Muğla, Yeşilyurt, Yerkesik, Gülağzı ve Dirgeme polyelerinin oluşum evreleri ve karstlaşma ilk kez blok diyagramlar ile yorumlanmıştır.

16 - DMI Muğla meteoroloji istasyonu verileri kullanılarak Penman, Serra, Turc ve Thornthwaite yöntemleri ile, Muğla havzasının potansiyel buharlaşma değerleri tesbit edilmiştir. Buna göre Muğla havzası için buharlaşma terleme, Penman yöntemine göre 954.47 mm / yıl, Serra yöntemine göre 695.82 mm / yıl, Turc yöntemine göre 699.41 mm / yıldır.

## 11. REFERANSLAR

- ABDÜSSELAMOĞLU, Ş.(1965) Muğla yatağan çevresinde görülen jeolojik formasyonların korelasyonu hakkında. MTA Rap. No:3497
- ALTINLI, İ.E. (1954). Denizli güneyinin jeolojik incelemesi. MTA Rap. No:2794
- ALTUĞLU, B. (1972) Ege Bölgesi iklim faktörlerine göre toprakta su birikmesi. Köy İşleri Bakanlığı Araştırma Enst. (Menemen) Y. No: 32
- AKAT, U., ÖZTÜRK, Z., ÖZTÜRK E.M. ve ÇAĞLAYAN, A. (1975). Men deres masifi güneyi-güneybatı Toros kuşağı ilişkisi. MTA Pap. No: 5488.
- BAŞKAN, M.E., CANIK, B. (1983). Türkiye sıcak ve mineral sular haritası Ege Bölgesi. MTA Yayın No: 189 Ankara.
- BAYAZIT, M., AVCI, İ.,ŞEN,Z (1978) Hidroloji uygulamaları İTÜ İnşaat Fak. hidrolik ve su kuvvetleri kürsüsü
- BAYAZIT, M. (1987) Hidroloji. İTÜ İnşaat Fak. Hidrolik Anabilim dalı
- BAYKAL, A. (1975). Historik jeoloji. İ.Ü. Fen Fak. Yayınları.
- BİNGÖL, E. (1976). Batı Anadolu'nun jeotektonik evrimi. MTA Derg. S:86
- DARKOT, B., ERİNÇ, S. (1954). Güneybatı Anadolu'da coğrafi müşahe- deler. İ.Ü. Coğ. Derg. No: 5/6 Cilt: 3

- DIXON, E.J. & ROBERISON, A.H.F.(1984). The geological evolution of the Eastern Mediterranean. s. 19-49.
- DOĞU, A.F. (1987). Güneybatı Anadolu'da yöresel birimlerin belirlenmesini denetleyen doğal etmenler. Jeomorfoloji Derg. Sayı: 15. 103-106.
- ERENTÖZ, C. & TERNEK, Z. (1968). Türkiye'de jeotermal kaynaklar ve jeotermik enerji etüdları. MTA Derg. S: 70.
- ERGUVANLI, K. & YÜZER, E. (1984). Yeraltı suları jeolojisi. İ.T.Ü. Maden Fak. Yayını, İstanbul.
- EROL, O. (1968). Anadolu kıyılarının Holosen'deki değişimleri hakkında gözlemler. A.Ü. Coğ. Araşt. Derg. S: 2.
- EROSKAY, S.O. (1978) Kocaeli yarımadası güneyinde kireçtaşlarının hidrojeolojisi ve karst parametrelerinin analizi TÜBİTAK 124 Pr.
- EROSKAY, S.O. (1989). Karst kaynaklarının geliştirilmesi. İ.Ü. Coğ. Enst. Derg. S: 215, İstanbul.
- EROSKAY, S.O. vd..(1992). Gökova - Savvan - Milas - Ekinambarı kaynaklarının hidrojeolojik etüdü. DSİ Rap.
- EROSKAY, S.O. & GÜNAY, G. (1980). Tecto-Genetic Classification and hydrogeological properties of the karst regions in Turkey, Int. Sem. on Karst Hydrogeology-Proceedings. 3.1-30, Ankara.

FORD, D. & WILLIAMS, R. (1989). Karst geomorphology and hydrology. S: 128 - 134.

GÖZENÇ, S. (1964). Muğla Gökova arasında coğrafi müşahedeler. İ.Ü. Coğ. Enst. Derg. S: 14.

GRACIANSKY, P.C. (1968). Teke yarımadası (Likya) Toroslarının üst üste gelmiş ünitelerinin stratigrafisi ve Dinora Toroslardaki yeri. MTA Derg.S: 71.

GÜNAY, G. (1973). Ovacık denizaltı kaynaklarının hidrojeolojik incelenmesi. DSİ Gn. Müd. Yayını, Ankara.

İZDAR, E. & NAKOMAN, E. (1985). Ege Bölgesi jeolojisi. VI. Kolokyumu Dokuz Eylül Üniv.. Yay.

JAKUCS, L. (1973) Die Rolle des klimas in der quantitativen und qualitativen regelung der karstkorrosion. Pet. Mitt. 177 Jg

KAADEN, G. vd..(1959). Güneybatı Türkiye'de peridotit kitleleri içinde zuhur eden kromitlerin kompozisyonu ile tektonik magmatik vaziyetleri arasındaki münasebetler. MTA Enst. Derg. S: 52 , Ankara.

KAADEN, G.& METZ, K. vd..(1954). Datça - Muğla - Dalaman çayı (SW Anadolu) arasındaki bölgenin jeolojisi. TJK Bült. C: 5, S: 1.3, Ankara.

KAYAN, İ. (1972). Gökova çevresinde fiziki coğrafya araştırmaları. A.Ü. DTC Fak. Coğ. Araşt. Derg. S: 3-4.

- KAYAN, İ. (1979). Muğla - Yatağan çevresinin jeomorfolojisi. A.Ü. DTC Fak. Doç. Tezi.
- KAYAN, İ. & KLEMAS, V. (1978). Application of Landsat Imagery to studies of structural geology and geomorphology of the Menteşe Region of southwestern Turkey, Remote sensing of environment 7,S: 51-60.
- KETİN, İ. (1959). Türkiye'nin orojenik gelişimi. MTA Bült. No: 53, Ankara.
- KOÇYİĞİT, A. (1984). GB Türkiye ve yakın dolayında levha içi yeni tektonik gelişim. TJK Bült. C: 27 ,S: 1-16.
- MESUR, M. & YOLDEMİR, O. (1983). Köyceğiz (Muğla)-Datça-Yatağan Kale (Denizli) arasında kalan alanın jeolojisi ve petrol olanakları. TPOA.
- OKAY, İ.A. (1989). Denizli'nin güneyinde Menderes Masifi ve Likya naplarının jeolojisi. MTA Derg. S: 109.
- Ortalama ve Ekstrem Sıcaklık ve Yağış Değerleri Bülteni (1984). TC. Başbakanlık DMİ Gn. Md. Yayınları, Ankara.
- ÖNAL, A. (1989). Malatya, Yeşilyurt, Derme karst kaynağının hidrojeolojik incelemesi İ.Ü. Fen Bil. Enst. Yüksek Lisans Tezi.
- ÖNALAN, M. (1975). Elmalı - Kaş (Antalya) arasındaki bölgenin jeolojisi. İ.Ü. Müh. Fak. Monografileri, Doktora Tezi.

- ÖZGÜR, R. & ERKAL, T. (1985). Ege'nin neotektoniği ve Pliyo-Quaterner jeomorfolojisi. Türkiye Jeomorfologlar Derneği Bil. Yay. Diz. 2.
- ÖZTAŞ, T. (1983). Yeraltında su toplanmasını denetleyen etmenler ve hidrojeolojik ortamlar. Kuyu Derg. S: 6, İstanbul.
- ÖZTÜRK, A. & KOÇYİĞİT, A. (1982). Stratigraphy of Menderes masif rocks in Selimiye and Beşparmak (Muğla) region. TJK Bltn. No: 25.
- PEHLIVAN, A.R. (1988). İbecik-İmamlar (Göhlisar-Burdur) alanının jeoloji incelemesi. İ.Ü. Müh. Fak. Uygulamalı Jeoloji Böl. Lisans Tezi, İstanbul.
- SWEETING, M.M. (1973). Karst landforms. Colombia Univst. Press, 335p USA.
- ŞENYUVA, K.T. (1991). Bursa ovasının hidrojeoloji incelemesi. İ.Ü. Fen Bilimleri Enst. Doktora Tezi.
- ŞİMŞEK, Ş. (1978). Denizli - Sarayköy - Buldan alanının jeolojisi ve jeotermal enerji olanakları. İ.Ü. Yer Bilimleri Fak. Yayın Organı Cilt: 3, Sayı: 1-2, s: 155-159.
- ŞİMŞEK, Ş., UYSAL, Ş., DUMANT, J.F., KARAMANDERESİ, İ.H. & LETOVZEY, J. (1979). Güneybatı Anadolu'daki grabenler. MTA Derg. S: 92
- WIPPERN, J. (1962). Toros boksitleri ve bunların tektonik durumu. MTA Derg. S: 58.

WIPPERN, J. (1965). Menderes Masifi çevresinde diasporit ve zımpara yatakları. MTA Rap. No: 1359.

YALÇINLAR, İ. (1964). Muğla bölgesinde jeomorfolojik araştırmalar. İ.Ü. Coğrafya Enst. Derg. S: 14.



Paleozoik Mesozoik Cenozoik  
Taurus-Kurdistan





# MUGLA-DOLAYININ JEOLJİ HARİTASI

Abdullah Recep Pehlivan  
1992

Çökten Kaya Birimleri

Alloktan Kaya Birimleri

Senozyik  
Tersiyer Kuaterner  
Miyosen Pliosen

Aal

Alüvyon

Gym

Yamaç Melezu



Birikinti konisi

Ty

Yatağan Fm.  
Konglomera, kumtaşı, killi taşı

Tk

Köprüçay Fm.  
Konglomera kireçtaşı

Paleozozyik Mesozozyik  
Triyasik Kretase

Mzm

Milne Fm.  
Kireçtaşı dolomitik kireçtaşı

Pemilyen-Kretase

KJg

Gökova Fm.  
Kireçtaşı dolomitik kireçtaşı

Pg

Güllük Fm.  
Konglomera, kumtaşı, peyz ile killi kireçtaşı

Pzg

Çişi

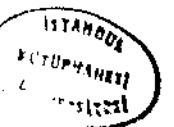
Kretase

Ktm

Tektonik melanj

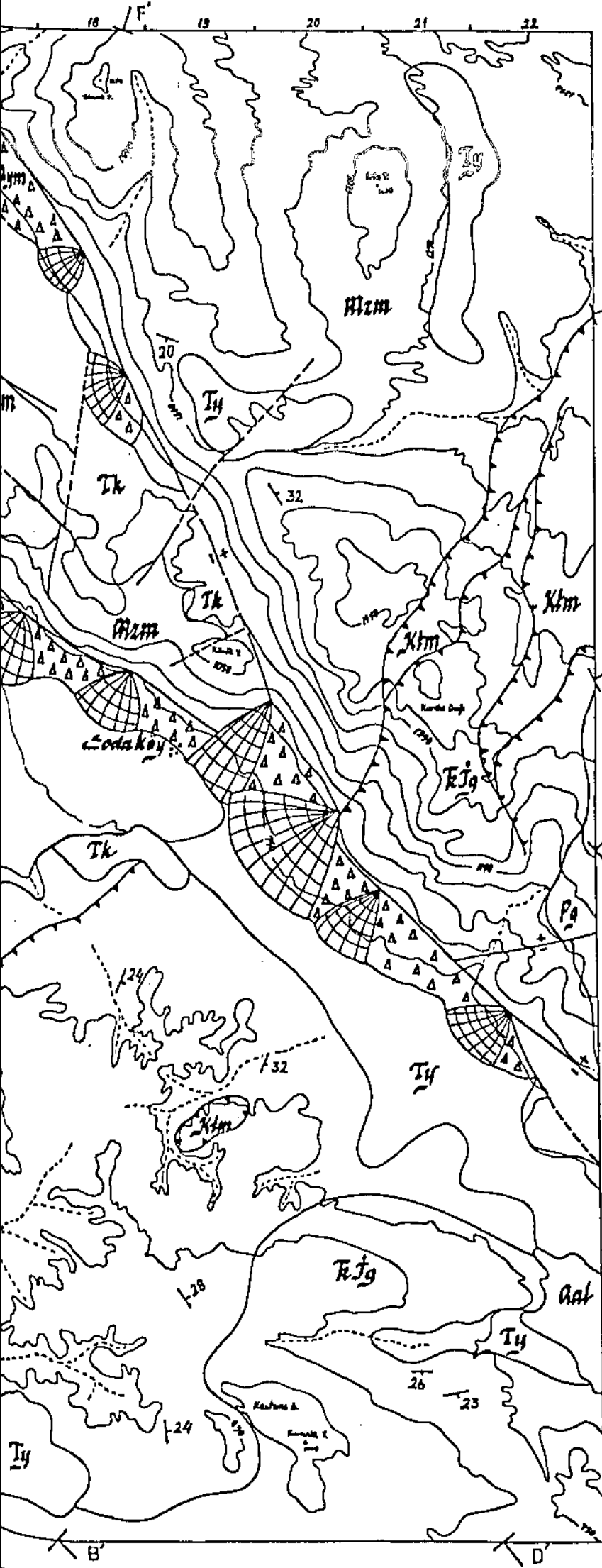
- Tatara doğrultu ve eğimi
- Fay
- Muhtemel Fay
- Bindirme
- Kaya stratigrafi birimi sınırı
- Ana yol
- Topografya münhanisi
- Yerleşim alanı
- Kuru dere
- Nirangi noktaları
- Kesit yönleri

Ölçek 1:50000



# MİNGLA DELAYININ JEOLJİ HARİTASI

Abdullah Recep Pehlivan  
1992



## Ctöktön Kaya Birimleri

## Alloktön Kaya Birimleri

Senozoyik  
Tersiyer Kuaterner  
Miyosen

Aal

Alüvyon

Aqm

Yamaç Melozu



Birikinti konisi

Ty

Yamaçan Fm.

Konglomera, kumtaşı, killi taşı

Tk

Körüçay Fm.

Konglomera kireçtaşı

Paleozoyik Mesozoyik  
Triyasik Kretase

Mzm

Milis Fm.

Kireçtaşı dolomitik kireçtaşı

Penninyen - Kretase

Kjg

Gökova Fm.

Kireçtaşı dolomitik kireçtaşı

Pg

Güllük Fm.

Konglomera, kumtaşı, poyl ve killi kireçtaşı

Pzg

Çiğ

Kretase

Ktm

Tektonik melanj

1/3

Tabaka doğrultu ve eğimi

---

Fay

---

Muhtemel Fay

---

Bindirme

---

Kaya stratigrafik birimi sınırı

---

Ana yol

---

Topografya mühürhanisi

---

Yerleşim alanı

---

Kuru dere

---

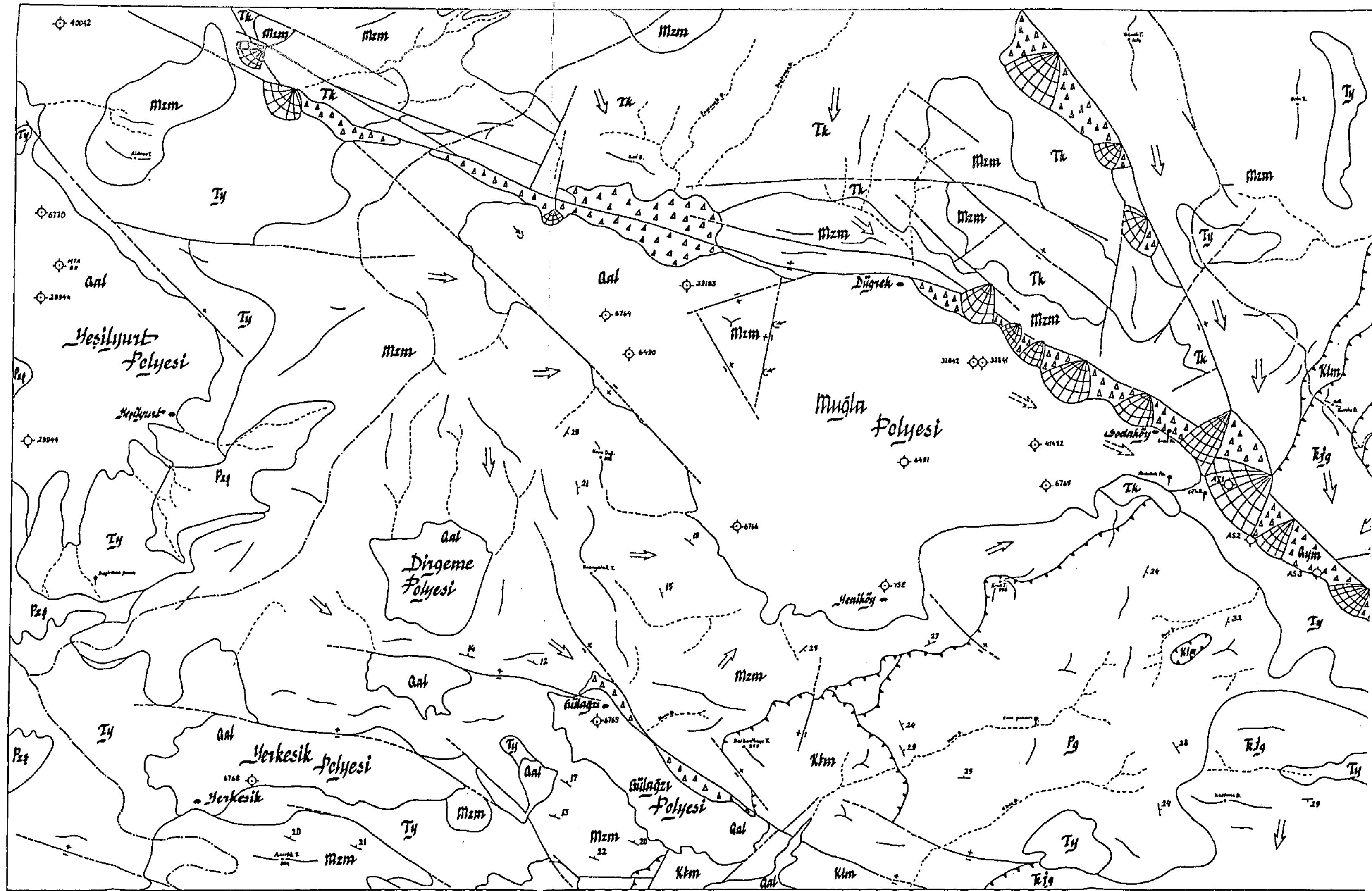
Nispeti noktaları

---

Kerik yönleri

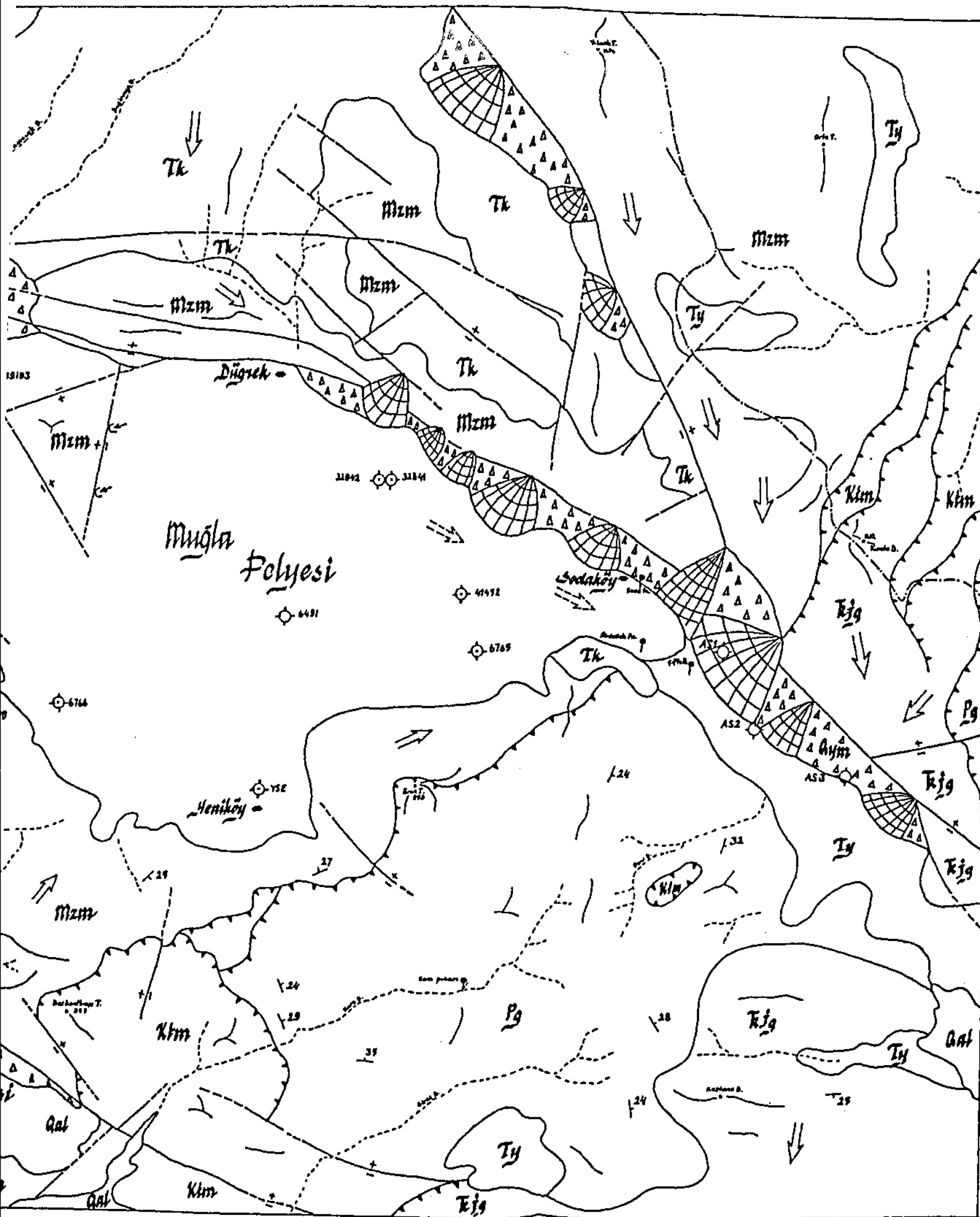
Ölçek 1:5000





# MUĞLA DELAYININ FLİDROJECLOJİ HARİTASI

Abdullah Recep Pehlivan  
1992



Paleozooyik Mesozooyik Senozooyik  
Jura - Kretnse Tersiyer-Kuvaterner

## Ötekton Kayn Birimleri

- Aal Alüvyon Geçimli Aym Yamaç molezu  
Ty Yatmağın Fm. Geçimli Geçimsiz  
Tk Köprücağı Fm. Karstik

- Mzm Milas Fm. Çok Karstik

- Pz4 Şist Geçimsiz

## Allektion Kayn Birimleri

- Pz4 Şist Geçimsiz  
Kretnse Klm Tektonik melanj Geçimsiz  
Pg Güllük Fm. Geçimsiz  
Kjg Gökda Fm. Karstik

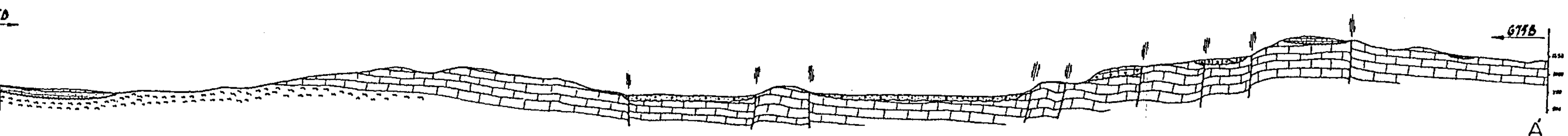
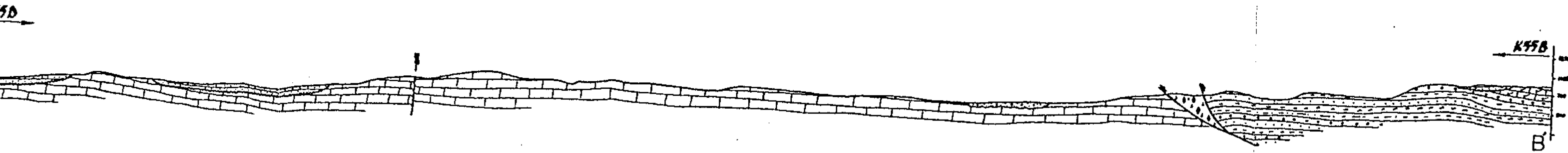
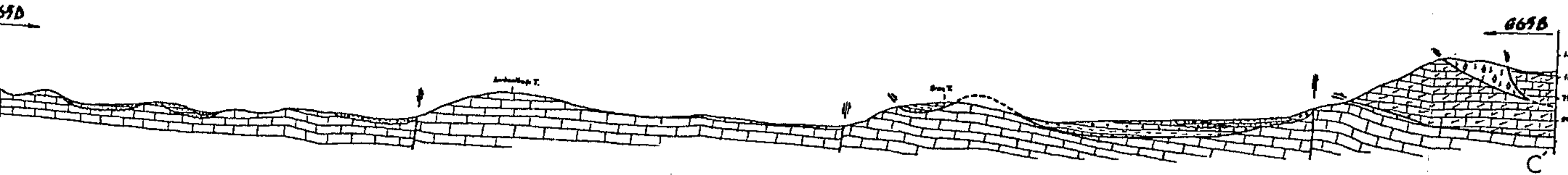
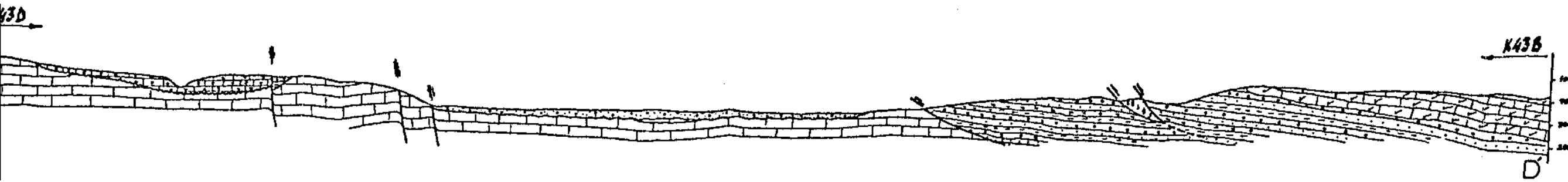
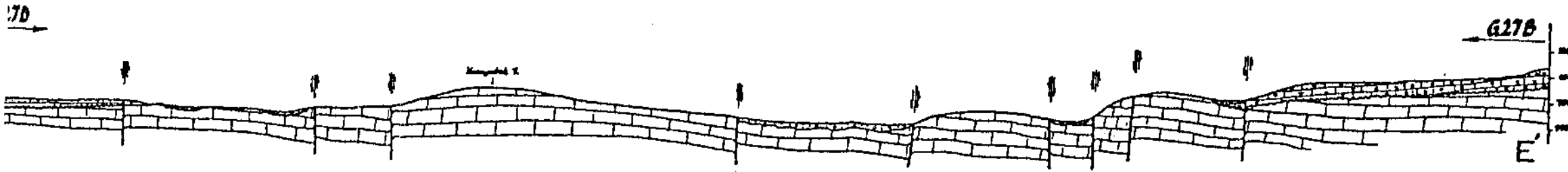
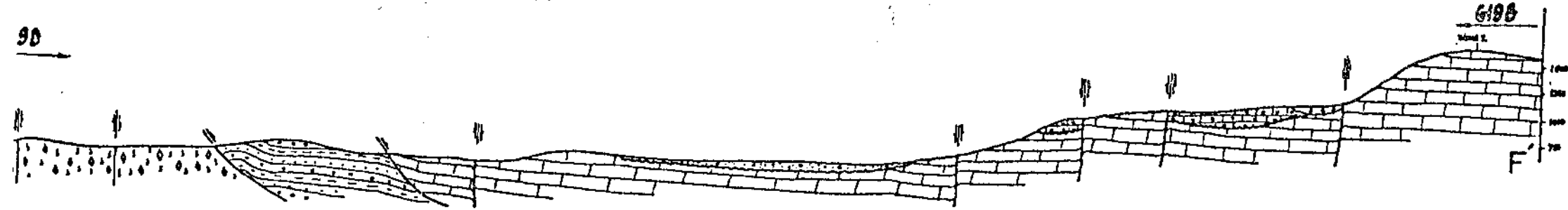
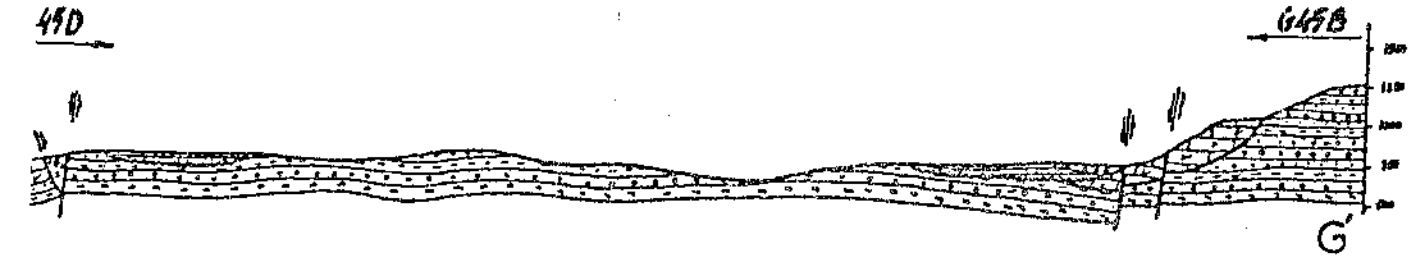
- / 27 Tabaka doğrultu ve eğimi  
+ Fay  
▲ Bincirne  
- Topografya mühaniel  
- Kuru deri  
○ 6765 Sondaj kuyusu  
? Küçük kaynak  
- Yüzey su bölümü  
⇒ Yaklaşık yeraltı suyu akım yönü  
▲ Birikinti konisi

Ölçek :  
1 : 50000



# ALLUĞA DELAYININ JEOLJİ ENİNE KESİTLERİ

Abdullah Recep Pehlivan  
1992



Otokton Kayı Birimleri

Alloktion Kayı Birimleri

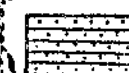
Senozoyik  
Tuzlu kumtaşları



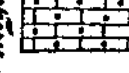
Alluvion



Hamak molozu

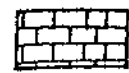


Kabaçay Fm.  
Konglomera, kumtaşı, kiltaşı



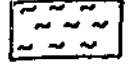
Köprüçay Fm.  
Konglomera, kilaçtaşı

Mesozoyik  
İnvanit kumtaşı



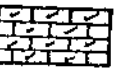
Milas Fm.  
Kilaçtaşı, dolomitik kilaçtaşı

Paleozoyik

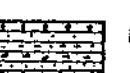


Şist

Permian-Kretase



Göksu Fm.  
Kilaçtaşı, dolomit



Güllük Fm.  
Konglomera, kilaçtaşı

Kretase

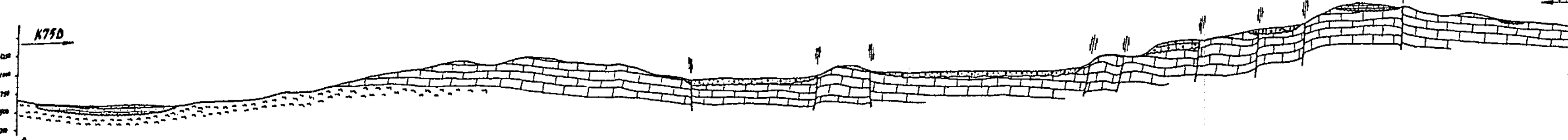
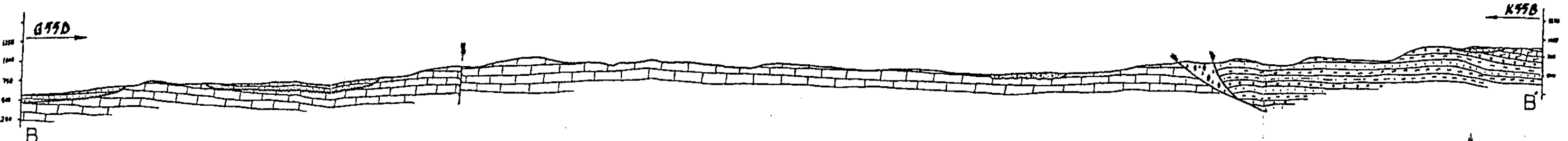
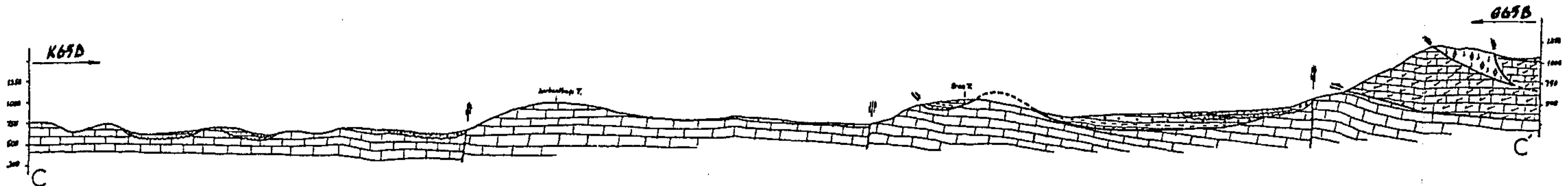
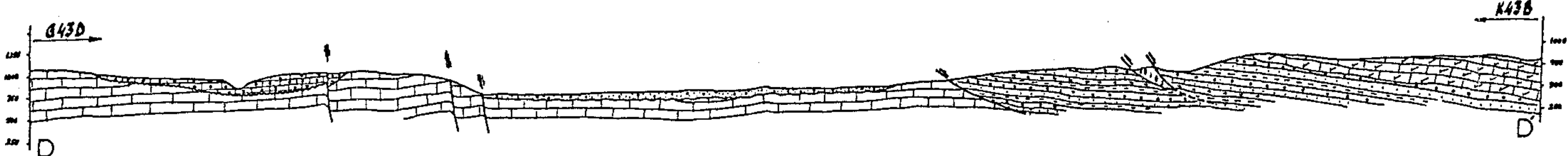
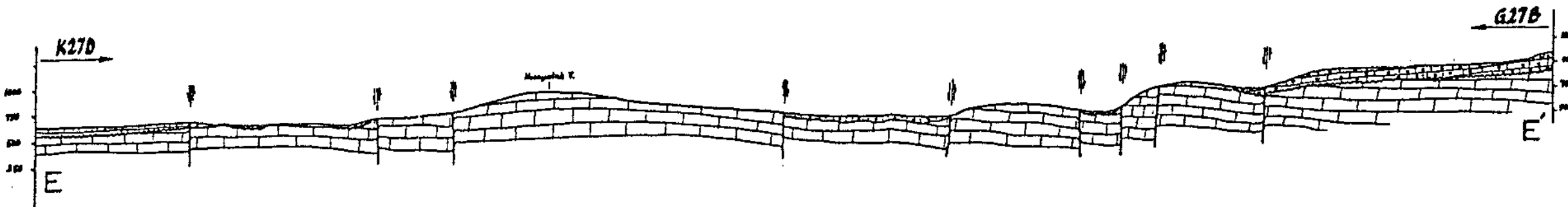
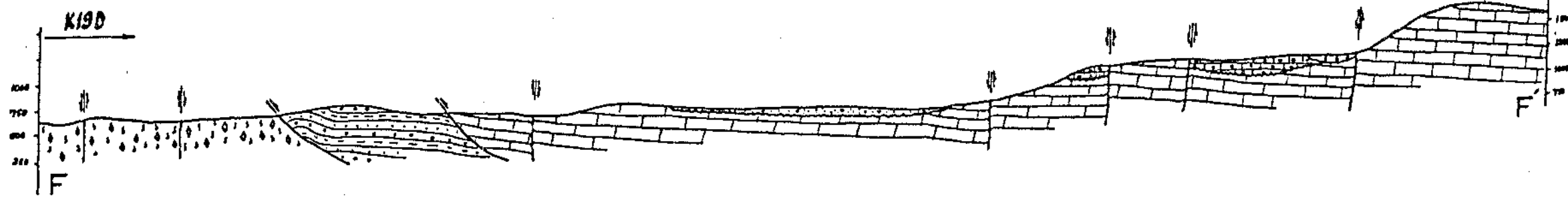
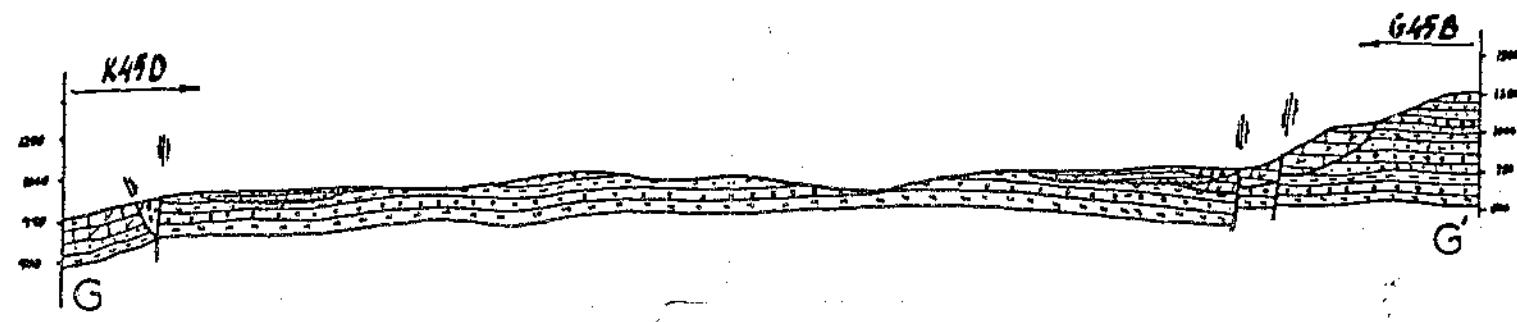


Tektonik



# MİĞLA DOLAYININ JEOLJİ ENİNE KESİTLERİ

Abdullah Recep Pehlivan  
1992



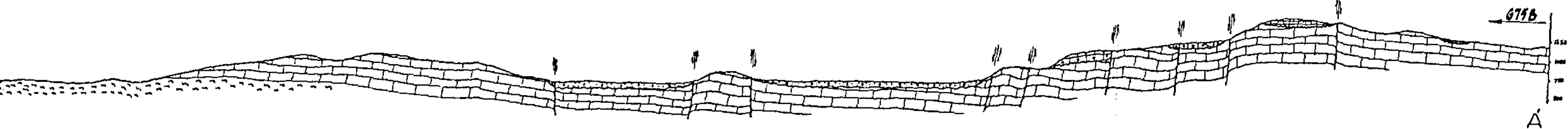
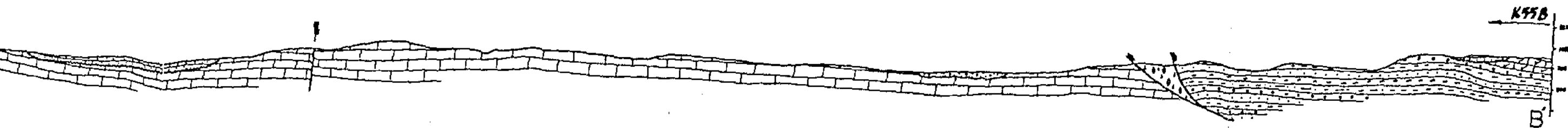
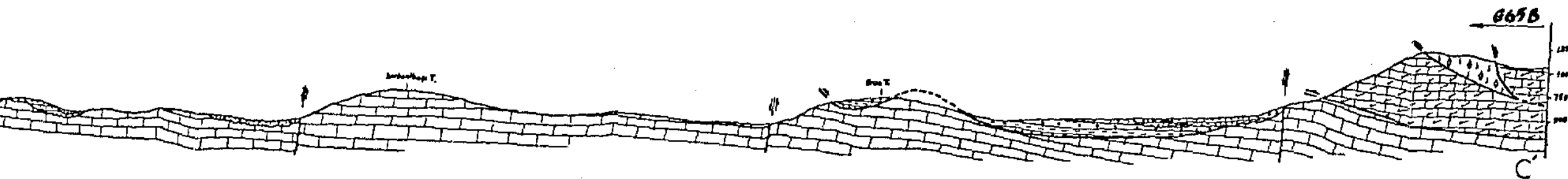
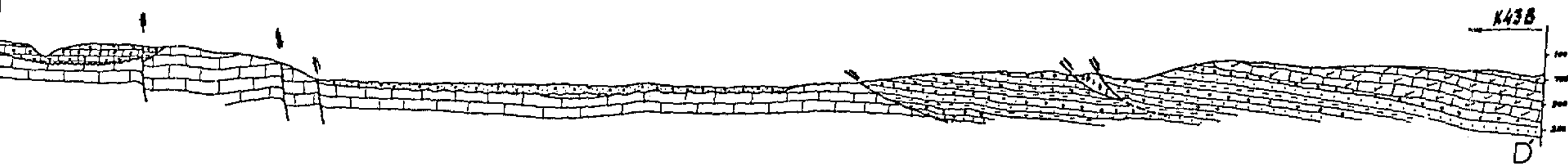
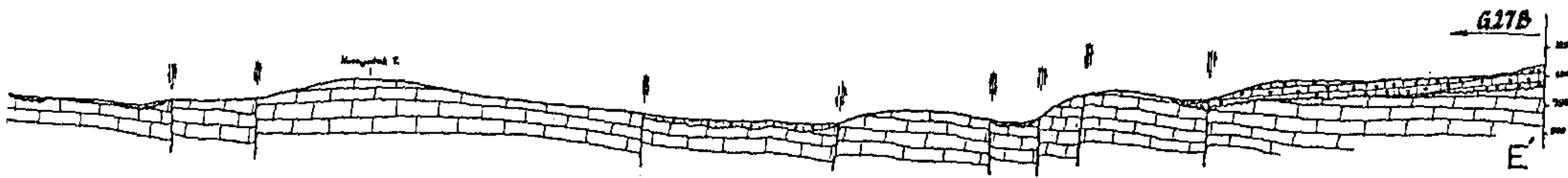
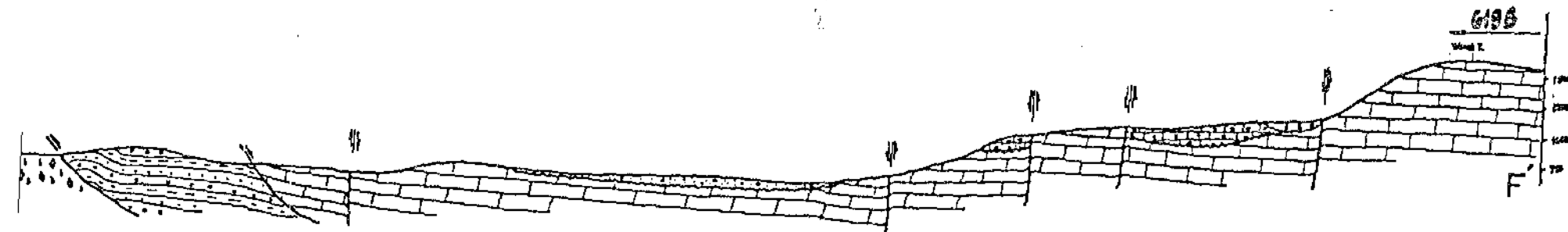
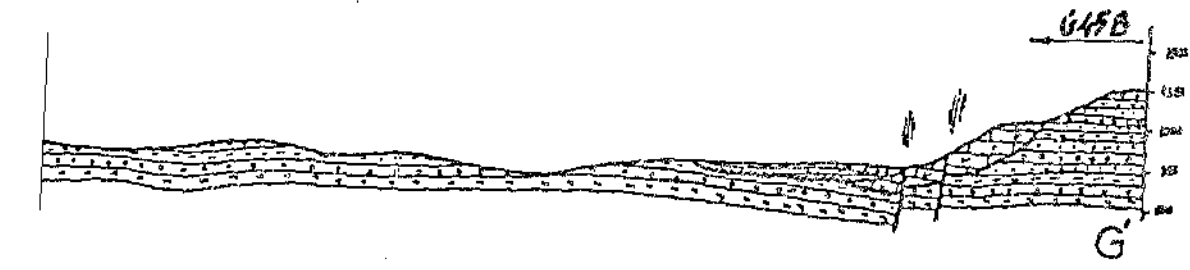
Ötekten Kaynaklı Birimleri      Alloktan Kaynaklı Birimleri

- |                              |                |                                                  |                 |
|------------------------------|----------------|--------------------------------------------------|-----------------|
| Senozoyik<br>Tersiyer kuşağı | Miyosen Piyale | Alluvyon                                         | Hamak molozu    |
|                              |                | Hatıraçlı Fm.<br>Konglomera, kumtaşı, killi taşı |                 |
|                              |                | Köprüçay Fm.<br>Konglomera, kumtaşı              |                 |
| Mesozoyik<br>İkinci kuşak    |                | Milas Fm.<br>Kumtaşı, dolomitlik kumtaşı         | Permian-Kretase |
|                              |                |                                                  |                 |
| Paleozoyik                   |                | Şist                                             | Kretase         |
|                              |                |                                                  |                 |

ölçü

# AKINTI DUTAYININ JEOLÖJİ ENİNE KESİTLERİ

Abdullah Recep Pehlivan  
1992



Obokton Kayın Birimleri

Allokton Kayın Birimleri

Alüvyon

Yamaç molozu

Yatağan Fm.  
Konglomera, kumtaşı, kilit taşı

Köprüçay Fm.  
Konglomera, kilit taşı

Milas Fm.  
Kilit taşı, dolomitik kilit taşı

Şist

Gökçe Fm.  
Kilit taşı, dolomitik kilit taşı

Güllük Fm.  
Konglomera, kumtaşı, çeyit

Kırmızı Tektirik molozu

Çenozoik

Mesozoik

Paleozoik

Taşıyıcı katmanlar

İnvanit katman

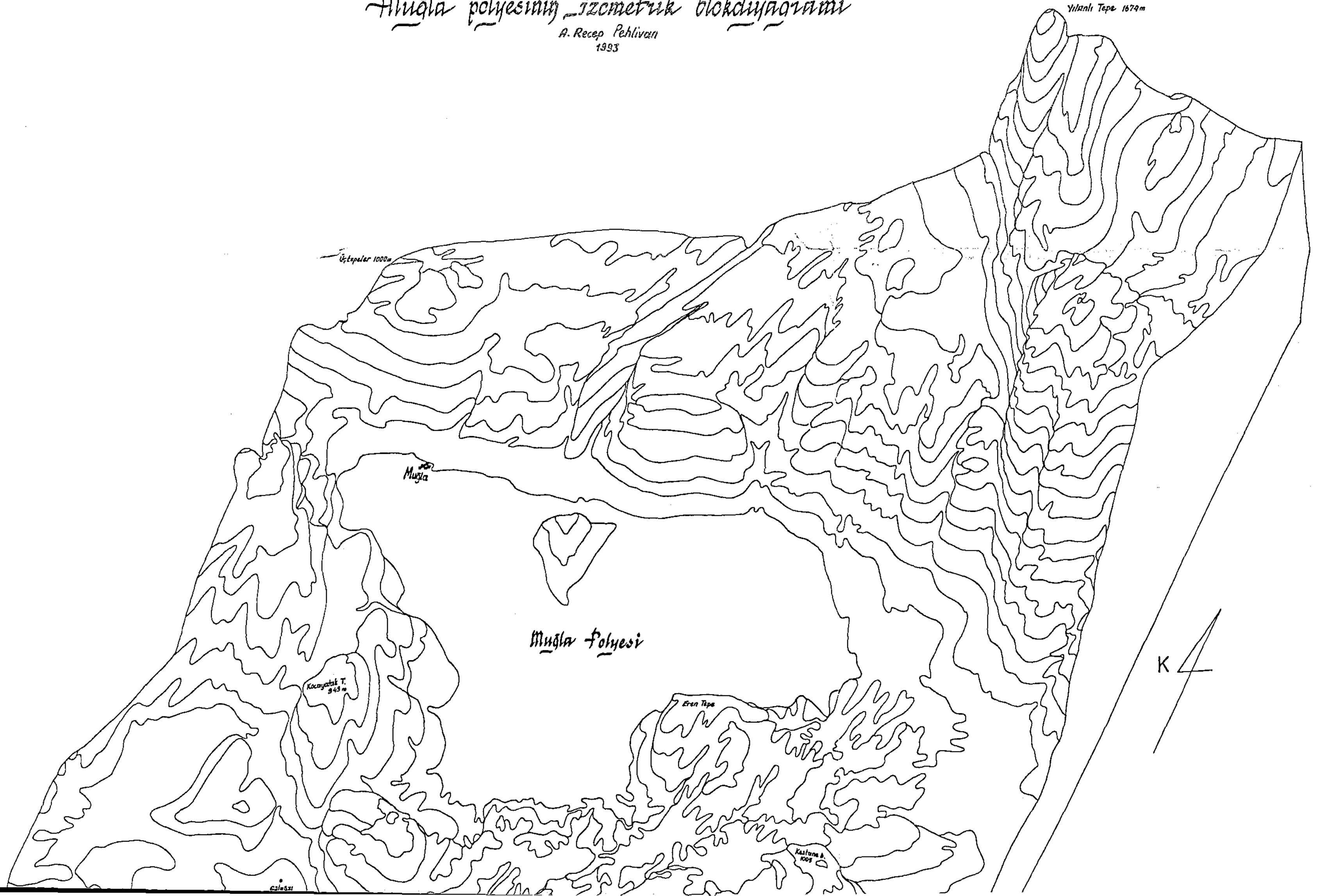
Pembiye-Kırmızı

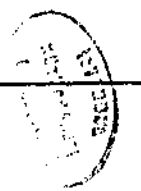
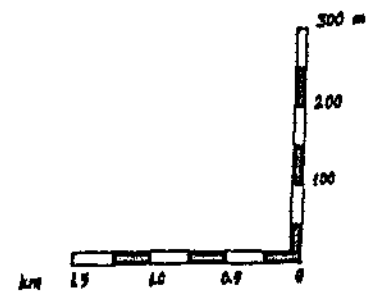
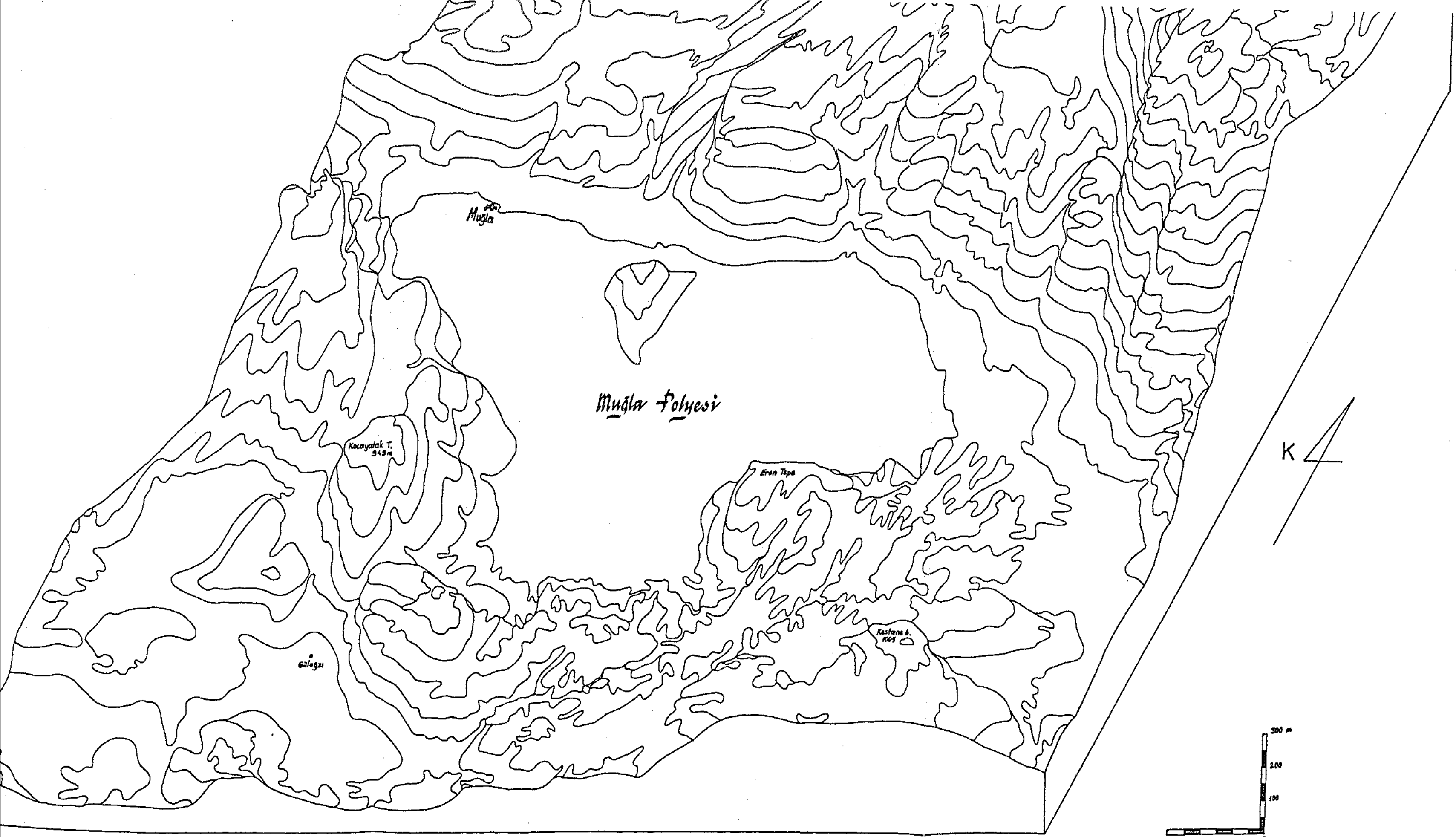
Kırmızı



# Muğla polyesinin izometrik blokdiagramı

A. Recep Pehlivan  
1993





# Muğla polyesinin izometrik blok diagramı

A. Recep Pehlivan  
1993

Yılanlı Tepe 1674 m

