



Özgün Niteliklere Sahip Travertenler ve Önemleri: Sivas Yöresi Travertenlerinden Örnekler

Travertines with original features and their importances: Examples from the Sivas travertines

B. Levent MESÇİ

*Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140, Sivas
(e-posta: mesci@cumhuriyet.edu.tr)*

ÖZ

Kimyasal ve/veya biyokimyasal süreçler sonucunda sıcak suların çökelttiği kayaçlar olan travertenler, çok uzun zaman aralıklarında ve çok özel jeolojik süreçlerle oluşmaktadırlar. Turizm açısından öneme sahip ve nadir özellik taşıyan az sayıdaki traverten alanının koruma altına alındığı bilinmekle beraber, jeomiras özelliği taşıyan çok sayıdaki traverten alanının denetimden uzak biçimde taş ocakları olarak işletildikleri görülmektedir.

Travertenler ve traverten sahaları sahip oldukları aktif tektonik veriler ve jeolojik nitelikleri bakımından bilimsel araştırmalar ve yerbilimi eğitimi açısından oldukça büyük bir öneme sahiptir. Traverten yüzeylemelerinin önemi yerbilimleri ile sınırlı kalmayıp aynı zamanda arkeolojik, antropolojik ve turizm değerlerinin de bulunduğu bilinmektedir. Dolayısıyla traverten oluşumlarının taş ocakları olarak işletilmeye açılmadan önce önemleri dikkatli bir şekilde değerlendirilerek özgün niteliklerinin bulunup bulunmadığının belirlenmesi gerekmektedir. Bu değerlendirme sonucuna göre özgün nitelikleri bulunan traverten alanları koruma altına alınarak tahribatları önlenmeli ve jeomiras olarak değerlendirilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Aktif tektonik, antropoloji, arkeoloji, Traverten, Sivas

ABSTRACT

Travertine is sedimentary rock which formed under chemical and/or biochemical processes from geothermal waters and consists very long time periods and very special geological processes. Well-known travertine areas are now under protection but majority of travertine areas is remote from any control and operating and used as quarry. Travertine and travertine areas has an great important in terms of their active tectonics data, geological characteristics, earth science education and scientific researches. The importance of travertine outcrops is not limited with earth science. Travertines have also archaeological, anthropological and touristical values.

Importance of the travertines should be carefully evaluated before they are operated as an quarries in order to determine the presence or absence of its original features. According to the results of this evaluation the original features travertine areas should be protected and avoided from damages.

Keywords: Active tectonics, antropology, archeology, Sivas, Travertine

GİRİŞ

Yeryüzünün jeolojik yaşam sürecinde meydana gelen fosil, kayaç ve yer şekilleri gibi oluşumları içine alan doğal anıtlara jeomiras denilmektedir. Oluşumları milyonlarca/ milyarlarca/ yıl süren estetik, nadir, bilimsel ve ekonomik değerleriyle bu anıtlar yeryuvarlağı tarihinin arşivini oluşturmaktadırlar. Nitekim bugün jeomiras olarak koruma altına alınamayan çok sayıdaki doğal anıt insan eliyle tahrip ya da yok edilmektedir. Bunun için Türkiye’de jeomiras alanların tespit edilmesi, doğal ve kültürel kaynakların korunmasını içeren ve kırsal kalkınmayı hedefleyen jeoparkların sayısının artırılması ve bu doğal anıtları koruyacak yasal düzenlemelerin yapılması son derece önemlidir.

Dünyada jeomiras açısından korunmaya değer önemli kayaç grubundan birini de travertenler oluşturur. Tatlı kaynak sularının karbonat çökeli olan travertenlerin bulunduğu Yellowstone (ABD) ve Pamukkale (Denizli) gibi alanlar, doğal güzellikleri, turizm çekicilikleri ve jeolojik nitelikleri başta olmak üzere birçok özellikleri nedeniyle koruma altına alınmışlardır. Bilinen bu traverten alanları dışında Sıcak Çermik, Delikkaya, Sarıkaya, Ortaköy (Sivas), Reşadiye (Tokat), Diyadin (Ağrı), Eskipazar (Karabük), Ereğli (Konya) ve Terme (Kırşehir) gibi traverten sahaları çok az tanınmakta ve bu alanların korunmalarına yönelik herhangi bir düzenleme bulunmamaktadır. Üstelik bu traverten alanlarının büyük çoğunluğu yapı taşı olarak kullanılmak üzere herhangi bir denetim yapılmadan plansız olarak işletilerek tahrip edilmektedirler. Oysa ki

yüzeyle ulaşan bütün yeraltı sularından traverten çökelemez. Bu durum, travertenlerin yeryüzünde ender olarak gözlenen kayaçlar olduğu anlamını taşır. Turizm özellikleri ile birlikte üzerlerinde bulunan jeolojik, arkeolojik ve antropolojik özellikleri de travertenleri önemli bir kayaç grubu durumuna getirmektedir. Bu çalışma ile özgün nitelikleri bulunan travertenlerin önemleri ve neden koruma altına alınması gerektiği Sivas’ta bulunan ve jeomiras açısından korunmaya değer alanlardan biri olan traverten sahaları (Sıcak Çermik, Delikkaya) örneklendirilerek tartışılmıştır.

TRAVERTEN TANIMI VE ETİMOLOJİSİ

Traverten terimi için birçok araştırmacı aralarında çok az farklılık bulunan farklı tanımlamalar yapmıştır. Julia (1983) travertenini “*bataklıklarda, küçük nehirlerde, kaynaklarda (karstik, hidrotermal) genellikle kabuk bağlama (biyokimyasal çökeltme ve/veya çimento çökeli) şeklinde oluşan kalsiyum karbonat yığılımları*” biçiminde tanımlamaktadır. Chafetz ve Folk (1984) “*kaynak sularından organik ya da inorganik evreler ile çökeltilen tatlisu karbonatlarının bir türü*” olarak ifade etmişlerdir. Bates ve Jackson (1980) ise “*yüzeyle ve yeraltı sularında bulunan kalsiyum karbonatın hızlı kimyasal çökeli ile oluşan, çoğunlukla lifsi ya da konsantrik yapıya sahip beyaz, sarımsı kahverengi ya da bej renkli, yoğun, iyi kristallenmiş masif ya da konsantrik kireçtaşlarıdır*” biçiminde tanımlarken, süngerimsi daha az kompakt traverten çeşidini ise tufa olarak tanımlamışlardır. Guo ve Riding (1998), “*Travertenler su kaynaklarından*

çıkan bikarbonat ve kalsiyumca zengin yer altı sularından oluşan kireçtaşlarıdır” biçimindeki tanımı benimsemişlerdir.

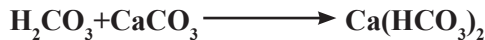
Traverten terimi terminolojik olarak Roma'nın doğusunda, eski bir yerleşim yeri olan Tiber'dan (Tivoli) Latince'ye bir kayaç ismi *Lapis Tiburtinus* (*Lapis*:Latince'de taş anlamına gelmektedir, *Lapis Tiburtinus*:Tiburtinus Taşı) olarak geçmiştir. *Lapis Tiburtinus*, Latince'de zaman içerisinde değişerek *tivertino* sözcüğüne dönüşmüştür. *Tivertino*, İtalyan diline *travertino* olarak yerleşmiştir. Fransızca'ya *travertiné* olarak geçen sözcük Türkçe'ye ise *traverten* olarak yerleşmiştir.

TRAVERTENLERİN ÇÖKELİMLERİ VE SINIFLANDIRILMASI

Kimyasal ve/veya biyokimyasal yolla oluşan travertenlerin içerisinde zaman zaman aragonit, opal, kil ve kuvars mineralleri bulunmasına karşın birincil minerali kalsittir. Travertenlerin kimyasal çökeliminde yüzey ve/veya yeraltı suları, atmosferik koşullar etkisi altında ya da çevre kayaçlardan etkileşim yolu ile bünyelerine CO₂ alarak, karbonik asit bakımından zengin bir duruma geçer.



Karbonik asitçe zengin bu sular yeraltındaki dolaşimleri sırasında CaCO₃ bileşimli kayaçlarla etkileşerek kalsiyum bikarbonatça zengin bir bileşim kazanır.



Özellikle tektonik süreksizlik düzlemleri (fay ve çatlak sistemleri) aracılığı ile yüzeye ulaşan kalsiyum bikarbonat bakımından zengin suların üzerlerindeki dış basıncın düşmesi ve su içerisindeki karbondioksitin atmosferdeki karbondioksit ile dengede olmaması nedeniyle,

atmosferdeki karbondioksit ile yüzeye ulaşan su içerisindeki karbondioksit arasındaki oran dengeye gelinceye kadar su bünyesindeki karbondioksiti kaybeder. Bu nedenle su içerisindeki CO₂'nin ayrılması nedeniyle bikarbonat bileşimi parçalanır ve traverten çökelimi gerçekleşir.

Biyokimyasal yolla travertenler oluşurken CO₂'in bir kısmı atmosfere karışırken bir kısmı da alg'lerce alınır. Karbondioksit algler tarafından harcanırken CaCO₃'tan oluşan zar şeklinde bir çökelim gelişir. Alg öldükten sonra içi boş silindirik yapıdaki travertenler oluşur. Julia (1983) travertenlerin çökmesini basınç, ısı ve CO₂'in fiziksel olarak, fotosentezin de biyokimyasal olarak kontrol ettiğini belirtmektedir.

Travertenlerin sınıflandırılmasına ilişkin çok fazla çalışma bulunmamasına karşın bazı araştırmacılar travertenleri bitki içerikleri, çökme ortamları, porozite ve morfoloji gibi unsurları esas alarak sınıflamışlardır. Bu çalışmacılardan Russell (1882), Pleyistosen Lake Lahontan Havzası'ndaki (Nevada, USA) tufaları lithoid, thinolitic ve dentritik olmak üzere üçe ayırmıştır. Bu sınıflamayı yaparken bir çökel havzasındaki eğimli bir yamaç üzerinde çökelen travertenleri *lithoid*; lithoidik travertenlerin çökeliminden sonra su seviyesinin düşmesini izleyen dalga hareketleriyle çökelen travertenleri *thinolitiktufa*; katı bir taneciğin etrafında tane yüzeyine dik biçimde oluşan tufa çeşidini ise *dentritiktufa* olarak tanımlamıştır. Russell (1882), bu üç tufa çeşidinin merkezde lithoid olmak üzere dışa doğru thinolitic ve dentritiktufaların birlikte çökelmeleriyle de mantar şeklinde tufa domlarının oluştuğunu belirlemiştir. Scholl (1960), Russell'in (1882) sınıflamasını benimsemiş ve bu sınıflamaya bazı eklentiler yaparak 7 tip traverten çeşidi tanımlamıştır. Bu araştırmacıların yanı sıra Irion ve Muller (1968) ve Buccino vd., (1978) İtalya'da travertenleri bitki içeriklerine göre sınıflandırmışlardır. Daha

sonra Pedley (1990) travertenlerin çökeldiği topoğrafyayı göz önüne alarak *topografik eğimin* $<10^\circ$ olduğu yerde çökelen travertenler; *topografik eğimin* $>10^\circ$ olduğu yerde çökelen travertenler ve *klastik travertenler* olmak üzere travertenleri üçe ayırmıştır. Herlinger (1981), Amerika-Idaho’da morfolojiyi göz önüne alan ilk sınıflamayı yapmıştır. Herlinger’e (1981) göre travertenler; *çember şeklinde konik ve eğimli (mound) kubbe şeklinde travertenlerden* oluşmaktadır. Julia (1983) travertenlerin sınıflandırılmasında kullanılabilir en uygun kriterin otokton ya da klastik olup olmadığına bakmak olduğunu ileri sürerek travertenleri; *yerinde (otokton) ve klastik travertenler* olmak üzere iki gruba ayırmıştır. Chafetz ve Folk (1984), morfolojiyi göz önüne alarak travertenleri:

- 1- *Şelale tipi travertenler*
- 2- *Göl çökelleri*
- 3- *Dike yakın eğimi olan kubbe, fan ya da koniler*
- 4- *Teras tipi travertenler*
- 5- *Çatlak sırtı tipi olmak üzere 5 ana sınıfa ayırmıştır.*

Guo ve Riding (1998), Rapolano (İtalya) kaplıcasında Geç Pleyistosen yaşlı travertenlerde yaptıkları çalışma ile litolojik özellikleri esas alarak 8 tip traverten tanımlamışlardır.

Altunel ve Hancock (1993), ideal bir sınıflandırmanın “farklı çevrelerde oluşan travertenlere, eski (pasif) ve yeni (aktif) traverten oluşumlarına ve değişik ölçekteki traverten kütlelerine uygulanabilmesi ve organik ya da inorganik oluşumun morfolojiye bağlı olarak gelişmesi” koşullarını sağlaması gerektiğini belirterek, travertenleri sınıflandırmada kullanılacak en uygun kriterin morfoloji olduğunu belirtmişlerdir. Altunel ve Hancock (1993a) Pamukkale (Denizli) travertenlerinde

yaptıkları çalışma ile Chafetz ve Folk (1984)’un sınıflamasına *fay önü, kendiliğinden oluşan kanal tipi ve aşınmış traverten tabakaları* olmak üzere 3 yeni traverten tipi eklemiştir.

TRAVERTEN ALANLARINDAKİ TAHRİBATIN NEDENLERİ VE BOYUTLARI

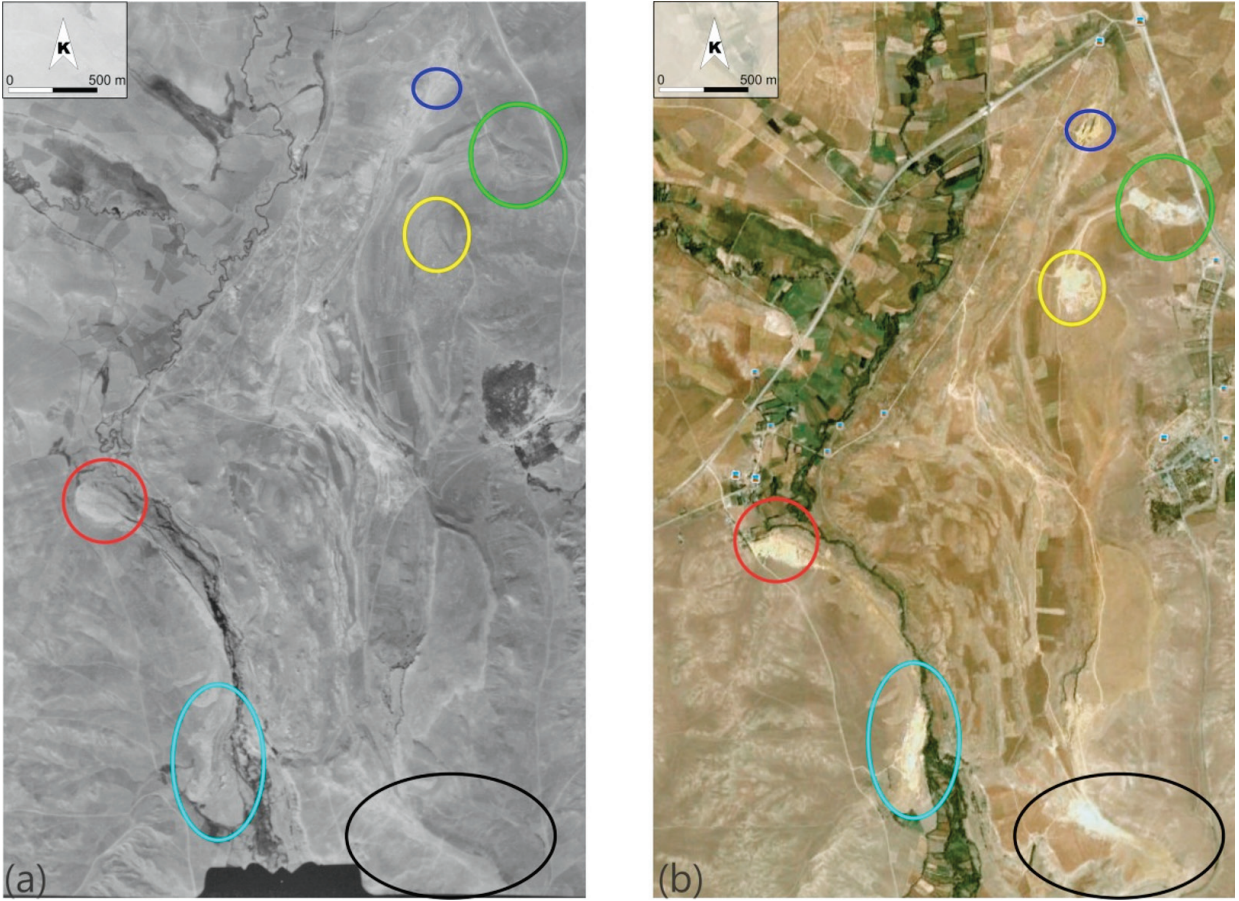
Gerek sondaj kuyularından kontrolsüz su alımı, gerekse işletilen traverten ocaklarında yapılan patlatmalar nedeniyle yer altı suyunun dinamiği bozulmakta, yüz binlerce yıl ile ifade edilen süreçler sonucunda oluşmuş ve yerbilimleri açısından doğa harikası travertenleri oluşturan sular yüzeye ulaşamamakta ve yeni travertenlerin oluşamamasına ek olarak, mevcut travertenlerin doğası da bozulmaktadır. Dünya’daki benzer örneklerine bakıldığında özgün niteliklere sahip traverten alanlarının tamamına yakın bölümünün doğal sit alanı ilan edilerek ya da Cilento Jeoparkı (İtalya) ve Sierras Subbéticas Natural Park (İspanya) gibi jeopark’lara dönüştürülerek koruma altına alındığı görülmektedir. Türkiye’de travertenlerin koruma altına alınmasıyla ilgili en tipik örnek Pamukkale travertenleridir. Hidrojeolojik, jeomorfolojik ve klimatolojik özel şartların bir araya gelmesiyle oluşan bu doğal anıt, 1988 yılında Dünya Doğal ve Kültürel Miras Listesi’ne alınmış, 1990’da Özel Çevre Koruma Bölgesi ilan edilmiş ve 1992 yılında koruma projeleri uygulamaya başlamıştır (Doğaner, 1996).

Günümüzde Türkiye’de traverten alanlarının çoğunluğunun yapıtaşı elde etmek amacıyla taş ocakları olarak işletildikleri ve tahrip edildikleri gözlenmektedir. Şekil 1’de Sıcak Çermik (Sivas) traverten sahasına ait 1980 öncesinde çekilmiş hava fotoğrafı ile Google Earth’ten elde edilen günümüz uydu görüntüsü karşılaştırılmıştır. Uydu görüntüsü

üzerindeki yüksek yansımaya değerleri gösteren alanlar taş ocağı olarak işletilen yüzeylemeleri ve bu faaliyetin oluşturduğu geri dönüştürülemez tahribatın boyutlarını göstermektedir.

Tahribatın boyutları taş ocağı işletmeciliği ile sınırlı görünmemektedir. İşletilmesi

durdurulan ya da deneme yanılma yöntemi ile önce açılıp, beklenen kalitede blok vermeyeceği anlaşılan ocaklar hemen terk edilmektedir. İşletilmesi durdurulmuş bu ocaklar çöp depolama alanları olarak değerlendirilerek termal suların kirlenmesine de neden olmaktadır (Şekil 2).



Şekil 1. Sıcak Çermik (Sivas) traverten alanının 1980 öncesine ait hava fotoğrafı (a) ve aynı bölgenin Google Earth görüntüsünde (b) günümüzdeki durumu.

Figure 1. Aerial photo of the Sıcak Çermik travertine field before 1980 (a) and recent situation of the same region on the Google Earth image (b).



Şekil 2. Sıcak Çermik (Sivas) traverten alanında terkedilmiş ve çöp depolama alanı olarak kullanılan bir ocağın görünümü.

Figure 2. A fieldview of a quarry abandoned and used as a waste storage area in the Sıcak Çermik geothermal field (Sivas).

TRAVERTENLERİN ÖNEMLERİ

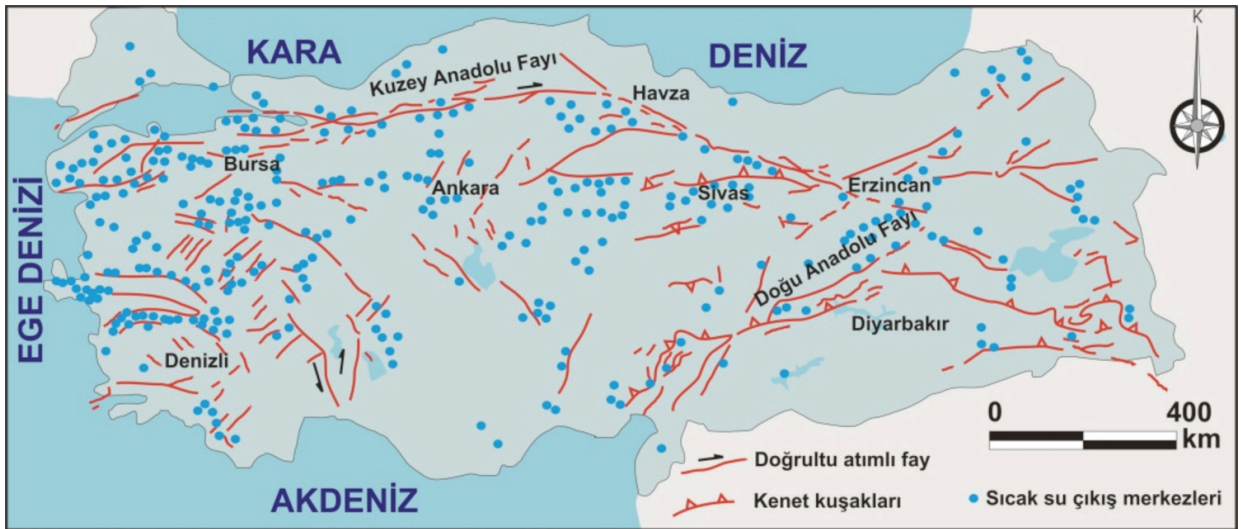
Travertenler hidrojeolojik (Bencini vd., 1977), morfolojik (Altunel, vd., 1993), klimatolojik (Soloigo, vd., 2002) ve çevresel değişimler (Mesci, vd., 2013) ile ilgileri açısından değerleri olmakla beraber, başlıca önemleri 5 ana grup altında toplanabilir.

1. Oluştukları bölgenin aktif tektonik özelliklerine ilişkin önemli bilgiler verirler: Özellikle sıcak suların yüzeye ulaşmasında çatlak-fay sistemlerinin oynadığı rol gözardı edilemez

niteliktedir. Örneğin Kuzey Anadolu Fay Zonu, Doğu Anadolu Fay Zonu ve Ege Graben Bölgesi, Türkiye'nin tektonik açıdan aktif en önemli 3 ana yapısal unsurudur. Bunlar üzerinde ve çevresinde yer alan sıcak su çıkış merkezlerinin konumsal dağılımı, tektonik ve hidrotermal etkinlik arasındaki ilişkiyi çok açık biçimde kanıtlar niteliktedir (Şekil 3). Son yıllardaki aktif tektonik ile ilgili çalışmalarda traverten oluşum alanlarının özel bir önem taşıdığı ve bu tür çalışmalarda yoğun olarak kullanılmaya başlandığı dikkati

çekmektedir. Altunel (1996), Denizli bölgesindeki travertenlerden elde ettiği verilerle bölgesel açılma oranlarının son 200.000 yıldan bu yana KD-GB doğrultusunda 0.23 ile 0.6 mm/yıl olarak geliştiğini belirlemiştir. Çakır (1999), Gediz ve Menderes grabenlerinde aktif normal fay parçalarının sıçrama yaptığı yerlerde karmaşık genişlemeli deformasyonlar nedeniyle sıcak suların yüzeye çıkarak travertenleri oluşturduğunu belirtmektedir. Karabacak (2002), Ihlara vadisindeki travertenleri morfolojik özellikleri ve kabuksal deformasyon

açısından değerlendirmiştir. Koçyiğit (2003a), Karakoçan fay kuşağındaki etkin gerilme yönleri ile traverten sırtlarının doğrultularının birbirleriyle uyumlu olduklarını ve aktif tektonik çalışmalarda kullanılabilirliğini belirtmiştir. Mesci (2008) ise Sivas havzası içerisinde yer alan travertenlerden yararlanarak travertenlerin oluşumuna neden olabilecek olası iki farklı model oluşturarak son 500.000 yıl için ortalama 0.06 mm/yıl açılma oranı belirlemiştir.



Şekil 3. Türkiye’de bulunan sıcak su çıkış merkezleri ve aktif ana tektonik hatlar arasındaki ilişki (Şimşek, 2003’den sadeleştirilerek alınmıştır).

Figure 3. Relationship between geothermal areas and main active tectonic lines in Turkey (simplified from Şimşek, 2003).

Travertenlerin morfolojik sınıflandırılması göz önüne alındığında çatlak sırt tipi, fay önü, kanal tipi ve koni tipi travertenlerin oluştuğu bölgenin aktif tektonik özellikleriyle ilgili önemli bilgiler barındırdıkları dikkati çekmektedir. Bu traverten tiplerinden özellikle sırt tipi travertenler bölgenin tektonik özellikleri ile ilgili önemli verileri kaydetmekte ve buldukları bölgenin tektonik özelliklerini yansıtma bakımından

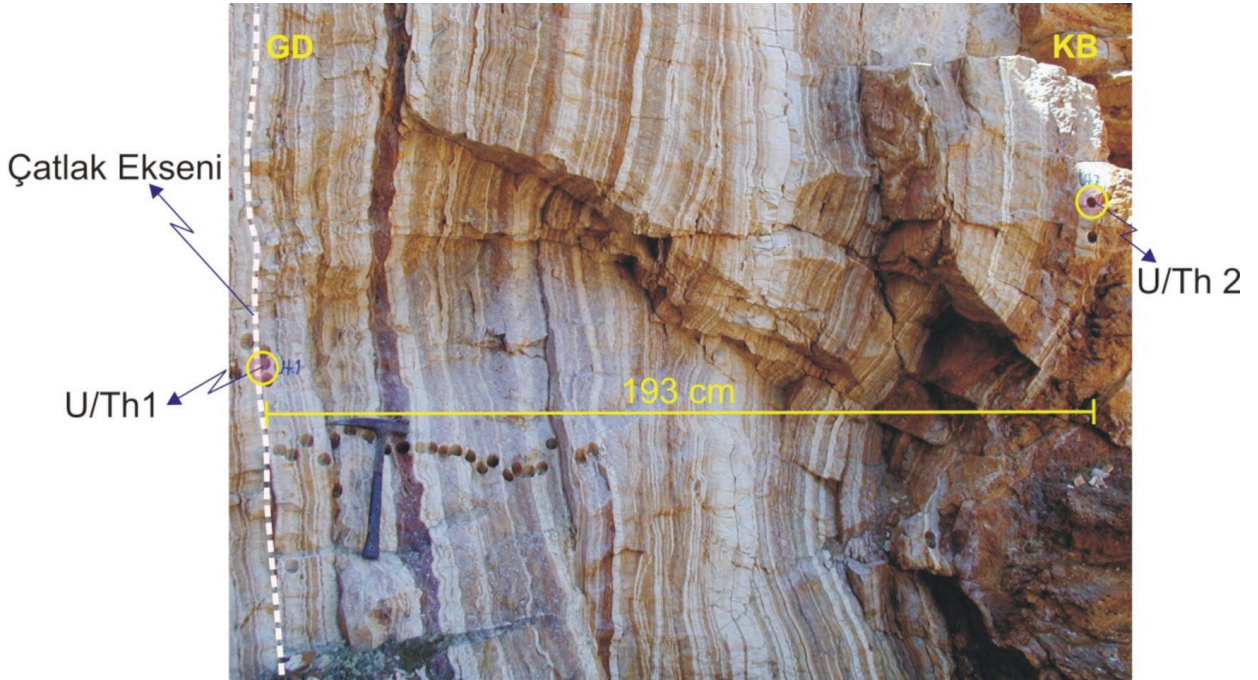
diğer traverten tipleri içinde ilk sırayı almaktadır. Sırt tipi travertenlerin çatlak eksenini dolduran bantlı travertenlerden alınan örneklerde Uranyum/Toryum yaşlandırma yöntemi uygulanarak açılma oranları saptanabilmektedir. Şekil 4’te gösterilen bantlı travertenin toplam genişliği 341 cm’dir. Çatlak ekseninde yer alan traverten bandının (U/Th1) yaşı 120.000 yıl, çatlak duvarındaki en yaşlı traverten bandının (U/Th2) yaşı ise 177.000 yıl

olarak belirlenmiştir (Şekil 4). Dolayısıyla 57.000 yıllık süreç içindeki açılma oranı 0.0598 mm/yıl olarak hesaplanabilmektedir.

2. Arkeolojik ve antropolojik önemleri bulunmaktadır: Günümüzde olduğu gibi ilkel toplulukların da çoğunlukla tedavi edici özellikleri nedeniyle sıcak sulardan yararlanabilmek için traverten sahaları ve çevresinde yerleştikleri

gözlenmektedir. Bunun en bilinen örneği Pamukkale (Denizli) jeotermal alanındaki antik Hierapolis kentidir.

Sıcak Çermik ve Delikkaya (Sivas) traverten ve jeotermal alanlarında da insan topluluklarının yaşadığını gösterir yapılar dikkati çekmektedir (Şekil 5).



Şekil 4. Sıcak Çermik'te (Sivas) bulunan bir sırt tipi travertenden yaşlandırma amacıyla alınan örneklerin görünümü (Mesci, 2004).

Figure 4. A close up view of samples taken for dating from a fissure-ridge type travertine in the Sıcak Çermik (Sivas) area (Mesci, 2004).

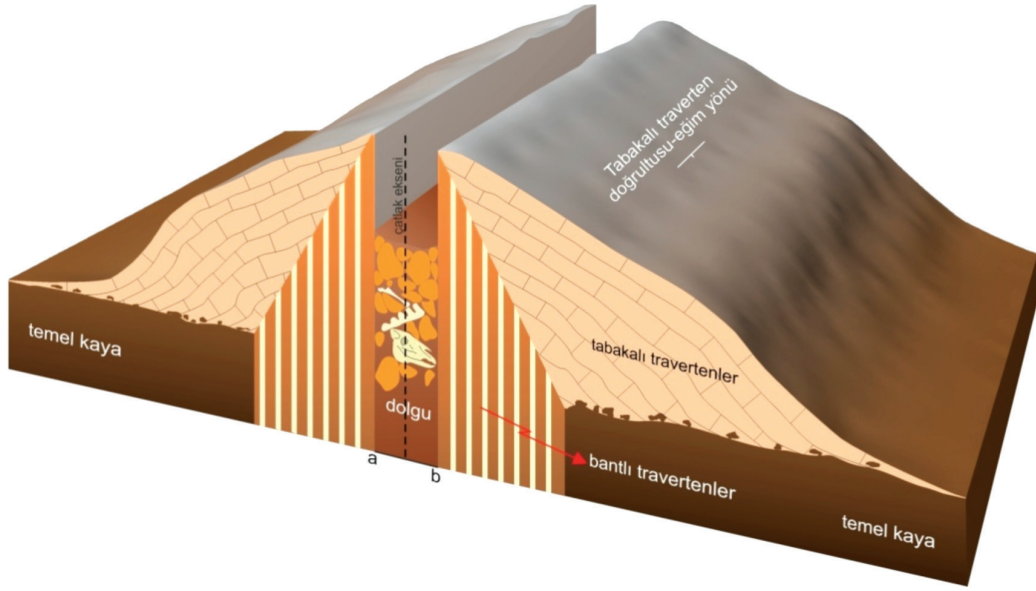


Şekil 5. Sıcak Çermik'te (Sivas) (a) ve Delikkaya'da (Sivas)(b) travertenler içerisinde yapılmış mağaraların görünümü.

Figure 5. Fieldview of human made caves digged on travertines in the Sıcak Çermik (Sivas) (a) and Delikkaya regions (Sivas) (b).

Traverten sahalarının bu arkeolojik değerlerinin yanı sıra antropolojik değerleri de bulunmaktadır. Özellikle sırt tipi travertenlerin oluşumları sırasında hidrotermal etkinlik çeşitli nedenlerle durduğunda bölgesel açılmaya bağlı olarak çatlak eksenleri genişlemeye devam etmektedir. Çatlak ekseninde yeni su çıkışı olmadığı için çatlak eksenini açılmaya devam ederken traverten oluşumu gerçekleşmemektedir. Bu nedenle hidrotermal etkinliği durmuş olan sırtlarda ana çatlak eksenini boyunca bir boşluk oluşmaktadır. Bu boşluk zamanla kayaç

parçaları, toprak ile dolmakta, bu dolgu jeotermal sızıntılarla getirilen kalsiyum karbonat ile zayıf bir şekilde çimentolanabilmektedir. Travertenlerin olduğu alanlarda yaşamını sürdüren canlılara ait kemiklerde sırt eksenlerindeki boşluklara düşerek dolgular içerisinde yerlerini alabilmektedir (Şekil 6, 7 ve 8). Benzer bir bulgu Denizli'deki travertenlerde gerçekleştirilmiştir. Rastlantı sonucu bulunan bir kafatası örneğinin, bir erkeğe ait, 500 bin yıllık, Homo erectus fosili olduğunu belirlenmiştir (Kapellman vd., 2008)



Şekil 6. Bir sırt tipi travertenin çatlak eksenine dik düzlemler boyunca kesilmesiyle elde edilmiş şematik blok diyagramı.

Figure 6. Schematic block diagram view of a fissure-ridge travertine obtained by cutting the two perpendicular planes to fissure axis.



Şekil 7. Sıcak Çermik'te (Sivas) taş ocağı olarak işletilen bir sırt tipi travertenden elde edilen blok içerisindeki Ruminant (Dr. Cem Erkman ile sözlü görüşme) fosilinin görünümü.

Figure 7. View of a ruminant fossil (oral communication with Dr. Cem Erkman) in the travertine block from a quarry in the Sıcak Çermik.



Şekil 8. Sıcak Çermik'te (Sivas) taş ocağı olarak işletilen bir sırt tipi travertendeki dolgu içerisinde bulunan *Hipparion* sp. (Geç Miyosen) (Dr. Engin Ünay ile sözlü görüşme) diş fosili.

Figure 8. A close up view of tooth fossil of a *Hipparion* sp. (Late Miocene) (oral communication with Dr. Engin Ünay) in the fill sediments of a fissure-ridge travertine.

3. Yerbilimi eğitimi açısından doğal laboratuvar niteliğindedirler: Travertenler çok özel jeolojik süreçler sonucunda ve çok uzun zaman aralıklarında oluşmaktadır. Üzerlerinde taşıdıkları aktif tektonik, mineralojik-petrografik, paleontolojik, sedimantolojik ve hidrojeolojik özellikleriyle yerbilimi eğitimi açısından doğal laboratuvarlar olması açısından çok önemlidirler (Şekil 9).



Şekil 9. Sıcak Çermik'te (Sivas) yerbilimi eğitimi alan öğrencilerin görünümü.

Figure 9. *Geology students in a fieldwork study in the Sıcak Çermik (Sivas) region.*

Ayrıca yurt dışından ve yurt içinden birçok araştırmacının bilimsel araştırmalar yürüttüğü alanlar olması nedeniyle de dikkati çekmektedirler (Şekil 10). Bugün traverten gibi doğal anıtların bulunduğu jeopark alanlarında ilkokuldan itibaren uygulamalı olarak arazide, bilim merkezlerinde animasyon ve çeşitli oyunlarla bu alanların nasıl korunacağı öğretilmekte ve eğitim paketleri hazırlanmaktadır. Doğal anıtlar gelecek kuşaklara aktarılacak miras olarak kabul edilmektedir.



Şekil 10. Sıcak Çermik'te (Sivas) yerli ve yabancı yerbilimi araştırmacıları.

Figure 10. *Local and foreign earth scientists doing fieldwork in the Sıcak Çermik (Sivas).*

4. Turizme ve yörenin sosyo-ekonomisine katkıları: Pamukkale (Denizli), travertenlerin sunduğu görsel zenginlik ve termal olanaklar ile yılda 1 milyonun üzerinde yerli ve yabancı turistini ilgisini çekmektedir (Çizelge 1). Bu durum, traverten sahalarının sunduğu güzelliklerin (Şekil 11) ve jeotermal alanların belirlenecek doğru politikalarla tükenmez bir gelir kaynağı olan turizme ve dolayısıyla ülke ekonomisine katkılarının taş ocaklarından daha fazla olacağını göstermektedir. Jeomiras kaynakları koruma, eğitim ve jeoturizm üçgeninde jeopark çerçevesinde ele alınmalıdır. Özellikle ilk iki aşama tamamlandıktan sonra doğal anıtın bulunduğu yörede jeoturizm, gastronomi ve yöresel el sanatları gibi gelir sağlayan ekonomik girdiler

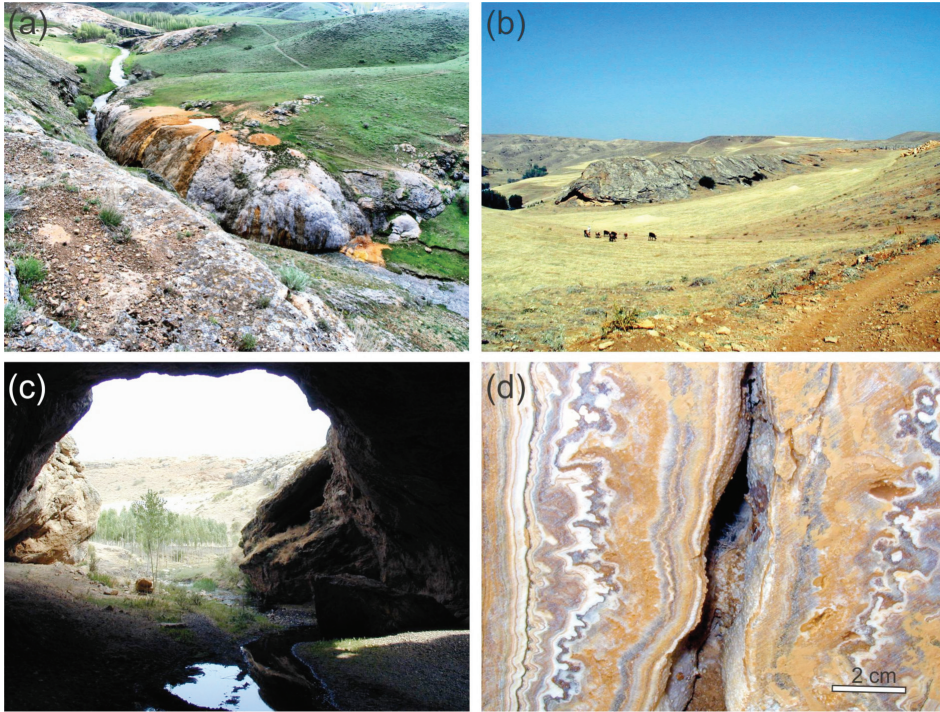
olacaktır. Dolayısıyla Sivas yöresindeki traverten alanlarının jeopark kapsamında değerlendirilmesi son derece önemlidir. Bu noktada asıl görev yerel yönetimlere düşmektedir. Traverten alanlarının taş ocağı olarak işletmeye açılması kısa dönemli ve sürdürülebilirliği olmayan bir yatırımdır. Travertenlerin jeomiras olarak korunması ve jeoturizmin geliştirilmesi uzun bir süreç, ancak sürdürülebilirliği olan ve kırsal yapıyı güçlendirecek bir yatırımdır. Kısa dönemde traverten alanlarında yapılacak iyileştirmeler, düzenlemeler (yapay terasların oluşturulması, park ve bahçelerin, termal olanakların modernize edilmesi gibi) ve tanıtım faaliyetlerinin planlı ve programlı olarak yerel yönetimler tarafından yürütülmesi gerekmektedir. Bu yüzden traverten

alanlarının korunması ve bu alanlarla ilgili uygulanabilir bir yönetim planı yapılabilmesi, bu planı maddi açıdan destekleyecek ve yerel insanların isteklerini de dikkate alacak güçlü yerel otoritelerle sağlanabilir.

Çizelge 1. Pamukkale Ören Yeri Yıllara Göre Ziyaretçi Sayısı (Bertan, 2009).

Table 1. Numbers of Visitors in the Pamukkale ruins by Year (Bertan, 2009.)

Yıllar	Yerli	Yabancı	Toplam
2006	231.200	762.200	934.400
2007	182.122	969.720	1.151.842
2008	123.415	1.092.741	1.216.156



Şekil 11. Sivas traverten alanlarındaki traverten oluşumlarına ait örnekler. Delikkaya traverten alanının genel görünümü (a), Delikkaya traverten alanındaki sırt tipi traverten oluşumunun görünümü (b), Delikkaya traverten alanında bulunan traverten köprüsünün görünümü (c), Sıcak çermikte bantlı travertenlerin yakından görünümü (d).

Figure 11. Examples of the travertine formations in the Sivas travertine areas. General view of Delikkaya travertine field (a), View of a fissure-ridge type travertine in Delikkaya travertine area (b), view of the travertine bridge in Delikkaya travertine field (c), close-up view of a banded travertines in Sıcak çermik (d).

SONUÇLAR

Travertenler çok özel jeolojik süreçler ve çok uzun zaman aralığında, ender olarak oluşan kayaç türleridir. Estetik görünüşleri nedeniyle taş ocakları olarak işletilerek tahrip edilmektedirler. Oluştukları bölgenin aktif tektonik özelliklerine ilişkin önemli bilgiler vermeleri, arkeolojik ve antropolojik önemleri, yerbilimi eğitimi açısından değerleri ve turizme katkıları açısından değerlendirilerek, özgün nitelikleri bulunan traverten alanları jeolojik miras kapsamı altında korumaya alınmalıdır. Jeomiras olarak koruma altına alındıktan sonra jeopark çerçevesinde sahalının değerlendirilmesi ve düzenlemeleri kamu kuruluşları, üniversiteler, sivil toplum örgütleri, yerel girişimciler ve yöre halkı tarafından yapılmalı ve bu doğal anıtların korunması desteklenmelidir.

EXTENDED SUMMARY

Travertines, which are rock settled by hot water as a result of chemical and/or biochemical processes, are formed with quite long intervals and as a result of very special geological processes. While it is known that limited number of travertine areas, which are precious and have touristic importance, are under protection, it is seen that many travertine areas are operated as stone quarry.

In terms of their active tectonic data and geological qualifications, travertines constitute a rock group which is very important for scientific researches and geology education. The importance of this group is not limited with geology science, their anthropological and touristic values also attract attention.

The natural monuments including fossil, rock and geographical formations formed during geological life of world are named "geo-heritage". With their aesthetical, preciousness, scientific, and economical significances, those monuments which

were formed during millions/billions/ of years constitute the life of earth. One of the important rock groups being worth to protect is travertines. Travertine areas such as Yellowstone (USA) and Pamukkale (Turkey) are under protection because of many of their qualifications such as natural beauties, touristic attraction, and geological specifications. Nowadays, it is seen that most of travertine areas of Turkey are damaged and operated as quarries to obtain building blocks. By being used as garbage storage areas, the quarries which are operated no more lead to pollution of thermal waters.

The importance of travertines can be classified into 5 main classes.

1. They provide important information about tectonic properties of region where they were formed: *Considering morphological classification of travertines, fissure-ridge, range-front, channel, and cone types of travertines provide important information about active tectonic specifications of region. Especially ridge type of travertines among those types record very important data about tectonic properties of region. In terms of reflecting the tectonic properties of their environment, they take the first place among all kinds of travertines.*

2. They have archeological and anthropological importance: *As in nowadays, it can be seen that primitive societies also settled around travertines and travertine areas in order to make profit from hot waters mostly in terms of healthy reasons. Besides that archeological importance of travertine areas, they have also anthropologic significance. The bones of organisms which lived around them can be found in travertines.*

3. They are like laboratories for geology science education: *Travertines are formed as a result of very special geological*

processes and during very long time intervals. Their active tectonic, mineralogic-petrographic, palaeontologic, sedimentologic and hydrogeologic specifications are very important for being natural laboratory for geology science education.

4. Their contributions on tourism and socio-economical structure of region: Pamukkale (Denizli) attracts attention of more than 1 million domestic and foreigner tourists because of its visual richness and thermal opportunities. This condition shows that the contributions of travertine areas and geothermal regions as endless revenue sources through appropriate policies would be more than contributions of quarries.

Travertines are precious rock species which are formed as a result of very special geological processes and during very long time intervals. Because of their aesthetic appearances, they are destroyed by operating as stone quarries. By evaluating them under main classes such as providing information about active tectonic properties of region, archeological and anthropological importance, their significance in terms of being laboratory for geology science education and their contributions on tourism; travertine regions must be protected within the frame of geo-heritage concept. After being protected as geo-heritage, the protection of those natural monuments must be reinforced by field evaluation around geo-park and by public institutions, universities, civil society, local entrepreneurs and local societies.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Altunel, E. ve Hancock, P.L., 1993, Morphological features and tectonic setting of Quaternary travertines at Pamukkale, western Turkey. *Geol.J.*, 28, 335-346.
- Altunel, E., 1996, Pamukkale Travertenlerinin Morfolojik Özellikleri, Yaşları ve Neotektonik Önemleri, Maden Tetkik ve Arama Dergisi No.118, Ankara.

- Bates, R.L., and Jackson, J.A., 1980, Glossary of Geology (Second Edition). American Geological Institute Falls Church, Virginia.
- Bencini, A., Duchi, V. and Martini, M., 1977, Geochemistry of thermal springs of Tuscany (Italy), *Chem. Geol.*, 19, 229-252.
- Bertan, S., 2009, Turizmin Çevre Üzerinde Yarattığı Etkiler: Pamukkale Örneği, *Anatolia: Turizm Araştırmaları Dergisi*, Cilt 20, Sayı 2, 204-214
- Buccino, S.G., D'argenio, V., Ferri, V., 1978, L' travertini della Bassa Valle del Tanagro (Campania) studio geomorphologico, sedimentologico e geochimico (with English abstract):*Boll. Coc. It.*, 97, 617-646.
- Chafetz, H.S., Folk, R.L., 1984, Travertines: depositional morphology and the bacterially constructed constituents. *J. Sedim. Petrol.*, 54, 289-316.
- Çakır, Z., 1999, Along-Strike Discontinuity of Active Normal Faults and Its Influence on Quaternary Travertine Deposition; Examples From Western Turkey. *Tr. J. of Earth Sciences*, Vol:8, P:67-80.
- Doğaner, S., 1996, Anadolu'nun Coğrafi Mirası: Pamukkale, *Türk Coğrafya Dergisi*, Sayı: 31, s. 7-38
- Guo, L., & Riding R., 1998, Hot-springs travertine facies and sequences, Late Pleistocene, Rapolano Terme, Italy. *Sedimentology*, 45, 163-180.
- Herlinger, D.L., 1981, Petrology of the Fall Creek Travertines, Bonneville County, Idaho. Unpublished M.Sc. Thesis. Univ. Houston, Texas, 172 page.
- Irion, G. & Muller, G., 1968, Mineralogy, Petrology and Chemical Composition of Some Calcareous Tufa from the Schwabische Alb. Germany. In: *Recent Developments in Carbonate Sedimentology in Central Europe* (ed. Muller, G. & Friedman, G.M.). Springer-Verlag Berlin, Heidelberg. pp 157-171.
- Julia, R., 1983, Travertines. *Carbonate Depositional Environments.*, 708 p., p.64-72, The American Association of Petroleum Geologist Tulsa, Oklahoma, USA.
- Kappelman J., Alçiçek M.C., Kazancı N., Schultz M., Özkul M., Şen Ş., 2008, First Homo erectus from Turkey and implications for migrations into temperate Eurasia. *American Journal of Physical Anthropology* 135, 110-116
- Karabacak, V., 2002, Ihlara vadisi civarındaki traverten oluşumları ve tektonik önemleri. Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 82 sayfa, yayımlanmamış.
- Koçyiğit, A., 2003, Karakoçan Fay Zonu: Atımı, Yaşı, Etkin stres Sistemi ve Depremelliği, ATAG-7. Toplantısı Bildiri Özleri Kitabı, Yüzüncüyıl Üniv. Sayfa, 9.

- Mesci, B. L., 2004, Sıcak Çermik ve Yakın Yöresindeki (Sivas) Travertenlerin Gelişimi ve Aktif Tektonikle İlişkisi. Doktora Tezi, Cumhuriyet Üniv. Fen Bil. Enst., 245 sayfa (Yayınlanmamış).
- B. Levent Mesci, Halil Gürsoy & Orhan Tatar, 2008, The evolution of travertine masses in the Sivas area (central Turkey) and their relationships to active tectonics. Turkish Journal of Earth Sciences. Vol. 17, Issue. 2, pp. 219-240
- Bekir Levent Mesci, Orhan Tatar, John D. A. Piper, Halil Gürsoy, Erhan Altunel & Stephen Crowley, 2013., The efficacy of travertine as a palaeoenvironmental indicator: palaeomagnetic study of neotectonic examples from Denizli, Turkey. Turkish Journal of Earth Sciences (Turkish J. Earth Sci.), Vol. 22, Issue 2, 2013, pp. 191–203.
- Pedley, H.M., 1990, Classification and environmental models of cool freshwater tufas. Sedim. Geol., 68, 143-154.
- Russell, I. C., 1882, Sketch of the geological history of Lake Lahontan, a Quaternary lake of Northwestern Nevada, U. S. Geol. Surv. Third Annual Report.
- Scholl, D. W., 1960, Pleistocene algal pinnacles at Searles Lake, California, Jour.Sed. Petr., 30, 3, 414-431.
- Soligo, M., Tuccimei, P., Barberi, R., Delitala, M. C., Miccadei, E., and Taddeucci, A., 2002, U/Th dating of freshwater travertine from Middle Velino Valley (Central Italy): paleoclimatic and geological implications, Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, Volume 184, Issues 1-2, Pages 147-161.
- Şimşek, Ş., 2003, Türkiye’de Jeotermal Enerji Potansiyeli. Mavi Gezegen, TMMOB Jeoloji Müh. Odası Yayını, Sayı: 7, sayfa: 48-53.

Makale Geliş Tarihi : 6 Mart 2013
Kabul Tarihi : 16 Nisan 2013

Received : 6 March 2013
Accepted : 16 April 2013