



OTLUKBELİ GÖLÜ ÇEVRESİNDE TRAVERTEN BİRİKİM ŞEKİLLERİ*

Travertine Accumulation Forms Around the Otlukbeli Lake

Selahattin POLAT**

Öz: Fırat Nehri'nin bir kolu olan Karasu Irmağı'nın yukarı havza kesiminde birçok yerde traverten yüzeylemlerine rastlamak mümkündür. Hiç şüphesiz bu traverten alanlarından Otlukbeli Gölü çevresi traverten birikim şekilleri açısından zengindir. Otlukbeli İlçe merkezi kuzeybatısında Sazlar Dere vadisinde yer alan Otlukbeli travertenleri 1837- 1935 metre yükseltileri arasında vadinin batı yamacında yüzeylener. Ofiolitli melanj üzerinde çökelmiş olan travertenlerin kalınlığı 20 metre kadardır. Oluşum tipi bakımından bir traverten set gölü olan Otlukbeli Gölü'nün batı ve güneybatısındaki alanda traverten sırtları, traverten konileri ve traverten bacaları gelişmiştir. Traverten sahasında NE-SW, NW-SE, N-S ve E-W doğrultusunda uzanan, 11-150 metre uzunluğunda 26 traverten sırtı harita üzerine işaretlenmiştir. Otlukbeli Gölü'nün oluşumuna sebep olan sırt, sahadaki uzunluğu en fazla olan traverten sırtıdır. Aktif haldeki sırtın batısında su çıkışı devam etmektedir. Traverten sırtları yörenin aktif tektoniği hakkında önemli bilgiler vermektedir. Traverten sırtlarındaki yarıkların NE-SW, NW-SE ve N-S yönde yoğunlaşması bölgede etkin olan sıkışma tektoniğinin bir sonucudur. Alanda bu tektonik yapılarla uyumlu 84 adet traverten konisi, 14 adet traverten bacası tespit edilmiştir. Bu traverten bacalarının ve konilerinin büyük bir kısmı sırtların üzerinde yer alırlar. Bütün traverten koni ve bacalarında traverten çökeli mi sona ermiştir. Koniler, 10 cm ile 3 metre arasında değişen yüksekliğe sahiptirler. Taban çapları ise 50 cm ile 25 metre arasında değişim gösterirler. Traverten çökeli mi, Otlukbeli Gölü'nün oluşumuna neden olan traverten sırtı ve çevresinde sınırlı bir alanda sürmektedir. Diğer yerlerde ise traverten birikimi sona ermiş olup, üzerinde karstik aşınım şekillerinden dolinler ve delikli lapyalar gelişmiştir.

Otlukbeli travertenleri jeomorfolojik miras niteliği taşımaktadır. Sahadaki travertenler birikim şekillerinden koni ve bacaların bir kısmı, bu coğrafi değer in tespit edilmesine kadar tahrip edilmiştir. Yüzbınlerce yılda oluşan bu birikim şekillerin etkin koruma altına alınarak turizme kazandırılması gerekmektedir.

Anahtar kelimeler; Otlukbeli Gölü, traverten, traverten konisi, traverten sırtı, jeomorfolojik miras

* Bu çalışma 'Karasu Havzası'nın Hidrojeomorfolojik Etüdü' isimli doktora tezinden üretilmiştir.

** (Dr. Öğr. Üyesi); Uşak Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü, Uşak-Türkiye. E-mail: spolat@usak.edu.tr; **Orcid ID:** <https://orcid.org/0000-0002-8042-1918>

Abstract: Travertines outcrop in many places in the upper basin of the Karasu River which is a branch of the Euphrates. Undoubtedly, travertine accumulation forms around the Otlukbeli Lake is the richest in terms of travertine accumulation forms. Otlukbeli travertines located in the valley of the Sazlar River in the northwest of Otlukbeli downtown spread in the western side of valley between 1837- 1935 m heights. Thickness of travertines deposited on Ophiolite melange is nearly 20 m. In the west and southwest of the Otlukbeli Lake which is travertine barrier lake travertine ridges, travertine cones and travertine chimneys appeared. 26 travertine ridges between 11-150 m in NE-SW, NW-SE, N-S and E-W directions in travertine area were marked on the map. Ridge caused formation of the Otlukbeli Lake is the longest travertine ridge in the area. Water flow continues in the west of active ridge. Travertine ridges supply important information about active tectonic of the region. Cracks in the travertine ridges increase in NE-SW, NW-SE and N-S direction is the result of compressive tectonic which is active in the region. 84 travertine cones, 14 travertine chimneys in harmony with these tectonic structures, 14 are found in the area. Great part of these travertine chimneys and cones exist on ridges. Travertine precipitation in all travertine and chimneys finished. Cones are in the height of 10 cm and 3 m. Basin calibres change between 50 cm and 25 m. Travertine precipitation continues in a restricted area in travertine ridge and around which caused formation of the Otlukbeli Lake. Travertine precipitation ended in other places and dolines and perforated lapies appeared.

Otlukbeli travertines are considered as cultural heritage. Some of cones and chimneys which are travertine precipitation forms in the area were spoilt until discovery of this geographic wealth. It is necessary that these precipitation types formed after hundreds of thousands of year be benefited in tourism by taking under protection.

Keywords: Otlukbeli Lake, travertine, travertine cone, travertine ridge, geomorphologic heritage

1. Giriş

Karasu Irmağı (Fırat) Havzası'nda, travertenler yaygın litolojik birimlerdendir. Havzadaki travertenlerin bir kısmı eski iken, bir kısmı yenidir ve çökelim sürmektedir. Fay hatlarında çıkan, kalsiyumbikarbonatça zengin suların, yüzeye çıktıkları yerde, bünyelerindeki eriyikleri bırakması ile oluşan travertenler Hölenk (Çat), Köseler (Çat), Çerme (Tercan), Komzun (Tercan), Özler (Aşkale), Yazıkaya (Çayırılı), Cennetpınarı (Çayırılı), Ekşisu-Çoşan (Çayırılı), Otlukbeli (Küçük Otlukbeli) komları (Otlukbeli), Acıgöl kaynağı (Çayırılı), Kalecik kaynağı (Erzincan), Söğütözü (Erzincan), Gürlevik (Erzincan) yerleşmeleri yakınında yüzeylenirler.

Bu traverten alanlarından Otlukbeli İlçesi kuzeybatısında Otlukbeli Komları (Küçük Otlukbeli) olarak haritalarda yer alan Salihağa, Fazılağa, İsağa, Mollaahmet (Agnene) ve Bölükbaşı komları çevresinde parçalar halinde yüzeylenen travertenler, birikim şekilleri açısından ilgi çekicidir. Salihağa Komu doğusunda, Mollaahmet (Agnene) Komu kuzeyindeki Akkız Tepe doğu yamacında, Fazılağa Komu'nun üzerinde kurulu bulunduğu yerde travertenler depolanmışlardır.

Otlukbeli Gölü ve kaynakları hakkında Stchepinsky (1941), Alpmann (1966), Akkan ve Tuncel (1990) çalışma yapmıştır. Akkan ve Tuncel (1990), gölün oluşumu üzerinde özellikle durmuşlar, göl ve çevresinde yer

alan traverten konilerinden bahsetmişler, diğer traverten birikim şekillerinin özellikleri hakkında detaya girmemişlerdir.

Bu çalışmada, gölün batısında ve güneyinde yer alan traverten birikim şekilleri hidrojeomorfolojik yönden sınıflandırmaya tabii tutulmuştur. Alanda sırt, koni ve baca şeklinde gelişmiş traverten birikim şekilleri bulunmaktadır. Çalışmanın amacı, bugüne kadar hakkında detaylı bir araştırma yapılmamış olan, Otlukbeli Gölü yakınındaki traverten birikim şekillerinin özelliklerini, oluşumlarını ve oluşumları üzerinde etkili olan faktörleri ortaya koymaktır. Amaçlardan biri de, traverten üzerinde gelişen karstik aşınım şekillerini açıklamaktır.

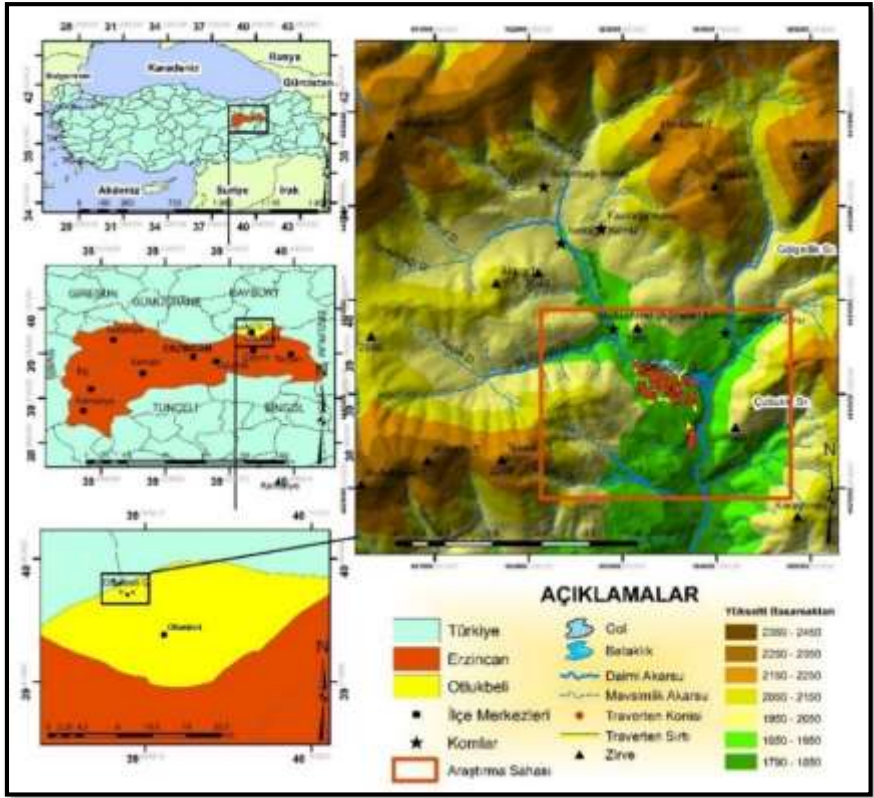
2. Materyal ve Yöntem

Öncelikli olarak literatür taraması yapılmış, sahanın 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritası temin edilerek sayısallaştırılmıştır. Çalışmada altlık haritaların oluşturulması ve arazi bulgularının görsel hale getirilmesinde ArcMAP 10.2.2 paket programı kullanılmıştır. Sayısal topografya haritasından DEM, eğim, bakı ve kabartma haritaları üretilmiştir. Arazi çalışmaları sırasında fotoğraflar alınmış ve analizler gerçekleştirilmiştir.

Çalışma büyük oranda arazi gözlemlerine dayanmaktadır. Arazi çalışmaları sırasında sahadaki traverten birikim şekillerinin kayıtları el tipi GPS ile alınmış ve topografya haritası üzerine işaretlenmiştir. Traverten koni ve bacalarının yükseklikleri, genişlikleri ve çapları, traverten sırtlarının uzunlukları, nispi yükseklikleri ve sırt çatlak dolgularının kalınlıkları, şerit metre ve lazer metreyle tespit edilmiş, traverten tabakalarının eğim değerleri ölçülmüştür. Bu arazi gözlemlerinden hareketle traverten birikim şekillerinin oluşum ve gelişimleri hakkında açıklamalarda bulunulmuştur.

3. Araştırma Sahasının Konumu

Araştırma sahası, Erzincan İli Otlukbeli ilçesi kuzeybatısında yer alır (Şekil 1). Erzincan-Bayburt il hududuna oldukça yakın olan saha, idari açıdan Otlukbeli İlçesi sınırları içindedir. Araştırma sahasına Otlukbeli ilçe merkezinden 8 km'lik stabilize karayolu ile ulaşmak mümkündür. Hidrografik açıdan Karasu Irmağı (Fırat) hidrografik havzasında kalır. Karasu Irmağı'nın önemli kollarından Karadivan Çayı'nın Sazlar Deresi havzası yukarı kesiminde yer alır. Haritalarda Otlukbeli Komları olarak geçen Salihağa, Mollaahmet (Agnene), İsağağa, Fazılağa ve Bölükbaşı komlarının bulunduğu kesim araştırma alanıdır.



Şekil 1. Araştırma Sahası Lokasyon Haritası

4. Jeolojik Özellikler

Otlukbeli Gölü'nün içinde bulunduğu Sazlar Deresi yukarı havza kesiminde Jura'dan Kuaternere kadar değişen çeşitli litostratigrafi birimler izlenmektedir. Bunlar Hozbirikyayla Formasyonu, Otlukbeli Ofiolitli Melanj ve Kuaterner tortullarıdır (Şekil 2).

Hozbirikyayla Formasyonu

Birim, gri-siyah, bej ve sarımsı renklerde, inceden orta kalınlığa (10-100 cm) kadar değişen katmanlı genelde mikritik karakterde yer yer kristalize kireçtaşlarından oluşur. Alt seviyelerde oolitlik özellikte olan ve üste doğru çört yumruları ve bantları içeren bu mikritik kireçtaşları içinde bazı marnlı ve kumlu ara seviyeler de bulunmaktadır. Kumlu seviyelerde renk pembemsi olabilir. Açar (1977) tarafından tanımlanan bu birim, inceleme alanının kuzeyinde ve güneyinde yükselen Kabak Tepe, Tekesor Tepe, Karabak Tepe, Yellice Tepe (2438 m) de yüzeylenir.

Özellikle Yellice Tepe (2438m)'nin üzerinde bulunduğu Fırat Irmağı Havzası ile Kelkit Irmağı hidrografik havzalarının birbirinden ayrıldığı su

bölüm çizgisinin geçtiği sırt kesiminde geniş yayılıma sahiptir ve kalınlığı 400 metreye varmaktadır. Kireçtaşları, NE-SW kıvrım eksenli antiklinal ve senklinal gibi kıvrımlı yapılar sunar. Birim, ammonidae fosilleri içermektedir. İçinde bulunan fosillere dayanılarak yaşı, Malm-Alt Kretase olarak belirlenmişti (Tanyolu, 1988; Keskin, 2016). Ofiyolitli melanj ile Hozbiryayla formasyonu arasında bindirme fayı gelişmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Araştırma Sahasının Jeoloji Haritası (Keskin, 2016'dan)

Otlukbeli Ofiyolitli Melanjı

Korkmaz ve Baki (1984) ve Tanyolu'nun (1988) Otlukbeli Olistostromal Ofiyolitik Melanjı, Aral'ın (1997) Ofiyolitli Melanj, Keskin'in (2016) Otlukbeli Olistostromal Melanjı olarak nitelendirdiği birim başlıca radyolarit, pelajik ve neritik kireçtaşı, spilitik bazalt, serpantin, kumtaşı, şeyl ve silttaşı bloklarından ibarettir (Foto 1). Çubuklu Sırtı kuzeyinde olduğu gibi yer yer birimi, kuvarslı mikrodiyorit dayklar kesmektedir. Melanj çok sayıda fay tarafından kesilmektedir.

Melanj içindeki serpantinler, yeşil, koyu yeşil, siyahımsı renklerde ve sert masif yapıdadır.

Bazaltlar, koyu gri, koyu kahve, siyah renklerde ve masif, yoğun özelliktedir. Bazıları camsıl, bazıları porfirik dokuludur. Camsıl dokuların ince kesitlerinde akıntı izleri fark edilmekte olup, içerdikleri iki değerli demir nedeniyle kahverengiye dönük renkler alırlar (Tanyolu, 1988).

Kireçtaşları, gri, koyu gri, bej, koyu kırmızı- kahve ve siyahımsı renklerde ve genelde mikritik özelliktedirler. Tabaka kalınlıkları orta veya kalın, bol çatlaklı ve çatlaklar ince kalsit dolguludur. Kırık ve çatlak yüzeyleri boyunca limonitleşme meydana gelmiştir.

Radyolaritler, siyahımsı, koyu kahve-kırmızımsı renklerde ve çoğunlukla 5-10 cm kalınlıkta bantlar halinde bulunurlar.

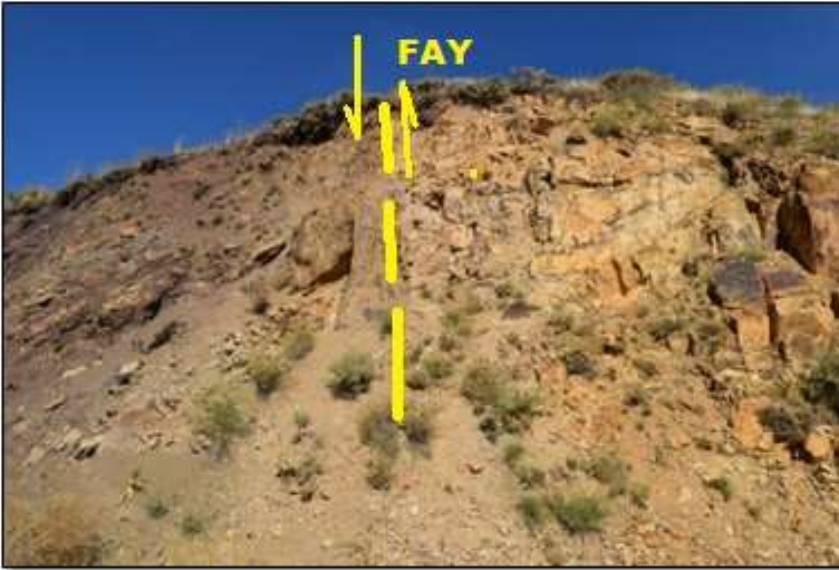


Foto 1. Geniş bir alanda yüzeylenen ofiyolitli melanj ve melanjı kesen doğrultu atımlı sol yönlü fay.

Melanjin, Hozbirikyayla litolojik birimi üzerine uyumlu olarak geldiği ileri sürülmektedir (Korkmaz ve Baki, 1984, Bektaş ve diğ., 1984, Tanyolu, 1988). Otlukbeli Gölü çevresinde Hozbirikyayla Formasyonu ile olan sınırı, tektonik dokunaklıdır. Bindirme fayıyla Hozbirikyayla kireçtaşları üzerinde yer alır. 1250 metre kalınlığına sahip olan melanja, Özsayar (1990) Alt-Üst Kretase, Keskin (2016) ise Senomaniyen-Turoniyen yaşını vermiştir.

Aral ve diğerleri (1997) Ofiyitli melanjin en güzel Bölükbaşı komundan güneye doğru uzanan, Sazlar vadisini izleyen yol boyunca görüldüğünü dile getirmektedir. Ofiyolitli melanjin önemli bir ögesi olan ince-orta tabakalı, kırmızı radyolarialı çörtler Salihaga komu güneyindeki Büyük Karataş sırtını oluşturur. Yastık yapısı gösteren spilitik bazaltlar ile bunlarla ardalanmalı kırmızı pelajik kireçtaşı bloklarını, yukarıda tanımlanan büyük radyolarit kütesinin güneyinde izlemek mümkündür. Serpantinit, melanj içinde seyrek gözlenir. Bölükbaşı Komu'nun 2,5 km. güneybatısında Ağnene Tepe'de 20-30 metre büyüklükte iki serpantinit bloğu yer alır (Aral ve diğ, 1997) şeklinde açıklamada bulunmaktadır. Otlukbeli melanji içinde Kuşkayası mevkiinde olduğu üzere radyolaritlerde yerleşmiş çok sayıda manganez cevherleşmesi mevcuttur (Van ve Yalçınalp, 2010).

Ofiyolitli melanjin üzerine uyumsuzlukla Üst Kampaniyen-Meastrihtiyen yaşlı kireçtaşları, Üst Paleosen-Alt Eosene ait formasyonlar ve Kuaterner birimler gelir.

Kuaterner Arazisi

Sahada Kuaternere ait araziler travertenler, alüvyonlar ve yamaç döküntüleriyle temsil edilir. Travertenler, parçalar halinde bulunur. En geniş yüzeylenmeye Otlukbeli Gölü batısında sahiptir. Salihaga Komu doğusu, Fazılağa, İsakağa ve Bölükbaşı komları çevresinde, Otlukbeli Gölü batı ve güneybatı kesimi yayılış gösterdiği diğer alanlardır.

Otlukbeli sahası batısında travertenler litotip olarak, çakıllı travertenler sınıfına girmektedir. Burada fay hattına yakın olan kesimde travertenler, breşik bir yapıda olup ofiolitik melanja ait radyolarit parçaları içeren köşeli unsurlar ihtiva eder. Ürkülü Sırtı doğusunda gelişen, N-S yönünde uzanan fay hattından çıkan suların ve yağışın ortaklaşa hareketi sonucunda yamaç aşağıya doğruya ve güneye doğru taşınmasıyla meydana gelmiş olma ihtimali yüksektir. Litoklastik olarak adlandırılan travertenlerde çakılların boyutu ve oranı doğruya, Sazlar Deresi vadisi tabanına doğru azalmaktadır. Radyolarit çakılları içeren kesimlerde travertenler kırmızımsı renktedir (Foto 2).



Foto 2. Radyolarit çakılları ihtiva eden travertenler ve üzerinde aşınmış traverten konisi.

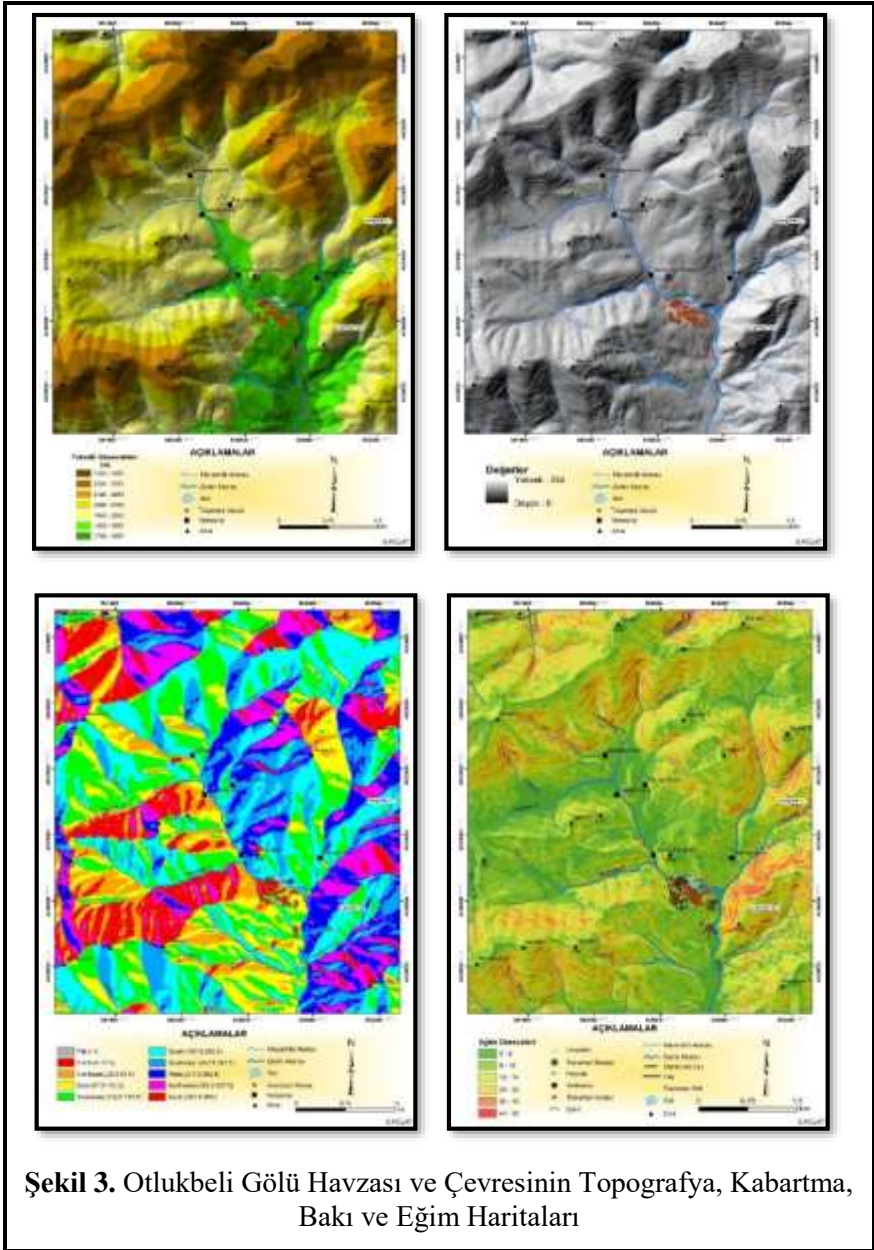
Sahadaki tortul birimler, NE-SW eksene sahip antiklinal ve senklinal yapılar oluşturacak şekilde kıvrımlanmışlardır. Bu özelliklere bağlı olarak araştırma sahası ve çevresinde akarsular, kafesli drenaj ağı tipine sahiptir. Saha, NE-SW istikametinde doğrultu atımlı sol yönlü, NW-SE yönünde ise doğrultu atımlı sağ yönlü faylar tarafından kesilmektedir.

5. Genel Jeomorfolojik Özellikler

Jeomorfolojik açıdan saha, plato özelliği taşır. Sazlar Deresi ve kolları tarafından derince yarılmıştır.

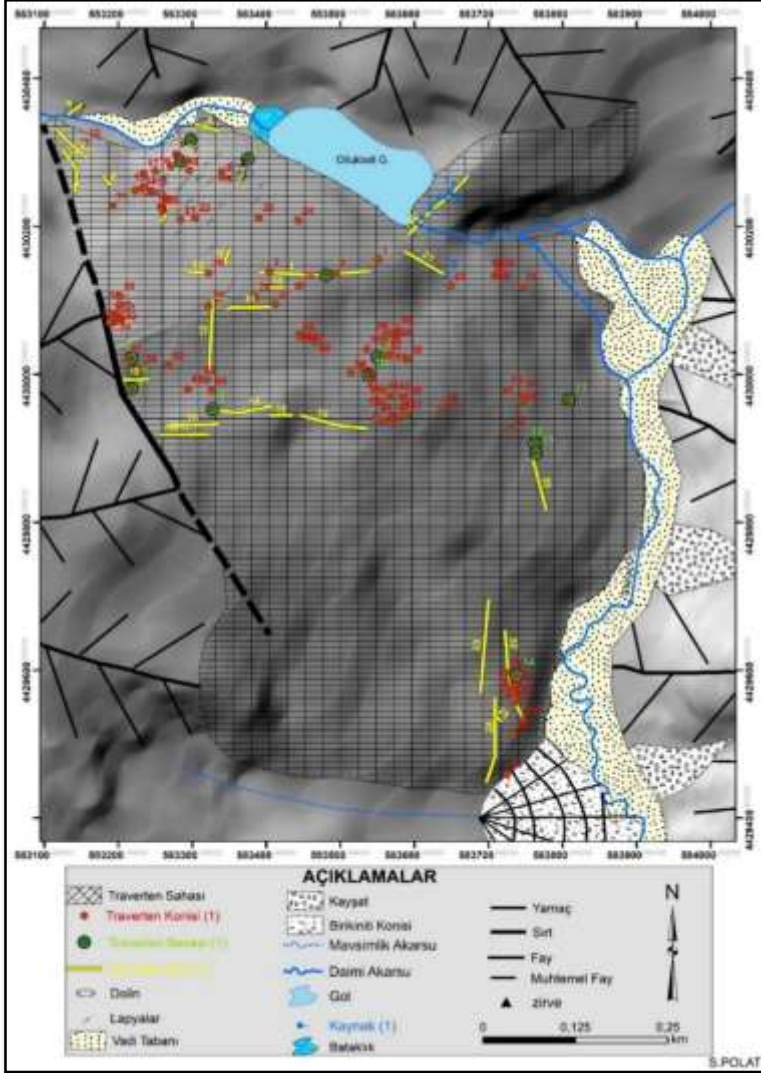
Otlukbeli Gölü çevresinde morfolojiye, geniş aşınım yüzeyleri hakimdir. Aşınım yüzeyleri 1950, 2000-2050 ve 2100-2150 metrelerde belirgin olarak izlenmektedir (Akkan ve Tuncel, 1990). Sazlar Deresi ve kolları bu aşınım yüzeylerini parçalayarak sırtlar haline dönüştürmüşlerdir.

Sahanın eğim değerleri oldukça yüksektir. Özellikle, Çubuklu Sırtı'nda bu durumu daha belirgin bir şekilde görmek mümkündür. Sırtın kuzey yamacında eğim değeri güney yamaca göre daha fazladır (Şekil 3, 4). Eğim üzerinde litolojinin etkisi büyüktür. Sırtın kuzeyinde, ayrışma ürünleri kayşat konileri oluşturmuştur.



Sazlar Deresi hariç diğer akarsular tabandan yoksundur ve asimetric vadilerde akış gösterirler. Sazlar Deresi, alüvyal tabanlı vadiye menderesler çizerek akar. Vadinin doğu ve batısında menderes yenikleri oluşturmuştur.

Otlukbeli Gölü'nün doğu ve batı kıyıları yüksek kıyı özelliği taşır. Doğu kıyıları ofiolitli melanjdan, batı kıyıları ise travertenlerden yapıldır. Gölün kuzeybatı kısmında Ağnene Deresi'nin oluşturduğu küçük bir birikinti yelpazesi-delta gelişmiştir. Gölalanı bu kesimden akarsuların getirdiği malzeme ile güneydoğudan ise kaynak sularının bıraktığı tortullar ile gün geçtikçe daralmaktadır.



Şekil 4. Otlukbeli Gölü ve Çevresinin Jeomorfoloji Haritası

Sazlar Deresi havzası yukarı kesiminde travertenler parçalar halinde yüzeyleyir. Salihağa, Fazılağa, İsağa ve Bölükbaşı komları çevresi ve Otlukbeli Gölü batı ve güneybatı kesimleri traverten kütlelerinin yayılış

gösterdiği alanlardır. Salihağa komu doğusunda Gölgedik Sırtı batısında travertenler iki basamak halinde, kuzeyde Akkız Tepe doğu yamacında olan E-W yönünde uzanan fay hattından çıkan kaynağın yamaç üzerinde yayılmasıyla mikro teraslardan yapıli travertenler şeklinde, Fazılağa Komu'nun üzerinde bulunduğu travertenler ise fay önü travertenleri biçiminde depolanmışlardır.

6. Otlukbeli Gölü ve Kaynakları

Otlukbeli Gölü, Karakulak Çayı'na kuzeyden katılan Tekesor Dere'nin Sazlar Deresi'ne ait kuzeybatıdaki kolu olan Ağnene Deresi vadisinde yer alır. Göl, Küçük Otlukbeli yerleşmesi olarak adlandırılan yöre halkının Otlukbeli Komları olarak nitelendirdiği çok sayıda komdan oluşan idari birimin, terk edilmiş haldeki Salihağa Komu'nun batısında bulunur. Oluşum bakımından, dünyada ender rastlanan göllerden biridir. Gölü, coğrafya literatürüne ilk kazandıranlar Akkan ve Tuncel (1990) olmuştur. Araştırmacılar, yaptıkları çalışma ile coğrafya literatürüne ilk defa set gölleri tipine traverten setti tipini kazandırmışlardır.

Otlukbeli Gölü, 6500 m² alana sahiptir. Göl derinliği 15-18 m civarındadır (Akkan ve Tuncel, 1990). Deniz yüzeyinden 1891 metre yüksekte yer alan gölün NW-SE yönünde uzun eksenli 190 metre, NE-SW yönündeki kısa eksenli ise ortalama 70 m olarak ölçülmüştür. Göl, NE-SW yönünde 150 metre uzunluğundaki traverten sırtının Ağnene Deresi vadisini kapatması sonucunda oluşmuştur (Foto 3). Sırtın, Sazlar Deresi vadisi tabanından yüksekliği 42 metre olarak ölçülmüştür. Genişliği ise 25 metreden daha fazladır. Sırt, yükselteleri kuzeydoğudan güneybatıya doğru azalan 3 ayrı basık koniden meydana gelmektedir. Kuzeydoğudaki konilerde su çıkışı sona ermiş yalnızca gaz çıkışları sürmektedir. Güneybatı kısmındaki koni üzerinde ise su ve gaz çıkışları devam etmekte olup traverten çökeli mi burada aktif haldedir. Basınçla çıkan kaynak suları, yanı başındaki göle ve sırtın üzerine yayılmaktadır. Kaynaklar, bu çıkış yaptıkları yer ve çevresinde kırmızı, sarı, beyaz renkte travertenler bırakmaktadır. Kaynaklar ile göl arasındaki travertenler sal tipi traverten özelliği gösterir. Kırılgan ve gevrek aynı zamanda kâğıt inceliğinde olan bu travertenlerin içlerinde gazların sebep olduğu zarflı gaz kabarcıkları dikkati çeker.



Foto 3. Otlukbeli Gölü'nün oluşumuna sebep olan traverten sırtına (26 nolu sırt) batıdan bakış.

Kaynaklar, Otlukbeli Gölü'nün oluşumuna sebep olan sırtın batısında 5 noktadan, ayrıca traverten örtülü sahanın doğusundaki yamaç kesiminden sızıntı şeklinde çıkış yapmaktadırlar. Kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda uzanan sırtın üzerindeki kaynakların toplam debisi 15 l/s, sıcaklığı 16°C ve pH ise 6'dır (Alpman, 1966). Maden suyu kaynaklarının sıcaklığı mevsimlere göre fazla değişmemektedir. Kaynağın suları kimyasal yönden bikarbonatlı, magnezyumlu, demirli, sülfatlı ve klorürlüdür. Suların 834 mg/l tortu bıraktığı tespit edilmiştir (Akkan ve Tuncel, 1990). Kaynakların etrafta kırmızı, sarı renkli tortu bırakması demir bakımından zengin olduğunu işaret etmektedir.

Stchepinsky (1941), Otlukbeli (Karakulak) maden sularından “gazlı olan su, menba tarafında tersib edilmiş beyazımsı teressübattan müteşekkil bir kraterden gürültü ile çıkmaktadır. Suyun miktarı mühimdir. Teamül: Kalevi, hafifce karbonatlı ...” şeklinde bahsetmektedir.

Otlukbeli Gölü'nün suları, tatlıdır. Göl suları, settin batısındaki alçak kesimde gelişmiş olan bir gideğen vasıtasıyla Sazlar Deresi'ne boşalır. Sular, ekip-biçme faaliyetinin yapıldığı alanların sulanmasında kullanılmaktadır.

7. Bulgular

7.1. Otlukbeli Travertenleri ve Traverten Birikim Şekilleri

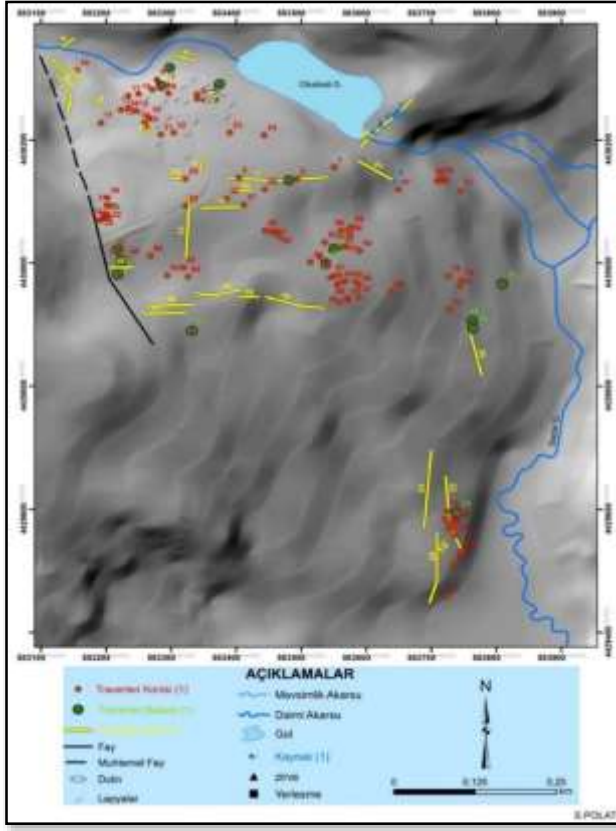
Travertenler, Otlukbeli Gölü batı ve güneybatısında en geniş yüzeylenmeye sahiptir. Travertenler 1837-1935 metre yükseltileri arasında yüzeylenir. Yöre halkının Pırnal mevki olarak adlandırdığı alandaki travertenler ofiolitli melanj üzerinde çökelmiştir. Travertenler 40 metre kalınlığa ulaşır. Gri, sarı ve kırmızımsı renge sahiptir. Traverten alanını batı sınırını N-S yönünde uzanan Ofiolitli melanj ile travertenler arasında gelişmiş fay hattı çizer.

Otlukbeli Gölü batısı ve güneybatısı traverten birikim şekilleri bakımından çeşitlilik arz eder. Burada NE-SW, NW-SE, E-W ve N-S yönünde uzanan fay hatlarından yüzeye çıkan kalsiyumbikarbonat bakımından zengin mineralli soğuk suların eseri olan travertenler sırt, koni ve baca şeklinde çökelmiştir (Şekil 5). Bu şekillerin oluşmasında kaynağın konumu, çıkış yaptığı yerin topografyası, su akış hızı ve akış yönündeki değişiklik, organik faaliyetler, mevsimsel faktörler ve bölgesel tektonik olaylar etkili olmuştur.

7.1.1. Traverten Sırtları

Traverten sırtları fay, çatlak veya yarık hattı boyunca yüzeye çıkan yeraltı sularının, bu yapıların içinde veya yeryüzüne çıktıkları yerde, yapının her iki tarafında kalsiyum karbonatın üst üste birikmesi ile oluşmuş traverten birikim şekilleridir. Traverten sırtları ile tektonik arasında yakın ilişki vardır. Genişlemeli tektoniğin etkin olduğu sahalarda yaygın olarak gözlenmektedir. Sırtın ortasında yer alan çatlak, bölgesel genişleme devam ettiği takdirde açılmayı sürdürmektedir. Ayrıca çatlaklar, bölgesel genişlemenin yönü ve oranı hakkında somut bilgiler verir. Çatlaktan çıkan sular, travertenleri çatlak duvarına paralel olarak çökeltmeye devam etmektedir. Bu çatlaklar dolgunsuz olabileceği gibi dolgulu da olabilmektedir.

Sahada NE-SW, N-S, NW-SE ve E-W yönünde uzanan 26 traverten sırtı tespit edilmiştir. Bu sırtların bazıları topografyada çok net olarak izlenirken bazıları çok yayvan morfolojiye sahip olduğundan ancak üzerinde gelişmiş olan çatlaklar vasıtasıyla takip edilebilmektedir. Otlukbeli Gölü'nün batı kıyısında NW-SE yönünde ilerleyen sırtların uzunluğu 11-150 metre arasında değişir. 4, 5, 16, 17, 18, 19, 22, 23, 24 ve 26 nolu sırtlar topografyada çok net olarak izlenebilmektedir (Şekil 5). Diğer traverten sırtları ise eski olduğundan, sonradan üzerine gelen daha genç traverten depoları ile örtülerek maskelendiğinden, kolay takip edilememektedir.



Şekil 5. Otlukbeli Traverten Birikim Şekillerinin Dağılışı

Otlukbeli Gölü kuzeybatısındaki 4 nolu traverten sırtı Ağnene Deresi vadisi tabanıdır. Sırt, NW-SE yönünde akarsu vadisine paralel olarak uzanır. Sırtın uzunluğu 34 m, maksimum yüksekliği ise 3 m olarak ölçülmüştür. Üzerinde 6 adet fosil koni vardır (Foto 4).



Foto 4.Otlukbeli Gölü kuzeybatısında Ağnene Deresi vadisi tabanındaki NW-SE doğrultulu 34 m uzunluğundaki 4 nolu traverten sırtı ve batısında 3 nolu traverten bacası.

Bu traverten sırtının kuzeyinde 5 nolu sırt yer alır. Sırt, NE-SW yönünde uzanır. Ağnene Deresi yatağı doğu kesiminde yer alan sırt, 26 m uzunluktadır. Vadi tabanından yüksekliği 4 metredir. Üzerindeki çatlak çok belirgindir (Foto 5).



Foto 5. Ağnene Dere vadisinde 5 nolu sırt.

14 nolu traverten sırt, sahayı batıdan sınırlayan faya dik olarak gelişmiştir. Sırtın uzunluğu 27 metre olarak ölçülmüştür. Üzerinde, sırt eksenine paralel şekilde dizilmiş 4 adet koni yer alır.

15 nolu sırt E-W yönünde uzanır. Yaklaşık 35 m uzunluğundadır. Sırt üzerindeki çatlak dolgusu 35 cm genişliğindedir. Sırt çatlağı, tam düşey yönde gelişmemiştir. Sırtın nispi yüksekliği 3 metredir.

16 ve 17 nolu sırtlar birbirine paralel olarak uzanır. Topografyada bu iki sırt çok belirgindir. 16 nolu sırtın uzunluğu 65 m, 17 nolu sırtın ise 73 m olarak ölçülmüştür. Sırtlar üzerindeki çatlaklar sırt eksenine boyunca takip edilmektedir. Bu sırtlardan 17 nolu sırtın merkezi kesimindeki çatlağın genişliği 210 cm'yi bulur. Düşey yönde gelişmiş olan çatlak dolgusu, kanatları oluşturan travertenlerden daha dirençli olması nedeniyle sırt üzerinde çukıntı oluşturmuştur (Foto 6).



Foto 6. 17 nolu sırtın merkezi çatlağı ve düşey yönde oluşmuş çatlak dolgu malzemesi. Solda 7 m maksimum yüksekliğe sahip 18 nolu sırtı görülmektedir.

16 ve 17 nolu sırtların doğusunda 18 nolu sırt dikkati çeker. 18 nolu sırt kabaca ESE-WNW yönünde uzanır. Kuzeye doğru içbükeydir. Sahadaki yüksekliği en fazla olan sırtlardan biridir. Orta kısmında nispi yükseklik 7 metreyi bulur. Sırt üzerinde 1cm ile 5 cm arasında genişliği sahip çatlak uzanır.

Morfolojik olarak traverten sırtı özelliklerini kaybetmiş olan 19 nolu sırt iki kısma ayrılmıştır. 18 nolu sırtın doğu ucundan başlar. İki sırt parçası arasında 7 metrelik kesinti vardır. Traverten sırtı, çatlağı dolduran tabakalar sayesinde takip edilebilmektedir. Uzunluğu yaklaşık 134 metre kadardır.

20 nolu sırt N-S yönünde gelişmiştir. Diğer sırtlar gibi tipik traverten sırtı özelliği taşımaz. Sırt, açılma çatlağı sayesinde teşhis edilmektedir. Traverten sahasının doğusundaki yamaçta gelişen sırtın çatlağı, 72 m'lik mesafe boyunca çok net şekilde izlenmektedir. Çatlağın genişliği,

maksimum 50 cm'dir. Sırt çatlağının üzerinde, 12 ve 13 nolu traverten bacaları dizilidir.

21 nolu traverten sırtı, Otlukbeli Gölü güneyindeki yamaçtadır. NW-SE yönünde uzanır ve oldukça basık bir sırt özelliği taşır. Üzerindeki çatlak sayesinde anlaşılmaktadır. 69 metre boyunca takip edilmektedir. Sırt yamaçta gelişmiş olduğundan tipik traverten sırtı morfolojisine sahip değildir. Yapının güneydoğu uçunda sızıntı halinde su çıkışı görülür. Sırtın Otlukbeli Gölü batısına doğru uzandığı tahmin edilmektedir.

En dikkati çeken sırtlardan üçü alanın güney kesiminde yükselir. N-S yönünde birbirine paralel olarak gelişmiş olan bu sırtlar, harita üzerine 22, 23 ve 24 nolu sırtlar olarak işaretlenmiştir (Foto 7). Sazlar Deresi vadisi batı yamacında yer alan bu sırtların uzanış doğrultuları akarsu vadisi ile uyumludur.



Foto 7. N-S yönünde uzanan 22 ve 23 nolu traverten sırtları ve Sazlar Deresi vadisi.

En doğuda yer alan 22 nolu sırt, vadinin batısında çok net bir şekilde izlenmektedir. Uzunluğu 125 metredir (Foto 8). Sırtın doğu kanadını oluşturan travertenler Sazlar Deresi tabanına kadar inmektedir. Bu kesimden sırtın yüksekliği 28 m olarak ölçülmüştür. Sırtın eğim değeri bu kesimde oldukça fazladır. Bu kanatta küçük traverten mağaraları gelişmiştir. Sırtın batı kesimde nispi yüksekliği 4 metredir. Yapının üzerinde açılma çatlağı bulunur (5 cm) ve güneyde iki kola ayrılır. Bu sırtın üzerinde ve doğu yamacında traverten koni ve bacaları gelişme imkânı bulmuşlardır. Güney uçta ise iki traverten konisi yükselir.



Foto 8. Sazlar Deresi vadisi batısında N-S yönünde uzanan 22 nolu sırt.

Batıda yer alan 23 nolu sırt ise 125 m uzunluğundadır. Sırtın güney yarısı tipik traverten sırtı morfolojisine sahiptir. Kuzey kesimde ise sırt ancak çatlak vasıtasıyla anlaşılmaktadır. Sırt ortasındaki çatlak çok belirgin vaziyettedir. Çatlak genişliği 75 cm kadardır. Bu sırtın üzerinde traverten bacası ve konisi bulunmamaktadır.

En güneyde 24 nolu sırt yer alır. Sırt uzunluğu 116 metredir. Sırt çatlağının genişliği 60 cm'dir (Foto 9). Sırtın orta kesiminde çatlak doğuya doğru ayrılmaktadır. Burada 11 m uzunluğunda bir yan sırt gelişmiştir.



Foto 9. 24 nolu traverten sırtı üzerindeki N-S yönlü açılma çatlığı.

Otlukbeli Gölü'nün oluşumuna sebep olan 26 nolu traverten sırtının uzunluğu 150 metredir. Sırt üzerinde çatlak uzanır. Çatlak, sırtı iki parçaya ayırır. Çatlağın genişliği, 5-10 cm arasında değişir. Bu yapı, maden suyu

kaynakları ve traverten sırtının meydana gelmesine sebep olan NE-SW yönlü sıkışma tektoniği sonucunda oluşmuştur. Aktif haldeki sırt üzerinde bir kısmı hâlen çıkışını sürdüren maden suyu kaynakları ile etkinliği sona ermiş kaynak çıkış çukurlukları sıralanır. 26 nolu traverten sırtı, üç adet basık koninin birleşmesi ile oluşmuştur. Üzerinde aktif olmayan su çıkış yerlerinde, ters dönmüş koni biçimli çukurlar bulunur. Eski su çıkış yerleri olan bu çukurlar sırtın doğusunda kalır ve gaz çıkışları meydana gelmektedir. Kalsiyumbikarbonatlı maden suyu kaynakları, sırtın batı kesiminde çıkış yaparlar. Maden suları, maksimum 40 cm çapa sahip çukurlardan adeta kaynarcasına yüzeye çıkarlar ve bir kısmı traverten sırtının üzerinde traverten kabukları oluşturarak göle, bir kısmı sırtın güney yamacında sarkıt, dikit ve minyatür traverten terasları oluşturarak Sazlar Deresi'ne karışırlar.

7.1.2. Traverten Konileri ve Bacaları

Sahada yapılan incelemede kalsiyumbikarbonat bakımından zengin, hidrostatik basıncı yüksek eski kaynakların ağızlarında traverten konileri ve bacaları gelişmiştir. Bunlar, kaynak çıkış ağızları ve çevresinde kalsiyum karbonatın kabuklar şeklinde üst üste birikmesi ile oluşmuşlardır.

Traverten bacası ve konileri morfolojik olarak birbirinden farklıdır. Bacaların yüksekliği genişliğinden fazla ve topografyada çok net görülürken koniler oldukça basık ve yayvan bir profil arz eder. Bacalar, hidrostatik basıncı fazla kaynak sularının çıkış yaptığı yerlerde meydana gelmiş daha çok dikey yönde gelişmiş hidrojeomorfolojik yapılarıdır.

Traverten sahasında en çok traverten konileri dikkati çeker (Foto 10). Travertenlerle örtülü alan üzerinde küçük kubbeler şeklinde yükselmektedirler. Eski su çıkış yerleri olan bu koniler, sahayı kat eden tektonik hatlara uygun olarak kuzeybatı-güneydoğu, kuzeydoğu-güneybatı ve kuzey-güney doğrultusunda dizilmişlerdir. Anadolu'da bu kadar sayıda traverten koni ve bacası başka bir yerde tespit edilmemiştir. Arazi çalışmaları sonucunda sahada toplam 84 adet traverten konisinin olduğu anlaşılmış ve bu koniler harita üzerine işaretlenmiştir. Koni sayısının bundan daha fazla olduğunu defneciler tarafından ilgi çekici bir görünüşe sahip olması nedeniyle yok edildiğini yöre halkı dile getirmektedir. Tahrip edilmiş traverten konileri bu durumu doğrulamaktadır.



Foto 10. Fossil traverten konisi.

Konilerden bazıları simetrik iken bazıları asimetrik profile sahiptir. Yükseklikleri fazla değildir. Nispi yükseklikleri 10 cm ile 3 m arasında değişir. Taban çapları, 50 cm ile 25 m (55 nolu koni) arasında değişim gösterir. 72 nolu (15 m), 40 nolu (10 m), 58 nolu, 49 nolu (8 m) ve 71 nolu (7 m) koniler sahadaki taban çapları en fazla olan konilerdir.

Genelde üzerlerinde su çıkışının gerçekleştiği kanal veya çukurluklar bulunur. Bazı konilerde bu kanal ve çukurluklar günümüze kadar ulaşmıştır. Çok sayıda konide ise bu kanallar kalsiyum karbonatla tıkanmış olması, aynı zamanda karstifikasyona maruz kalarak aşınmış olmasından dolayı bulunmamaktadır. Su çıkış kanallarını 12, 28 ve 50 nolu konilerde görmek mümkündür.

Sahada 14 adet traverten bacası tespit edilmiştir (Foto 11,12). 1837-1933 m yükselteleri arasında yayılış gösteren bacalardan 2 tanesi tahrip olmuştur. Yükseklikleri maksimum 5 m, taban çapları ise 4 m kadardır. Mevcut bacalardan 6'sının üzerlerinde su çıkış kanalı bulunmaktadır. Kanal çapları 6-20 cm arasında değişmektedir. Basınçla yüzeye çıkan suların eseri olan bu bacalarda traverten çökeli mi sona ermiştir.



Foto 11. Araştırma sahasında traverten bacaları.

Sahadaki traverten konileri ve bacalarının bazıları, traverten sırtları üzerinde yükselir. Bu durum, sırt üzerindeki çatlaklar boyunca lineer (hat) şekilde çıkış yapan suların sonradan belli noktalardan çıkış yaptığını işaret etmektedir. Alanda aktif halde traverten koni ve bacası bulunmamaktadır.



Foto 12. Otlukbeli traverten sahasındaki en büyük boyuta sahip 11 nolu traverten bacası.

8. Karstik Aşınım Şekilleri

Kuaternere ait ikincil karstik kayaç olan travertenlerde çökelim sona erdikten sonra karstlaşma olayı başlamış, lapyta ve dolin gibi aşınım şekilleri gelişmiştir (Foto 13).

Karstik aşınım şekillerinden dolinler travertenle örtülü sahanın özellikle kuzeyinde görülür. Alanda üç adet dolin tespit edilmiştir. Bu dolinlerden ikisi çökme sonucu meydana gelmiştir. Bu dolinlerin yamaçları oldukça dik olup, tabanlarında traverten blokları bulunmaktadır. En kuzeyde yer alan dolin, T şeklinde bir ağıza sahiptir. Dolinin derinliği 3 m olarak ölçülmüştür. Bu dolinin batısında diğer dolin yer alır. Kabaca dairevi ağıza sahip olan dolinin ağız çapı 8 m, derinliği ise 4 metredir. Üçüncü dolin ise Ürkülü Sırtı yakınlarındadır. Dolinin ağız, deniz seviyesinden 1925 m yüksektedir. Ağız çapı 10 m, derinliği ise 3 metredir. Dolinin kenarları delikli lapyalarla kaplıdır.



Foto 13. Travertenler üzerinde gelişmiş çökme dolinleri.

Sahada en yaygın karstik aşınım şeklini lapyalar oluşturur. Eğim nedeni ile delik ve oyuklu lapyalar daha çok gelişme imkânı bulmuştur. Lapyalar alanın kuzeyinde yoğunlaşır. Çapları 50 cm, derinlikleri 1 metreye kadar çıkan lapyalar delik lapyaya özelliği gösterir (Foto 14). Adeta petek görünümünde olan bu lapyalar birbiriyle birleşerek boyutları büyümektedir.



Foto 14. Travertenler üzerinde delik lapyalar.

9. Tartışma ve Sonuçlar

Travertenler, kalsiyumbikarbonatça zengin, sıcak ve soğuk su kaynakları tarafından oluşturulan çökellerdir. Traverten çökeliminde su kaynağının konumu, kimyasal ve fiziksel özellikleri, su sıcaklığı, akış rejimi ve hidrostatik durumu, sahanın tektonik özellikleri, suyun akış

gösterdiği yerin topografyası, iklimatik ve biyolojik özellikler gibi birçok faktör etkilidir.

Otlukbeli Gölü batısında yer alan travertenler, mineralli soğuk suların eseri olup tufa özelliği taşımaktadır. Sahada hidrojeomorfolojik yönden traverten birikim şekillerinden traverten sırtları, traverten konileri ve traverten bacaları gelişme imkânı bulmuştur.

Bilindiği üzere travertenler neotektonik açıdan önemlidir. Tektonik bakımdan aktif olan zonlar ile traverten çökeli arasında çok yakın ilişki vardır. Özellikle traverten sırtları uzun eksenli boyunca gelişmiş olan merkezi çatlaklar, açılma çatlaklarıdır. Bölgeyi etkileyen açılma kuvvetlerinin yönleri bu çatlaklardan elde edilebilmektedir (Altunel, 1996). Sahada, tektonik ile yakından ilişkili, toplam 26 traverten sırtı tespit edilmiştir. Uzunlukları 11-150 m arasında değişen bu sırtlar NE-SW, E-W, N-S yönünde gelişmişlerdir. Toplam uzunlukları 1560 m olarak hesaplanmıştır. Sırtı oluşturan traverten tabakalarının eğim dereceleri 5-85° arasında değişiklik gösterir. Traverten sırtlarındaki çatlaklar ise 0,5 cm ile 210 cm arasında değişen genişliktedir. Sırtlardan biri aktif olup diğerleri pasiftir. Alandaki farklı uzanış doğrultularına sahip traverten sırtları, yöreyi etkileyen açılma kuvveti yönlerinin Kuaternerde değişim gösterdiğini işaret eder. Aktif traverten sırtı sahanın günümüzde tektonik olarak NE-SW yönünde sıkıştığını, NW-SE yönünde ise genişlediğinin göstergesidir.

Akkan ve Tuncel (1990) alandaki traverten birikim şekillerinden yalnızca traverten konileri hakkında bilgi verilmiş ancak koni sayısı kesin olarak ifade edilmemiştir. Yaptığımız çalışmaya göre alanda 84 adet traverten konisi, 14 adet ise traverten bacası bulunmaktadır. Mineralli su kaynaklarının çıkış yaptığı kısmında oluşan traverten konileri Scheuer ve Schweitzer (1989)'in sınıflandırmasına göre düzenli küçük kaynak konisi (regular small spring cone) tipine girmektedir. Suların çıkış yaptığı yerin eğim değerinin yüksekliği nedeniyle traverten konilerinin tabanları ve ağızları fazla büyümemiştir.

Traverten bacaları ve konilerinin, özellikle traverten sırtları üzerinde ve çatlakların kesiştikleri yerlerde yoğunlaştıkları dikkati çeker. Alandaki tektonik kökenli çatlaklarla traverten koni ve bacalarının dağılışı arasında bağlantı vardır. Traverten sırtları üzerinde tektonik hat boyunca çıkan sular, daha sonra noktasal çıkış şeklini almış ve traverten konileri ile traverten bacaları meydana gelmiştir. Su miktarının azalması ve zamanla şiddetini tamamen yitirmesi, traverten koni ve bacaları içindeki kanalların kalsiyum karbonatla tıkanmış olması nedeniyle traverten birikim şekillerinin oluşumu sona ermiştir. Alanda, aktif halde traverten koni ve bacası bulunmamaktadır. Koni ve bacaların yükseklikleri ile sahadaki kaynak sularının hidrostatik basıncı arasında yakın ilişki vardır.

Alanda aktif traverten çökeli mi Otlukbeli Gölü'nün oluşumuna sebep olan traverten sırtının üzerinde ve gölün güneyindeki yamaçta çok sınırlı bir alanda sürmektedir.

Otlukbeli Gölü, Ağnene Deresi'ni NE-SW yönünde kesen 150 m uzunlukta ve 20 m kadar genişlikte, vadi tabanından 42 m yüksekte traverten sırtının akarsu vadisi önünü kapatmasıyla oluşmuş, dünyada oluşum bakımından ender traverten set göllerindendir. Otlukbeli Gölü'nün oluşumuna sebep olan traverten sırtı, aktif olup ofiolitli melanji kesen kırık hattından çıkan kalsiyumbikarbonat ve diğer madensel mineraller bakımından zengin kaynakların, bünyesindeki kalsiyum karbonatı bırakması ile meydana gelmiştir. Hırvatistan'da Plitvice ve Afganistan'da Bend-i amir Gölü dünyadaki diğer traverten set gölleri (Lowe ve diğ, 1995) olmalarına rağmen bu iki göl traverten terasları gerisinde suların birikmesi ile oluşmuşlardır.

Alandaki NE-SW, E-W, N-S yönlü faylar, mineralli suların yüzeye ulaşmasını sağlamıştır. Traverten sırtlarının işaret ettiği üzere gerek Ağnene Deresi gerekse Sazlar Deresi, vadilerini tektonik hatlar üzerinde açmışlardır.

Otlukbeli Gölü, Erzurum Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kurulu'nun 15. 04. 1994 gün ve 612 sayılı kararı ile doğal sit alanı ilan edilerek koruma altına alınmıştır. Ancak korumada geç kalınmıştır. Aktif olmayan koniler ve bacalar, ne yazık ki insanlar tarafından kaçak kazılarla tahrip edilmektedir. Otlukbeli Komları'ndaki meskenlerin inşaat malzemesinin çoğu travertenlerden yapılmıştır. Bu ender traverten birikim şekillerinin tahrip edilmemesi için koruma alanı sınırının tam anlamı ile belirlenmesi gerekmektedir. Çubuklu Sırtı, Salihağa Komu, Kabak Tepe, Akkız Tepe (2045 m), Tekesor Tepe (2269 m) ve Karagüney Dere'nin Sazlar Deresi'ne karıştığı yer içinde kalan kesim birinci derecede koruma alanı kabul edilerek, bu sınırlar içinde yapılaşmaya, toprak, kayaç parçası alınmasına ve madencilik faaliyetlerine izin verilmemelidir.

Aktif traverten çökeli minin olduğu göl settesi üzerine ziyaretçi girişleri yasaklanmalıdır. Ziyaretçiler aktüel travertenler üzerinde gezdikleri için traverten çökeli mi sekteye uğramakta ve tahrip olmaktadır. Bu nedenden dolayı sahaya girişler kontrollü ve denetimli bir şekilde yapılmalıdır.

Otlukbeli Gölü'nden yararlanma sınırlıdır. Gölün suları Sazlar Deresi vadisindeki tarım alanlarının sulanmasında kullanılmaktadır. Yalnız son yıllarda Otlukbeli İlçesi Kaymakamlığı ve Erzincan Valiliği'nin yardımı ile göl tanıtılmaya ve turizmin hizmetine sokulmaya çalışılmaktadır. Bu konuda öncelikli olarak, ulaşım hatlarının iyileştirilmesi ve altyapının güçlendirilmesi gerekmektedir.

Kaynakça

Akdeniz, N., Şahintürk, Ö. ve Yakar, H., 1997, “Pulur Bölgesinin Stratigrafisi ve Tektoniği (Bayburt-Doğu Pontidler)”, *MTA Dergisi* 119, 1-22, Ankara.

Akkan, E. ve Tuncel, M., 1990, “Bilinmeyen Bir Doğal Anıt: Otlukbeli Gölü”, *Coğrafya Araştırmaları Dergisi, Atatürk Kül. Dil ve Tar. Yük. Kur., Coğrafya Bil. ve Uyg. Kolu, C. 1, Sayı 2*, Ankara.

Alpman, N., 1966, *Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri Sıcak Su Kaynakları, İçmeleri ve Maden Sularının Teknik Envanteri*, MTA Der.rap.no.4069, yayımlanmamış, Ankara.

Altunel, E., 1996, “Pamukkale Travertenlerinin Morfolojik Özellikleri, Yaşları ve Neotektonik Önemleri”, *MTA Dergisi* 118, 47-64, Ankara.

Gedik, A., 2008, “Kemah-Erzincan-Çayırılı Yöresi Tersiyer Birimlerinin Jeolojisi ve Petrol Kaynak Kaya Özellikleri”, *MTA Dergisi*, 137, 1-26, Ankara.

Keskin, İ., 2016, *1/100 000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi Trabzon-H43 Paftası*, MTA Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara.

Lowe, D. and WALTHAM, T., 1995, *A Dictionary of Karst and Caves: A Brief Guide to the Terminology and Concepts of Cave and Karst Science*, Cave Studies Series Number 6. British Cave Research Association, London.

Okay, A., Şahintürk, Ö. ve Yakar, H., 1997, “Pulur Bölgesinin stratigrafisi ve tektoniği (Bayburt, Doğu Pontidler)”, *MTA Dergisi* 119, 1-22, Ankara.

Okay, A. and Şahintürk, Ö., 1997, “Geology of the Eastern Pontides, in A.G. Robinson ed., Regional and Petroleum Geology of the Black Sea and Surrounding Region”, *American Association of Petroleum Geologist (AAPG) Memoir No.68*, p.291-311.

Özsayar, T., 1990, *Erzurum-Erzincan-Gümüşhane Arası ve Yakın Yöresinin seçilmiş Bölgelerle Jeolojik Yapısının ve Ekonomik Potansiyelinin İncelenmesi*, TÜBİTAK Proje No:TBAG-727. Trabzon.

Polat, S., 2003, *Karasu Havzası'nın Hidrojemorfolojik Etüdü*, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, yayımlanmamış, İstanbul.

Scheuer, G. and Schweitzer, G., 1989. “Genetics and Occurrence of Holocene Travertines in Hungary”. *Studies in Geography in Hungary*, Akademici Kiado, Budapest, 25: 39-48.

Stchepinsky, V., 1941, *Erzincan Mintıkasının Jeolojisi ve Maden Zenginlikleri*. METEA yayınlarından, S:C, Monografiler no:2, Ankara.

Tanyolu, E., 1988, “Pulur Masifi (Bayburt) Doğu Kesiminin Jeolojisi”, *MTA Dergisi* 108,1-17, Ankara.

Van, A. ve Yalçınalp, B., 2010, “Kuşkayası (Otlukbeli-Erzincan) Manganez Yatağının Jeolojik Yerleşimi ve Jeokimyasal Özellikleri”, *Jeoloji Mühendisliği Dergisi* 34 (1), 41-56.