

## KAKLIK-KOCABAŞ (DENİZLİ) TRAVERTENLERİNİN LİTOLOJİK, MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ VE SINIFLAMASI

Zülfü DEMİRKİRAN<sup>1</sup>, Faruk ÇALAPKULU<sup>2</sup>

1 DEÜ Torbalı Meslek Yüksekokulu, İZMİR

2 DEÜ Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İZMİR

### ÖZET

Bu çalışma kapsamında Denizli Pamukkale-Kocabaş-Kaklık çevresinde, Menderes metamorfite ve Mesozoyik yaşlı birimler ile bu birimleri uyumsuz olarak üstleyen Senozoyik yaşlı birimler üzerinde yer alan travertenlerin morfolojik ve litolojik özellikleri incelenmiş, bu özellikler dikkate alınarak sınıflandırmaları yapılmıştır. Bu çalışmada Kocabaş Kaklık bölgesinde Morfolojik olarak beş ayrı traverten tipi tanımlanmıştır, teras, damar, sırt, kanal ve gölge ortamda oluşmuş traverten tipi. Kronolojik olarak ise dört seviye ayrılmıştır, alttan üstte doğru Taşkestik, Killik, Sarıkaya ve Kocabaş traverten seviyeleri. Bu traverten tipleri karşılaştırmalı olarak incelenerek morfolojik, stratigrafik ve mineralojik özellikleri ortaya konulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Traverten, Tufa, Sinter, Pamukkale, Kocabaş

### THE LITHOLOGICAL AND MORPHOLOGICAL FEATURES OF KAKLIK-KOCABAŞ (DENİZLİ) TRAVERTINES AND THEIR CLASSIFICATION

### ABSTRACT

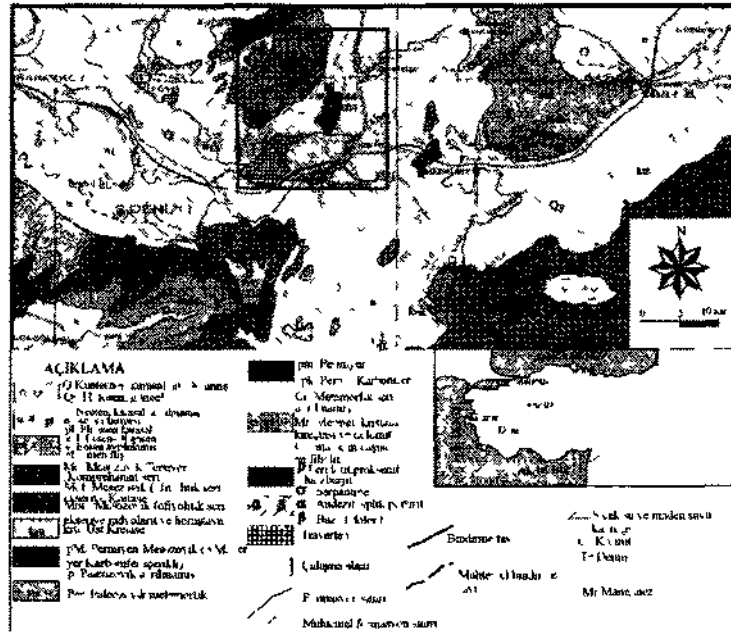
The morphological and lithological characteristics of the travertines, which exist on the Menderes metamorphites, the aged units of Mesozoic and the aged units of Senozoic which cover the units mentioned above unconformably in the environment of Denizli Pamukkale-Kocabaş-Kaklık, have been examined and classified with this work. Five different types of travertines have been described morphologically with this work in the district of Kocabaş-Kaklık. terrace, vein, ridge, channel and lacustrine type travertines. Four levels have been sorted chronologically : from bottom to the top the travertine levels of Taşkestik, Killik, Sarıkaya and Kocabaş. The parameters which explain these types have been operated by being examined.

**Key Words:** Travertine, Tufa, Sinter, Pamukkale, Kocabaş

## 1. GİRİŞ

Traverten sözlük anlamıyla açık renkli, çoğun konkresyonlu veya sıkı, yer altı veya yerüstü suyundan eriyik halinden başlayarak çöktürülmüş kalsiyum karbonattır [Altunlı, 1986]' Travertene sutaşı, Kalktuf, sinter ve yollu mermer de denmektedir Traverten terimi bu oluşukların yaygın olarak görüldüğü italya'da ki Tivertino'dan gelmektedir. Bu terim 1863'de Lyell, 1864'te Cohn, 1889'da Weod ve 1932 de Howe tarafından da kullanılarak literature girmiştir [Julia, 1983]<sup>2</sup> Travertenlerin esası  $CaCO_3$  olup,  $Ca^{+2}$  ve  $HCO_3^{-}$ 'ce zengin yer altı suların yer yüzüne ulaşması ile fizokimyasal ve/veya biyokimyasal olarak  $CaCO_3$ 'ün çökmesiyle oluşurlar Bileşimlerinde genellikle kalsit, basıncın yüksek olduğu yerlerde aragonit minerali gözlenmektedir.

Altunel [1997]<sup>3</sup> Pamukkale travertenler üzerine yapmış olduğu çalışmada travertenleri morfolojik özelliklerine göre sırt, fay önü, kendiliğinden oluşmuş kanal tipi ve aşınmış örtü travertenleri olmak üzere 5 tipe ayırmıştır. Aşınmış örtü travertenleri haric diğer traverten tipleri çalışma alanında gözlenmiş ve yazarın belirttiği özellikler dikkate alınarak incelenmiştir. Bu tanımlama dışında farklı özellikler gösteren "Gösel ortamda oluşmuş travertenler" bu sınıflamaya ilave edilmiştir



Şekil 1: Yer buldum haritası [MTA, 1964]<sup>4</sup>

### 1.1. Çalışma alanı

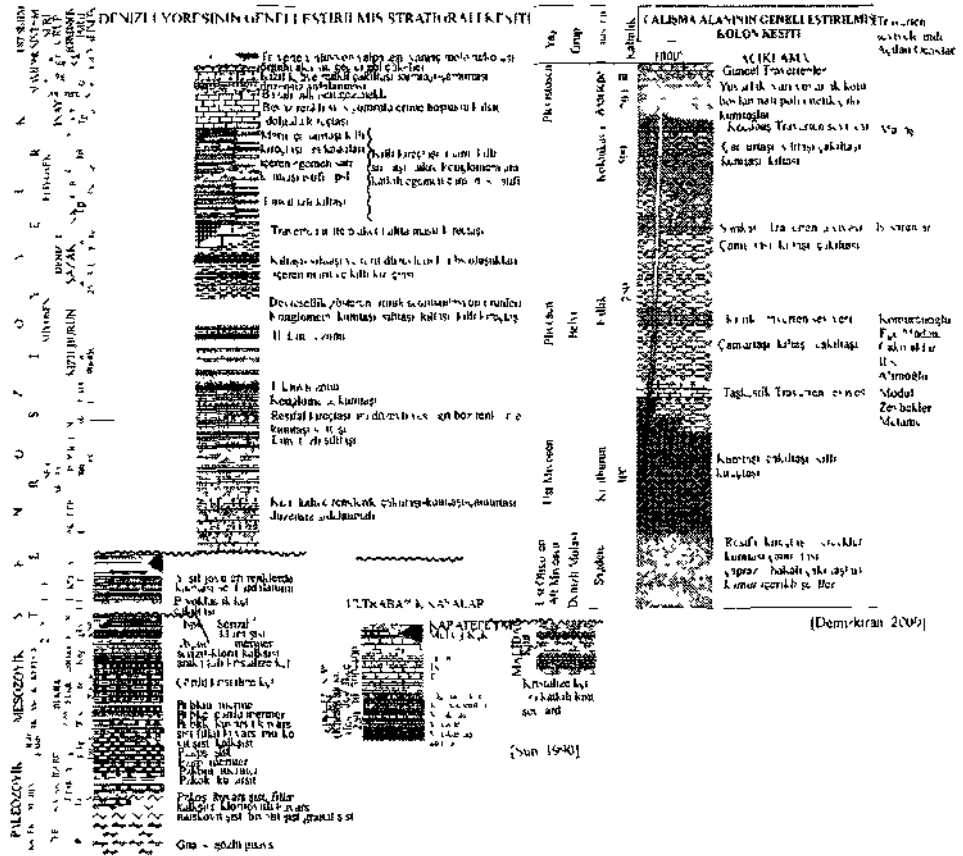
Çalışma alanı Denizli'nin 35 km. doğusunda Kocabaş Kaklık mevkiinde yer almaktadır. Kömürcüoğlu, Ege Maden, Çakmaklar, ilik, Sirmersan, Mayaş, Modül ve Başaranlar traverten işletmeleri çalışma alanı içinde yer almaktadır. (Şekil 1, 13).

## 1.2. Çalışmanın amacı ve inceleme yöntemleri

Bu çalışmada Denizli travertenlerinin oluşum mekanizmaları dikkate alınarak litolojik ve morfolojik özellikleri ve traverten kütlelerinin birbirleri ile olan stratigrafik ve jenetik ilişkilerinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Bölge traverten oluşumunun denetleyen jeolojik etmenler açısından ayrıntılı olarak incelenmiştir. Bu amaçla, inceleme alanının 1/5000 ölçekli jeolojik haritaları yapılmıştır. Bölgenin Neojen dönemindeki stratigrafik istifi eski çalışmalarla korale edilerek tekrar yorumlanmıştır.

## 2. JEOLojİ

inceleme alanında Paleozoyik yaşlı Menderes metamorfileri, bunlar üzerine bindirmeye gelen Mesozoyik yaşlı karmaşık seri ve Senozoyik yaşlı çökel birimler yer almaktadır.



Şekil 2: Denizli yöresinin [Sun, 1990]<sup>8</sup> ve çalışma alanının [Demirkıran, 2000]<sup>9</sup> genelleştirilmiş kolon kesiti

**Paleozoyik** yaşlı birimler çalışma alanı çevresinde Menderes metamorfileri ile temsil edilir (Şekil 1, 2, 13). **Mesozoyik** yaşlı birimleri; metakonglomera, metaçamurtaş

metakumtaşından oluşan **Karaova formasyonu**, kireçtaşı, dolomitlerin oluşturduğu **Çökelez formasyonu**, rekristalize kireçtaşları, türbititik kumtaşı ve şeyi ile serpantinden oluşan **Karatepe formasyonu** oluşturur. **Senozoyik** çalışma alanında **Oligosen**; kumtaşı ve konglomeralarla, **Geç Oligosen-Erken Miyosen**; kömür mercekli denizel detntık ve karbonatlı seviyelerle temsil edilir [Sözbilir 1997]<sup>3</sup>. **Geç Miyosen**; detntık yer yer karbonat ara seviyeli Kızılburun Formasyonu [Şimşek 1984]<sup>6</sup>, **Erken Pliyosen ve Pleyistosen**; traverten yer yer karasal detntık seviyeler içeren **Killik formasyonu** [Sözbilir, 1997]<sup>5</sup>, **Kolonkaya formasyonu** [Şimşek, 1984]<sup>6</sup> **Asartepe formasyonu** [Ercan vd., 1977]<sup>7</sup> ile temsil edilir. **Güncel oluşumlar** olarak tanımlanan alüvyonlar ve genç travertenler bu birimler üzerinde yer alır.

Çalışma sahasında etkin olan tektonik ve buna bağlı olarak oluşmuş faylar genellikle horst graben sisteminde gelişmiştir inceleme alanında K60B ve D-B doğrultulu faylar ile yer yer K-G doğrultulu faylar etkindir. Travertenler D-B ve K60B kırık hatlarını takiben gözlenmektedir.

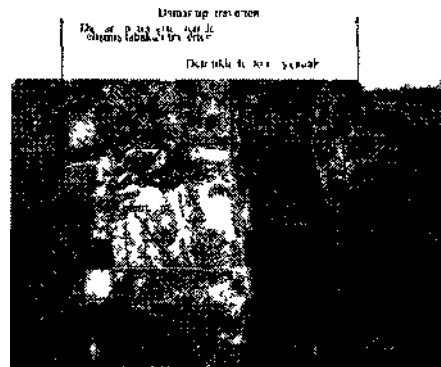
### 3. DENİZLİ TRAVERTENLERİNİN LİTOLOJİK VE MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Travertenler genellikle bir faydan, çatlaktan yada bir yanktan çıkan sıcak suların aktıkları yada biriktikleri yerde bünyelerindeki kalsiyum karbonatı çökeltmesiyle oluşurlar.

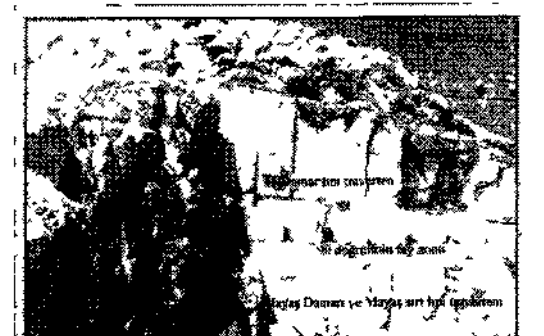
Önceki araştırmacılar travertenleri stratigrafik korelasyonun zorluğu nedeniyle morfolojik özelliklerine göre sınıflamayı tercih etmişlerdir. Morfolojik özelliklerine göre travertenler; Damar (Bantlı), Sırt, Teras, Fay önu travertenleri, Kanal tipi travertenler ve Aşınmış örtü tipi travertenler olarak sınıflandırılmıştır [Altunel, 1997]<sup>3</sup>. Gösel ortamda oluşmuş traverten tipi bu çalışmada gözlenmiş ve tanımlanarak sınıflamaya ilave edilmiştir. Damar tipi traverten hariç diğer tip travertenler bir arada gözlenebilmektedir. Çalışma alanında sırt tipi traverten üzerinde sınırlı alanlarda teras tipi travertenler gelişmiştir. Gösel tip travertenlerin içinde sırt ve fay önu travertenlere benzer ondülasyonlu eğimli laminalar gelişmiştir.

#### 3.1. Damar tipi travertenler

Damar tipi travertenler bir kırıktan yüzeye çıkan bikarbonatça zengin yer altı sularının bünyesindeki kalsiyum karbonatı kırık çeperlerine çökeltmesiyle oluşurlar. En belirgin



Şekil 3: Damar ve Sırt tipi traverten Pamukkale-Karahayıt yolu



Şekil 4: Damar ve sırt tipi traverten Mayıs Ocağı

özellikleri traverten bantlarının kırık düzlemine paralel olması, özellikle kırık çeperlerinde bantların oldukça ondülasyonlu olması diğer tip travertenlere nazaran daha sert olması çoğun aragonit mineralinden yapılı olmasıdır [Demirkıran, 2000]<sup>9</sup>.

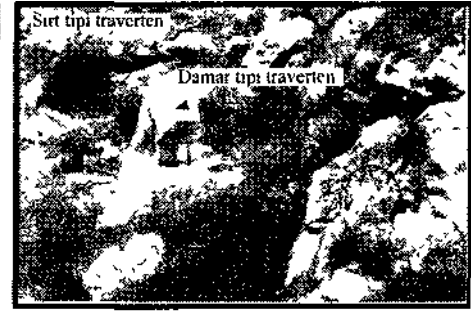
Çalışma alanında Pamukkale ve çevresinde K60°B doğrultulu fay içinde, Kocabaş çevresinde, Kocaçukur mevkiinden Kekikli mevkiine kadar uzanan K60°B doğrultulu fay zonu içinde, ayrıca Kocadüz mevkiinin hemen güney doğusunda 471 metre rakımlı tepede doğu batı doğrultulu fay içinde, damar tipi traverten oluşumları gözlenmiştir.

Pamukkale damarı yaklaşık 500-550 metrelik bir hat boyunca K60°B doğrultulu genişleme çatlağı boyunca gelişmiştir. Damarın kalınlığı yol yaromasında 2,85 metre olup, çatlağın uçlarına doğru incelmektedir. Mayaş damarı D-B doğrultulu 85° güneye eğimli bir fay içinde gelişmiştir. (Şekil 3). Damar uzunluğu 500 metre olup kalınlığı 12 metredir. Mayaş B damarı Mayaş Damarının 30 metre kuzeyinde yer almaktadır. Damar D-B doğrultulu 80° güneye eğimlidir. Kocabaş damarı K60°B doğrultulu 85° güneye eğimli bir fay içinde gelişmiş olup uzunluğu 2,2 kilometredir. Damar kalınlığı fay zonu boyunca değişmektedir (Şekil 6).

Damar içinde traverten, bantlar şeklinde çökelmiştir. Bantlar çatlak çeperine paralel olup bant kalınlıkları 1-2 santimetre arasındadır. Renkleri bej, beyaz ve gri arasında değişmektedir. Pamukkale ve Mayaş B damarları içinde 60-100 santimetre kalınlığında üstteki kırıntılılarla dolmuş genişleme çatlağı bulunmaktadır. Genleşme çatlağının üstteki kırıntılılarla dolmuş olması bu çatlağın oluşumu ve gelişimi süresince bikarbonatça zengin yer altı suyuna drenaj görevi üstlenmemiş olduğunu göstermektedir. Yine Pamukkale damarı içinde 12-14 santimetre kalınlığında genişleme çatlağı içinde yatay konumda çökelmiş traverten laminaları gözlenmiştir (Şekil 3). Damarların çatlak çeperine yakın kısımlarında kendisinden veya yan kayaktan türeme traverten parçaları travertenle çimentolanmıştır. Damarların kuzey ve güneyinde sırt tipi traverten oluşumları gözlenmiştir. Bantların renkleri bej, beyaz bal rengi arasında değişmektedir. Merkezden dışarı doğru özellikle çatlak duvarlarında renk koyulaşmakta merkeze doğru ise açılmaktadır. Damar çeperine doğru bantlar da ondülasyon artmakta damar merkezine doğru ise azalmaktadır (Şekil 5).



Şekil 5: Damar tipi traverten, Mayaş damarı



Şekil 6: Damar ve sırt tipi traverten Kocabaş

### 3.2. Sırt tipi ve fay önu travertenler

Sırt tipi travertenler kırıktan yüzeye ulaşan bikarbonatça zengin yer altı sularının kırık doğrultusu boyunca çökelttiği travertenlerdir. Kırıktan yüzeye ulaşan jeotermal sular

bünyesindeki  $CaCO_3$  çökeltirek zamanla kırık doğrultusu boyunca sırt oluşturlar. Fay önü travertenleri kırığın normal bir fay olma durumunda fayın düşen bloğunun üzerinde gelişir. Traverten fayın hareketine bağlı olarak daha da kalınlaşır. Fay önü ve sırt tipi travertenler benzer termodinamik ve hidrodinamik koşullarda olduğundan benzer morfolojik özelliklere sahiptir.

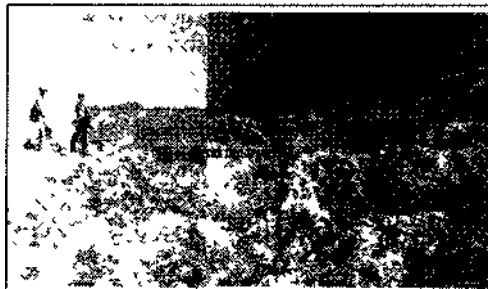
Sırt tipi travertenlerde su kaynağına yakın kesimlerde travertenin kalsiyum miktarının arttığı, buna karşılık diğer elementlerin miktarlarının azaldığı belirlenmiştir [Demirkıran, 2000]<sup>9</sup>. Bu durum kaynak suyunun karbondioksit kısmi basıncı ile ilgilidir. Su yüzeye ulaştığında atmosfer  $CO_2$  basıncı karşısında, sıcaklığı ve karbondioksit kısmi basıncı düşer. Sıcaklığın düşmesi  $CaCO_3$ 'ün çözünürlüğünü artırır. Ancak basıncın düşmesi su içindeki  $CaCO_3$ 'ün ortamdan ayrılması ile sonuçlanır, dolayısıyla kaynama ve buharlaşma başlar. Su içerisindeki  $Ca^{*2}$  ve  $HCO_3^-$  iyonları Süpersature duruma düşer ve böylece çökeltme başlar. Basıncın en düşük olduğu yer kaynak suyunun yüzeye ulaştığı yerdir. En fazla çökeltme burada gerçekleşmektedir. Nitekim sırt tipi travertenlerde kalsiyum miktarının fazla olduğu yerin damara yakın olan yerler olduğu kimyasal analiz sonuçlarıyla saptanmıştır [Demirkıran, 2000]<sup>9</sup>.

Kırıktan yüzeye ulaşan suyun akım rejimi travertenlerin morfolojilerinin gelişiminde önemli rol oynar. Türbülanslı akım rejiminde kalsiyum karbonat çökeltimi fazla laminer akım rejiminde ise daha azdır [Butler & Ison, 1966]<sup>10</sup>. Yer altı suyunun üzerinde aktığı topografya üzerindeki tümsekler ve çukurluklar suyun akım rejimini değiştirir. Bu farklı akım rejimleri ise bu tip travertenlerin laminalarının ondülasyonu olmasını sonuçlar.

Çalışma alanımızda Kocabaş'ın güney batısında Kocaçukur mevkiinden Kekikli mevkiine kadar uzanan  $120^\circ$  doğrultulu fay zonunun kuzey ve güneyinde, ayrıca Kocaduz mevkiinin hemen güney doğusunda 471 metre rakımlı tepede doğu batı doğrultulu fayın kuzey ve güneyinde, çalışma alanının dışında ise Pamukkale ve çevresinde sırt tipi traverten oluşumları gelişmiştir.

Sırt tipi travertenlerin uzunlukları 500-1000 arasındadır. Kalınlıkları ve tabaka eğimleri faya doğru artmaktadır. Traverten laminaları ondülasyonludur. Traverten bünyesinde bol bitki kalıntıları çakıllar ve yerinde çimentolarına yapıları gözlenebilmektedir.

Kocabaş mevkiinde gözlenen sırt tipi ve fay önü travertenlerin damar tipi ve gösel travertenler ile yanal geçişleri belirlenmiştir.



Şekil 7: Teras tipi traverten, Kocabaş



Şekil 8: Teras tipi traverten, Pamukkale

### 33. Teras tipi travertenler

Teras tipi travertenler bir çatlaktan yada yarıktan çıkan bikarbonatça zengin yer altı sularının, yamaç aşağı akarken bünyesindeki kalsiyum karbonatı çökeltmesiyle oluşmuş teras şeklinde travertenlerdir.

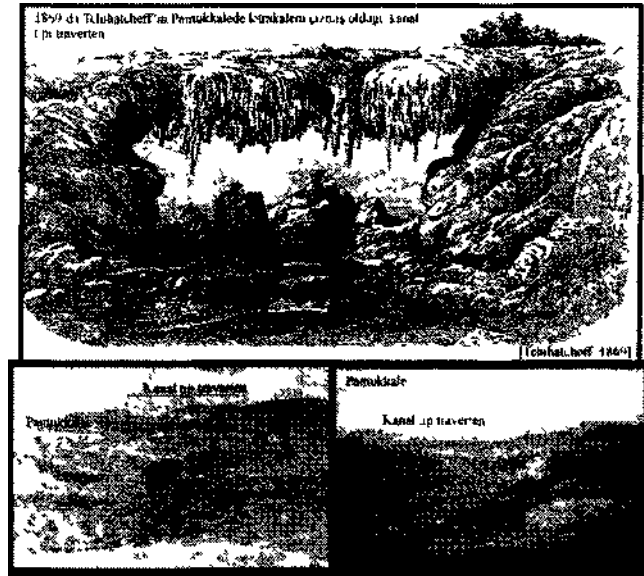
Bu tip travertenlerin oluşabilmesi için topografyanın eğimli olması, bikarbonatça zengin suyun bu eğimli yüzey boyunca akması gerekir. Sıcak yer altı suyu kaynağından yeryüzüne ulaştıktan sonra bu eğimli topografya üzerinde akar. Suyun bu akımı esnasında eğimli yüzey üzerinde ki tümseklerde akım rejimi türbülanslı olduğundan karbonat çökelişi daha fazla olur. Suyun akımı süresince bu tümsek üzerinde yay şeklinde teras gelişir. Teras içinde düzgün laminalı traverten çökelişirken suyun çağlayarak aktığı teras duvarında ise ondülasyonlu traverten laminaları gelişir. Kaynağa yakın olan teraslar büyük boyutlu, kaynaktan uzak olan teraslar ise küçük boyutlu gelişmiştir.

Çalışma alanının dışında Pamukkale'de çalışma alanında ise Kocaduz-Kocaçukur mevkiinde gözlenmektedir.

Kocaçukur teras tipi traverteni, Kocaçukur mevkiinde sırt tipi traverten üzerinde sınırlı alanlarda gelişmiştir. Pamukkale teras tipi travertenlerden daha yaşlı olup, bikarbonatça beslenmenin uzun süredir durmuş olması nedeniyle oldukça aşınmış ve gri, grimsi bej rengi oluşmuştur (Şekil 7).

Boyutları birkaç santimetreden birkaç metreye varan teras ve traverten havuzları Pamukkale ve çevresinde genişçe bir alanı kaplamaktadır (Şekil 8). Pamukkale Fayına bağlı olarak, fayın güney yamacında gelişmişlerdir. Beyaz renkli olup sertlikleri görsel ve damar tipi travertenlerden daha azdır.

Teras şeklindeki yapılan diğer tip travertenlerden daha yumuşak olması, traverten içerisinde bol bitki kalıntıları bulunması bu tip travertenlerin en belirgin özellikleridir



Şekil 9 Kanal tipi traverten Pamukkale

### 3.4. Kanal Tipi Travertenler

Kanal tipi travertenler bikarbonatça zengin suyun bir kanal boyunca akması, aktığı kanal boyunca travertenin çökeltip, duvar şeklinde büyüyerek oluşmuş travertenlerdir.

Kendiliğinden oluşmuş kanal tipi traverten adlanmasını ilk kez Bean (1971) Pamukkale'de gözlenen duvar şeklindeki travertenler için kullanmıştır [Altunel 1997]<sup>3</sup>. Traverten oluşumunu sağlayan kaynaktan çıkan suyun doğal drenajı olabildiği gibi insanların sulama amaçlı yapmış olduğu kanallarda olabilir [Altunel 1997]<sup>3</sup>.

Kanal kenarlarında suyun akım rejiminin türbülanslı kanal merkezinde ise laminedir. Türbülanslı akımı rejiminde karbonat çökelişinin hızlı olması nedeniyle kanal kenarlarında merkeze oranla daha hızlı karbonat çökelişini gözlenir. Bu nedenle bu tip travertenlerin kesitleri "M" şeklinde gelişir.

Çalışma alanının dışında Pamukkale ve çevresinde, çalışma alanında Kaklık'ta Haydarbaba Düdeni çevresinde, Kocadüz Mevkii'nde ise Güneyyatak Tepenin güneybatısında bu tip oluşumlar gözlenir (Şekil 9,14).



Şekil 10: Çalışma alanının kuzeyinden genel görünüm

### 3.5. Gösel tip travertenler

Gösel ortamda oluşmuş travertenler, bikarbonatça zengin suların gösel ortamlarda birikmesi bu göl ortamında kalsiyum karbonatı çökeltmesiyle oluşmuşlardır. Göl ortamı ile teras tipi travertenlerin teras içindeki ortamı benzer özellikler taşır, durgun bir su ortamı yada laminer bir su akımı vardır. Bu nedenle bu tip travertenlerin laminaları oldukça düzgündür. Göl kenarlarında ortam enerjisinin fazla olması nedeniyle travertenin detritik içeriği artar. Sıcak su kaynağına yakın bölgelerde zaman zaman hızlı çökeltme nedeniyle göl



su seviyesinin üzerinde karbonat çökelişi gerçekleşir. Sırt tipi ve teras tipi travertenlerde olduğu gibi bu tip bölgelerde yerinde bresleşme yapıları, traverten laminalarında öndülasyon ve sıcak suyun akma düzlemine paralel traverten laminaları gelişir. Bu bölgelerde traverten seviyesinin kalınlığı 90 metreye kadar ulaşmaktadır (Düzçalı Sırtı, Domuz Dersi, Ege Maden)

Bikarbonatça zengin jeotermal suyun piesometrik seviyesindeki değişimler ya da suyun bikarbonat içeriğindeki değişimler nedeniyle traverten çökelişinde duraksamalar olmuştur. Bu dönemlerde travertene çok düzgün tabakalanmalı sakin durgun bir göl ortamını karakterize eden killer, daha yüksek enerjili bir ortamı temsil eden çakıllı seviyeler arakatlı olarak eşlik etmektedir.

Çalışma alanında stratigrafik olarak Taşkestik, Killik, Sarıkaya ve Kocabaş traverten seviyeleri olmak üzere dört farklı gösel traverten seviyesi ayırtlanmıştır.

Yaş sırasıyla; Taşkestik traverten seviyesi normal fayların yükselen bloklarında (Taşkestik Tepe, Düğdüllü Tepe, Kepez Tepe), Killik ve Sarıkaya traverten seviyeleri normal fayların düşen bloklarında yer almaktadır (Düzçalı Mevki, Düzçalı Sırtı Killik Tepe, Sarıkaya Mevki Domuz Dersi). Kocabaş traverten seviyesi ise çalışma alanının en düşük kotlarındaki çöküntü alanlarında yer almaktadır (Kocabaş, Kocaçukur, Kocadüz, Güneyyatak Tepe, Büyükkestel Tepe ve Küçükkestel Tepe mevkileri) (Şekil 10,13, 14).

### **Taşkestik traverten seviyesi**

Taşkestik Traverten seviyesi çalışma alanında Etence Tepe, Kepez, Taşkestik Tepe, Belevi Köyü, Düğdüllü Tepe mevkilerinde gözlenmektedir

Taşkestik traverten seviyesinin tabanında Kızılburun formasyonu yer almaktadır. Kızılburun formasyonu bu bölgede karbonat çimentolu yer yer de çimentosuz çakıltaşları ile temsil edilmektedir. Çakıltaşları iyi yuvarlaklaşmış, kötü boylanmış çapraz tabakalanmadır. Çakıl boyutları 1-5cm arasında değişir. Çakıltaşı bileşenlerini çört Mesozoyik yaşlı kireçtaşı, Gnays, ofiyolitik kaya çakılları oluşturur.

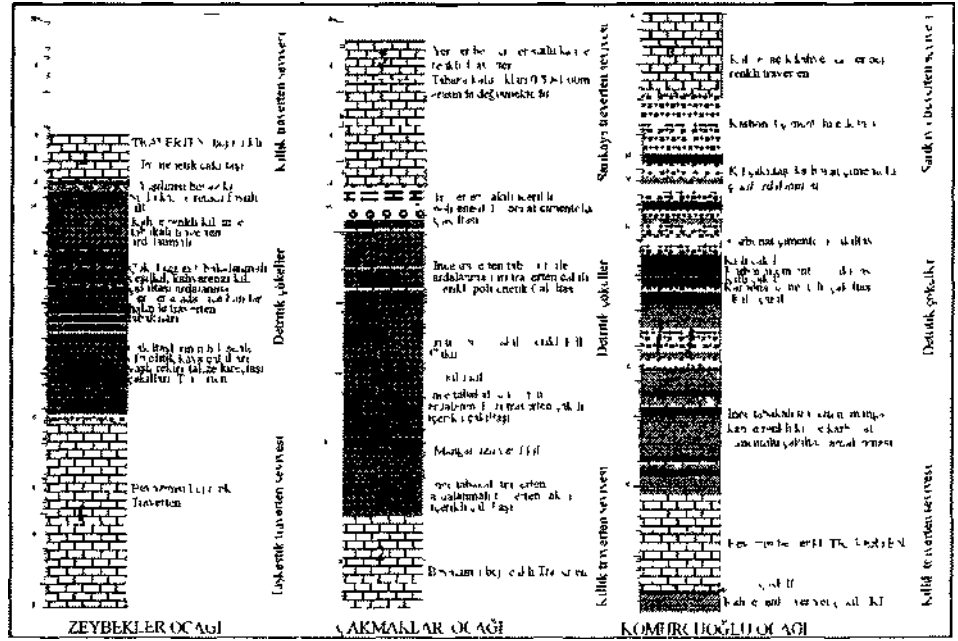
Seviyenin üzerinde Killik Tepe, Naldöken mevkilerinde yaklaşık 20 metre kalınlığında detritik çökeller gözlenmiştir. Detritik çökeller ince traverten tabakaları ile ardalanmalı yeşilimsi beyaz yer yer kahve renkli killer ve kil ardalanmalı çakıltaşı seviyeleri ile temsil edilmektedir. Normal fayların yükselen bloklarının yer aldığı Etence Tepe, Kepez Tepe, Taşkestik Tepe, Belevi ve Düğdüllü mevkilerinde ise seviye üzerinde birim gözlenmez. Bu durum traverten seviyesi üzerindeki birimlerin yükselen bloklarda ya hiç çökemediğini ya aşınmış olduğunu göstermektedir (Şekil 11, 14).

Taşkestik Seviyesinin kalınlığı 4-12 metre arasındadır. Seviyenin rengi beyazımsı bej olup oldukça düzgün laminalıdır. Etence mevkinde batıya doğru, Killik Tepenin güneyinde Metamer Ocağı'nın güneyinde seviyenin kil içeriğinin arttığı belirlenmiştir. Etence mevkinde tabaka içinde değişik seviyelerde bitki kalıntı izleri gözlenmiştir. Bu izlerin fazlalığı seviyenin ekonomik değerini olumsuz etkilemektedir.

Taşkestik Traverten seviyesi Killik Tepe'nin güney batısın da yer alan Balık Dereden itibaren alüvyonun altına dalar ve daha batıda yüzlek vermez (Şekil 10, 14). Çakmaklar ocağının güneyinde Killik Traverten seviyesinin altında yapılan sondajda 23 metrede

traverten seviyenin kesilmesi bu seviyenin güney batıya doğru devam ettiğini göstermektedir (Şekil 14).

Traverten seviyesi Etence Tepe ile Taşkestik Tepe arasında K60°B doğrultulu 80° güneye eğimli fayların etkisiyle atıma uğramış olup fayların kuzey blokları yükselmiş, güney blokları düşmüştür. Seviyeyi etkileyen diğer bir fayda Düğdüllü Tepenin güneyinde yer almaktadır. Fay D-B doğrultulu olup 80° güneye eğimlidir. Fayın kuzey bloğu yükselmiş güney bloğu düşmüştür. Fay hattı boyunca düşey atım sonucu Oligosen yaşlı kumtaşı birimi ile Sankaya travertenini yan yana gelmiştir. Bu fayın kuzeyinde yamaç molozu tarzında Taşkestik traverten seviyesinden türeme traverten blokları gözlenir. Bu bölgede traverten üretimi bu bloklardan yapılmaktadır. Bu yörede gözlenen diğer bir fay ise Düğdüllü tepenin doğusunda yer almaktadır. Fay K30°D doğrultulu dik konumlu olan fayın doğu bloğu yükselmiş batı bloğu ise düşmüştür. Fayın yükselen bloğunda yaşlı kireçtaşları yüzeyleşmiş olup düşen bloğunda ise Taşkestik traverten seviyesi yer almaktadır (Şekil 14).



Şekil 11: Zeybekler, Ege Maden, Çakmaklar ve Kömürçüoğlu Ocakları ölçekli dikme kesitleri

### Killik Traverten Seviyesi

Killik traverten seviyesi çalışma alanı içerisinde Killik Tepenin güney ve güney batısı ile iğdeli Mezarlığının kuzeyi ve Düzçalı mevkiinde yüzlek vermektedir. Bu seviye içerisinde traverten üretimi Ege maden, Çakmaklar, ilik, Alimoğlu ve Kömürçüoğlu şirketleri tarafından yapılmaktadır (Şekil 10,12, 14).

Killik traverten seviyesi çalışma alanının güneyinde kırmızımsı kahve killerin, kuzeyinde ise karbonat çimentolu konglomeraların üzerinde yer almaktadır.

Killik traverten seviyesinin üzerinde 17-34 metre kalınlığında detritik çökeller gözlenmiştir. Seviye üzerindeki detritik çökeller yer yer ince traverten tabakaları ile ardalanmalı karbonat çimentolu çakıltaşları, tane destekli çakıltaşları, çok düzgün ince tabakalı yeşil killer ve kahverengi kil ardalanmasından oluşmaktadır. Killik Tepenin batısında çoğun gastropod fosillerinden oluşmuş 1 metre kalınlığına kumlu çakıllı bir seviye gözlenmiştir. Detritiklerin içindeki killer çok düzgün tabakalanmalı olup sakin bir göl ortamı niteliklerini yansıtmaktadır. Çakıltaşlarının bileşenlerini çoğun Mesozoyik yaşlı kireçtaşı, ofiyolitik kaya, çörtler ve alttaki travertenden türeme traverten çakılları oluşturmaktadır. Çakıl boyutları 1-2 cm. olup detritikler içinde yer alan traverten parçaları yer yer 20 cm'yi bulmaktadır. Çakıltaşları kötü boylanmalı iyi yuvarlaklaşmış ve çapraz tabakalanmalıdır. (Şekil 11). Bölgede bu detritiklerin üzerinde Sarıkaya traverten seviyesi yer almaktadır.

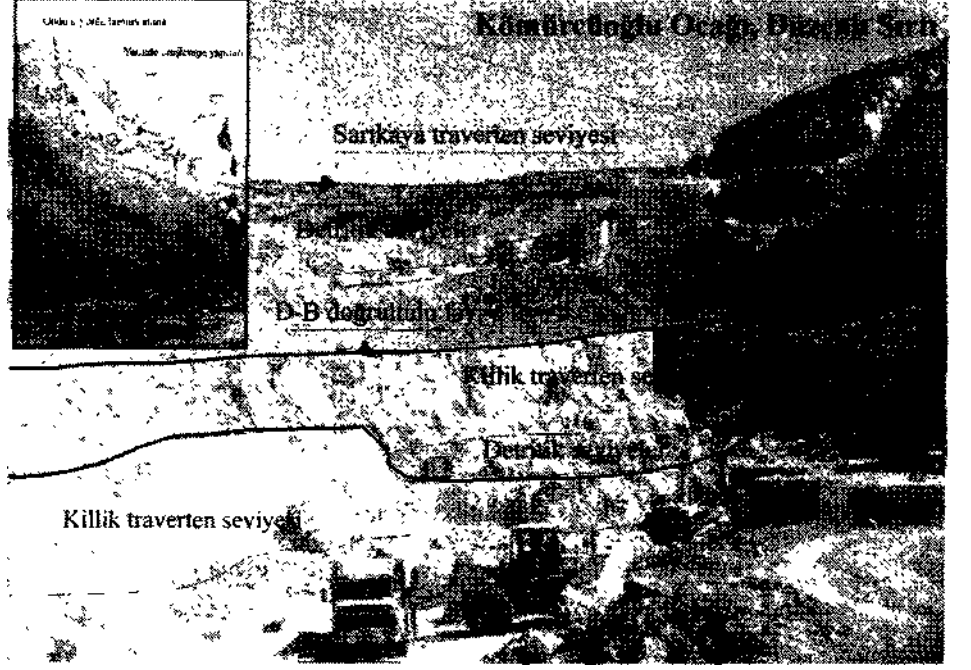
Seviyenin ortalama kalınlığı 4-30 metre arasında değişmektedir. Killik traverten seviyesi açık bej renkli olup çok düzgün laminalanmalıdır. Seviyenin faylardan etkilendiği bölgelerde demir ve mangan boyamaları ile birlikte seviyenin renginde koyulaşma izlenmektedir. Traverten tabakası içinde yer yer değişik seviyelerde bitki kalıntı izleri gözlenmiştir.

Domuz deresinde, Ege Maden ocağının kuzeyinde, ve Düzçalı Sirtında Killik ve Sarıkaya traverten seviyeleri arasında ayırtlanmış olan detritik seviyeler gözlenmemiştir (Şekil 12). Bu bölgelerde seviyenin kalınlığı Sarıkaya traverten seviyesi ile birlikte 80-90m.'dir. Traverten seviyesinin kalınlığının arttığı bu bölgelerde seviye tavanında yersel bir uyumsuzluk gözlenmekle birlikte seviyenin laminaları 30°-45°'lik eğim kazanabilmektedir. Ayrıca bu bölgelerde seviye içinde aşınma, breşlerime ve tekrar kendi malzemesi ile çimentolanma yapıları gözlenmektedir (Şekil 12). Bu çökeltme izleri kalsiyum karbonatın hızlı çökeltmesi nedeni ile seviyenin zaman zaman göl su seviyesinin üzerinde kaldığını aşınıp tekrar kendi malzemesi ile çimentolandığını göstermektedir.

Seviye içindeki çatlak düzlemleri K60B ve D-B doğrultuludur. Bu genişleme çatlaklarının bazılarının içinde travertenle çimentolanmış çakıltaşları yer almaktadır. Çatlak çeperlerinde ikincil mineralleşmeler gözlenmiştir. Bazı çatlaklarda ise ikincil yatay konumlu traverten tabakacıkları gelişmiştir, ikincil yatay konumlu traverten tabakacıklarının gelişimi bu çatlakta su akım yönünün yatay olduğunu göstermektedir.

Killik Traverten seviyesi 7°'lik bir eğimle Kokaksu Pınan'dan sonra alüvyonun altına dalar. Kuzeyde eğim atım normal faylara bağlı olarak, Düzçalı Mevkiinde mostra verir. Killik traverten seviyesindeki blok üretimi bu bölgede Kömürcüoğlu tarafından yapılmaktadır. Tilki Deresinde Sarıkaya ve Killik Seviyeleri Kızılburun formasyonu ile faylı dokanağa sahiptir. Domuz Deresi'nden daha batıya doğru Killik traverten seviyesi Taşkestik traverten seviyesini üstlemektedir (Şekil 14).

Düzçalı mevkiinde doğu batı yönlü faylarının etkisi oldukça net bir şekilde gözlenmektedir. Bu bölgede bir dizi D-B doğrultulu, güneğe eğimli 5-10 metre atımlara sahip normal faylar tespit edilmiştir. Killik ve Sarıkaya seviyeleri bu D-B doğrultulu fayların etkisiyle toplamda yaklaşık 100 metrelik bir atım kazanmıştır. Fay zonlarında ezilme, breşleşme, mangan ve boyamaları gözlenmektedir. Ayrıca fay zonlarında traverten seviyelerinden ve alttaki yaşlı seviyelerden türeme çakıllar travertenle çimentolanmış şekilde bulunmaktadır. Faya yaklaştıkça çakıl boyutları artmaktadır.



Şekil 12 : Görsel tip travertenlerde gözlenen anormal kalınlaşma ve seviyenin kalınlaştığı bölgede gelişmiş ondülasyonlu lamina ve yerinde breşlenme yapıları Kömürçüoğlu Ocağı, Düzçah Sırtı

### Sankaya Traverten Seviyesi

Sankaya traverten seviyesi Killik Tepe, Domuz Deresi, Naldöken, Sankaya, Sankaya Sırtı, Düzçah Sırtı ve Düzçah Mevkilerinde yüzlek vermektedirler. Bu traverten seviyesinde çalışan ocaklar, Başaranlar, Denizli çimento ve Modül Mermer firmalarına aittir (Şekil 14).

Sankaya traverten seviyesi Düzçah Mevkiinde karbonat çimentolu çakıltaşlanım üzerinde, güneyde Killik Tepe ve çevresinde ise yer yer killi yer yer karbonatlı killi çakılı birimlerin üzerinde yer almaktadır.

Sankaya traverten seviyesinin kalınlığı 4-40 metredir. Havzanın kuzeyine doğru traverten seviyesi kalınlığının azaldığı, güneyine doğru arttığı belirlenmiştir. Seviye Killik ve Taşkestik traverten seviyelerinden daha açık renkli olup genellikle bol bitki kalıntıları içerir. Sankaya ve Sankaya Sırtı Mevkilerinde ekonomik anlamda önemli olabilecek kalınlığa ulaşmaktadır.

Sankaya traverten seviyesi kuzeyde Domuz Deresinde mercetlenmektedir (Şekil 14). Doğuda ise dokanağı muhtemel faylı olup Tilki Deresinden daha doğuda seviye gözlenmemiştir. Killik Tepe ve Domuz Dere'nin kuzey batısında havzadaki yükselmelere bağlı olarak ya çökelmemiş, ya da aşınmıştır (Şekil 13, 14).

Traverten tabakası genellikle yatay konumlu olmasına karşın Sankaya mevkiinde güney batıya doğru 5°'lik bir eğime sahiptir.

Seviye Düzçalı Mevkiinin güneyinde, doğu-batı doğrultulu fay ve tali faylarla, düşey yönde yaklaşık 100 metrelik atım kazanmıştır

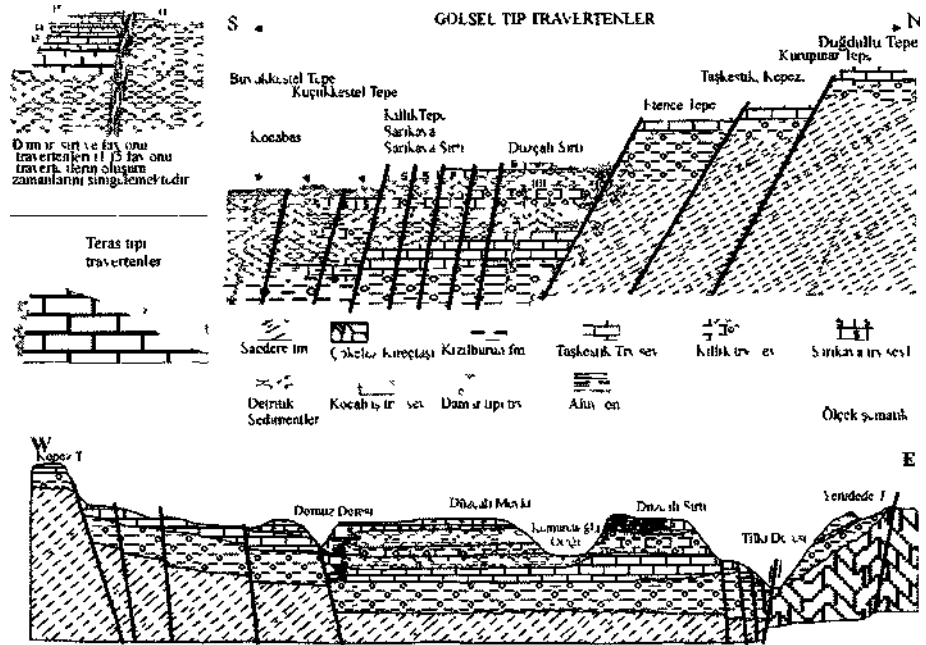
### Kocabaş Traverten Seviyesi

Kocabaş traverten seviyesi çalışma alanı içerisinde Kocabaş, Kocaçukur, Kocadüz, Güneyyatak Tepe, Büyükkestel Tepe ve Küçükkestel Tepe mevkilerinde gözlenmektedir (Şekil 14)

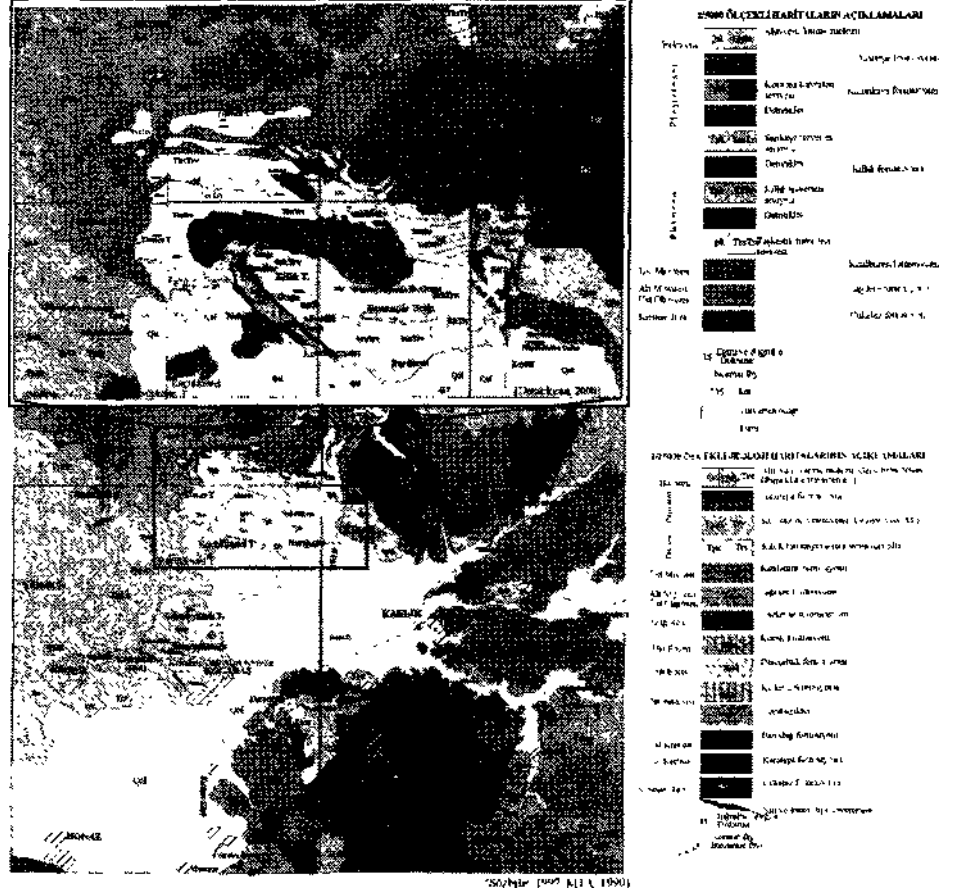
Traverten seviyesi çakıltaşı, kiltası, kumtaşı, ardalanmasından oluşan, Şimşek (1984)<sup>6</sup> tarafından adlandırılan Kolonkaya Formasyonunun üzerinde yer almaktadır.

Traverten kalınlığı 2-15 metre arasında değişmekte olup güneye doğru Kocadüz Kocaçukur mevkilerinde seviyenin kalınlığı artmaktadır. Travertenin rengi beyaz olup diğer yaşlı travertenlere kıyasla daha yumuşaktır.

Kocabaş traverten seviyesi Kocaçukur ve Kekikli Tepe mevkilerinde K60°B doğrultulu faydan etkilenmişler ve fayın kuzey bloğu yükselmiş, güney bloğu düşmüştür. Fay boşluğu içinde damar tipi traverten (bantlı traverten) gelişmiştir. Fayın kuzeyinde sırt tipi traverten gelişirken fayın güneyinde fay ölü traverten tipi gelişmiştir. Seviye içinde bir diğer damar ve sırt tipi traverten de May aş ocağında gözlenmiştir (Şekil 14)



Şekil 13' Denizli travertenlerinin tipomorfolojik ve jeolojik sentetik kesiti



Şekil 14: Çalışma alanı ve çevresinin jeolojik haritası

#### 4. SONUÇLAR

Çalışma alanında yer alan travertenler, morfolojik ve litolojik özelliklerine göre; Gölsel, Damar, Sırt fay önü , Teras ve Kanal tipi olmak üzere beş gruba ayrılmış ve tipik özellikleri tanımlanmıştır. Gölsel ortamda oluşmuş travertenler Laminaların oldukça düzgün oluşu, laminalar arasında düzenli gaz boşluklarının oluşu ile diğer traverten tiplerden, içerisinde ender olarak bitki fosillerinin bulunuşu ve başkaca mikro ve makro fosil barındırmaması ile gölsel kireçtaşlarından ayrılırlar.

Traverten oluşumunu 90-120° doğrultulu kırık hatları denetlemektedir.

Traverten oluşumunda akışkanın kimyasal özellikleri, ortamın termodinamik özellikleri etkin rol oynarken travertenin morfolojisinde bu özelliklerinin yanı sıra suyun hidrodinamik özelliğinin, yörenin topoğrafik ve jeolojik morfolojisinin de önem kazandığı belirlenmiştir. Damar tipi travertenlerde, traverten bantlarının damar çeperlerinde damar merkezine oranla daha fazla ondülasyonlu oluşu kırık oluşumunun ilk dönemlerinde akışkan hızının değişkeni iğinden kaynaklanmaktadır.

Bölgede yaşlıdan gence doğru dört gösel traverten seviyesi; Taşkestik, Killik, Sankaya ve Kocabaş traverten seviyeleri ayrılanmıştır. Bu seviyelerin kalınlıkları 4-30 metre arasında değişmektedir. Ocaklardan güneye doğru bu seviyelerin kil içeriğinin artması kuzeye doğru ise kum ve çakıllı seviyelere geçiş göstermeleri bu seviyelerin havza kenarında oluştuğunu ortaya koymaktadır.

Düzçalı Sırtı, Domuz Deresi ve Ege Maden Ocağının bulunduğu bölgelerde traverten seviyesinin 90 metre kalınlığa ulaşması, seviyenin kalınlaştığı bu bölgelerin 90° doğrultulu faylar üzerinde yer alması, bu bölgelerde moloz tarzında karbonat yığılımları, yerinde çimentolarına yapılarının gelişmesi, sırt ve fay önü traverten tiplerine benzer yapıların gelişmesi, bulguları gösel traverten oluşumunda sıcak su kaynaklarının gösel travertenlerin oluşumunu kontrol ettiğini güçlendirmektedir.

Çalışma alanın kuzeyinde gözlenen 90° doğrultulu normal fayların travertenleri atıma uğratması, bu fay yakınlarında traverten seviyelerinde gözlenen anormal kalınlaşmalar ve traverten seviyeleri arasında gözlenen detritikler içinde alttaki traverten seviyelerinden türeme çakılların bulunması bu fayların sedimantasyonla eş yaşlı olduğunu ortaya koymaktadır.

Gösel ortamda oluşmuş travertenli serinin stratigrafik konumlarının diğer birimlerle korelasyonu sonucunda daha önceki araştırmaların çalışmaları ile uyumlu olarak alanımızdaki gösel travertenlerin yaşının Alt Pliyosen-Pleistosen yaşında olduğu ve günümüzde de devam etmekte olduğu sonucuna varılmıştır.

## 5. KAYNAKLAR

1. **Altınlı, İ.,E.,** Yer Bilimleri Sözlüğü Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Yayınlarından No. 195, (Ankara) 1175p, (1986).
2. **Julia, R.,** Travertines In Carbonates Depositional Environments (eds) Scholle, P.A., Bebout, D.G. & Moore, C., H., AAPG, Tulsa Oklahoma, USA. (1983).
3. **Altınel, E.,** Pamukkale Travertenlerinin Morfolojik Özellikleri Yaşları Ve Jotektonik Önemleri, Bull. Min.Res.Exp.Inst.no.118. P. 47-63, (1997).
4. **MTA,** Geological map of Turkey. 1/500 000 Denizli sheet. (1964).
5. **Sözbilir, H.,** Stratigraphy and Sedimentation Of The Tertiary Sequences In The Northeastern Denizli Province (Southwest Turkey). Applied Sciences of DEÜ., Thesis of PhD. P.195. (1997).
6. **Şimşek, Ş.** Denizli-Kızıldere-Tekkehamam-Tosunlar-Buldan-Yenice Alanının Jeolojisi ve Jeotermal Olanakları. MTA, Project No: 7846, ANKARA. (1984).
7. **Ercan, T., Dinçel, A., Günay, E., & Türkecan** Uşak Yöresinin Jeolojisi Ve Volkanitlerinin Petrolojisi. MTA, Report No: 6354, ANKARA, (1977).
8. **Sun, R., S.** Denizli Uşak Arasının Jeolojisi ve Linyit Olanakları, izmir MTA Report no. 9985, (1990).
9. **Demirkıran, Z.** Geochemical Properties Of Travertines Around Kaklık-Denizli Region Applied Sciences of DEÜ. Thesis of PhD. P.195. (2000).
10. **Butler and Ison** Corrosion and its prevention in waters, (1966)
11. **MTA,** Geological map of Denizli-Kaklık region. 1/25 000 M22 b 1. b2. b3 and b4 sheet, mapped by Göktaş, F., Report no. 9114, (1990).
12. **Tchihatcheff, P., D.,E.** Asie Mineure (Description Physique, Quatrième Partie Geologie in, p.552, Paris(1869).

