

Germik Formasyonu Oligosen Evaporitlerinin (Kurtalan, GB Siirt) Diyajenezi ve Paleocoğrafik Gelişimi, Türkiye

Diagenesis and Paleogeographic Development of Oligocene Evaporites of the Germik Formation (Kurtalan, SW Siirt), Turkey

PELİN GÜNGÖR YEŞİLOVA^{1*}, CAHİT HELVACI²

¹Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 65080 Kampüs-Van

²Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tınaztepe, 35160 Buca-İzmir

Geliş (received) : 19 Aralık (December) 2012

Kabul (accepted) : 27 Mart (March) 2013

ÖZ

Bu çalışma, Siirt'in güneybatısında, Kurtalan civarında bulunan Oligosen yaşlı Germik Formasyonu evaporitlerini içermektedir. Evaporitlerin diyajenetik aşama (erken-geç) ve süreçleri (sıkışma, çimentolanma, hidrasyon ve ornatma gibi) belirlenmiş, bölgenin paleocoğrafyası aydınlatılmıştır. Stratigrafik ve sedimentolojik çalışmalara göre evaporitik mineraller ve bunların birlikte bulunduğu kayalar incelenmiş, jips ile anhidritlerin doku, litoloji ve sedimanter yapı gibi özellikleri incelenerek litofasiyeslere ayrılmıştır. Litofasiyeslerin birbirleriyle olan yatay ve dikey devamlılıkları, ölçülü stratigrafik kesitlere göre yorumlanarak bu jips ve anhidrit oluşumlarının iklim ve tektonizma şartlarındaki değişimleri ortaya konulmuştur.

Arazi çalışmaları ile beraber evaporitlerin petrografik ve mineralojik özellikleri incelenerek evaporitlerin tiplerinin ilksel fabrikleri, sedimanter yapıları (laminalanma, stromatolitik yapılar, yumrulu ve küresteli) belirlenmiş ve burada oluşan evaporitlerin genel olarak diyajenez ile değişim geçirdikleri ve ikincil oldukları saptanmıştır. Germik Formasyonu evaporitlerinin erken diyajenez (birincil anhidrit, anhidrit yumrularının oluşumu) ve geç diyajenez (gömülme-yükselme: anhidrit-jips dönüşümü, kalsit, dolomit ve sölestin kristallenmesi ve anhidritin zemin veya yer altı suyu ile temasa geçerek alabastrin, porfiroblastik ve satin spar gibi ikincil jipsleri oluşturması) süreçlerinde kıyasal sabkadan-sığ denize kadar değişen ortamlarda çökdikleri belirlenmiştir. Germik Formasyonu'ndan alınan ölçülü stratigrafik kesitlerin B-D ile K-G doğrultulu korelasyonları sonucunda bölgede Oligosen döneminde kuzeybatıdan güneydoğuya doğru derinleşen bir denizin varlığı ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Anhidrit, diyajenez, Germik Formasyonu, ikincil jips, Kurtalan, sabka, sığ deniz.

ABSTRACT

This study deals with the Oligocene evaporites of Germik Formation near Kurtalan to the SW of Siirt. The diagenetic phases (early-late) and processes (compaction, cementation, hydration and substitution) of evaporites were determined and paleogeography of the region was revealed.

According to stratigraphic and sedimentological rocks and constituent studies, evaporitic minerals were investigated together with their textures, lithologies and sedimentary structures and a lithofacies classification is proposed. The lateral and vertical continuity of lithofacies with regards to each other was interpreted considering stratigraphic sections and the variation of gypsum and anhydrite formation in various climatic and tectonic conditions was in-

roduced. Besides field studies, the petrographic and mineralogic properties of evaporites were also investigated and the primary fabric and sedimentary structures (such as lamination, stromatolitic, nodular and chicken-wire structures) of evaporite types were determined. Eventually, it was identified that the evaporites in the region were generally altered by diagenesis and are secondary in origin. The evaporites of Germik Formation were formed during early diagenesis (primary anhydrite, formation of anhydrite nodules) and late diagenesis (burial-exhumation: anhydrite-gypsum transformation, calcite, dolomite and celestite crystallization and formation of secondary gypsum such as alabastrine, porphyroblastic and satin spar by the interaction of anhydrite with soil or ground water) processes in an environment changing from coastal sabkha to shallow sea. In the region, a deepening sea environment from NW to SE during Oligocene period was revealed according to the correlations of the W-E and N-S trending measured stratigraphic sections taken from the Germik Formation.

Keywords: Anhydrite, diagenesis, Germik Formation, Kurtalan, sabkha, secondary gypsum, shallow sea.

GİRİŞ

Amaç

Bu çalışmada, Siirt'in güneybatısında bulunan Kurtalan ve civarındaki bölgeler içindeki Oligosen yaşlı Germik Formasyonu incelenmiş ve formasyona ait Germik jips üyesi içinde ayırtılan evaporit (jips, anhidrit) oluşumlarının sedimentolojik özellikleri, diyajenez süreçleri ve oluşum ortamları ayrıntılı şekilde ortaya konmuştur. Diyajenetik aşamalar detaylı sediment, petrografik ve mineralojik çalışmalar ile belirlenmiştir.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Oligosen dönemi ve sonunda yoğun tektonizmanın etkisi altında kalmış ve bölgede önemli paleocoğrafik değişimler yaşanmıştır. Bölgedeki çeşitli yapısal unsurlar, bu hareketlenmelere bağlı olarak gelişmiş ve Orta Eosen sonrası tektonizma regresyona neden olup Eosen-Oligosen denizinin geometrisini değiştirmiştir (Perinçek, 1980). Oligosen döneminde deniz seviyesinin göze çarpan bir şekilde alçaldığı Neotetis'in hızlı bir şekilde kapanması ve sığ denizel şartların hüküm sürmesi sonucu gelişen yarı kapalı havzalarda karbonatlarla ardalanmalı evaporitler çökelmiştir (Ziegler, 2001).

Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Siirt-Baykan, Kurtalan, Batman-Beşiri, Diyarbakır-Çınar ve Bismil sahalarını içeren geniş bir alandaki Oligo-Miyosen yaşlı karasal ve denizel büyük jips-anhidrit havzalarını içermekte, bu evaporit havzaları ile birlikte petrol oluşumları izlenmektedir. Germik Formasyonu içindeki evaporitler yüzeyde geniş mostralar verdikleri ve kalın yataklar

oluşturdukları için açık işletme imkânlarına sahiptirler. Denizel (lagün-kıyasal sabka) birikintilerin yaygın olduğu Siirt-Kurtalan çevresinde bulunan Germik Formasyonu'na ait jips-anhidrit (alçıtaşı) ocakları uzun yıllardır ekonomik olarak işletilmektedir. Germik Formasyonu birçok araştırmacı (Özkaya, 1974; Perinçek vd., 1992; Gilmour and Makel, 1996; Yılmaz ve Duran, 1997; Günay, 1998; Ziegler, 2001; Coşkun, 2004; Önenç, 2004; Dağıstan ve Şimşek, 2005; Öztürk ve Çelik, 2008; Tonbul ve Sunkar, 2008; Okay et al. 2010; Türkmen vd., 2010 vb gibi) tarafından incelenmiş, fakat formasyonda bulunan jips-anhidritli birimlerinin ayrıntılı fasiyes analizi, oluşum koşulları ve diyajenetik süreçlerinin değerlendirilmesi açısından bir çalışma yapılmamıştır. Kıyasal sabka ortamını temsil eden bu evaporitli birimlerin sedimentolojik ve petrografik özelliklerinin tanımlanarak diyajenetik ve paleocoğrafik tarihçesinin aydınlatılması önem taşımaktadır.

Materyal ve Yöntem

Germik jips üyesi ve üye içinde işletilen jips (alçıtaşı) ocaklarından (Şenköy, Veysi Erdem, Mehmet Sever, Birsöz jips ocağı) ve üyenin tip kesit gösteren yerlerden ölçülü stratigrafik kesitler alınarak evaporitler değişik tipte litofasiyeslere ayrılmıştır. Evaporitler ve çevre kayaç ilişkileri ortaya konularak farklı kaya gruplarının ayırtlanması için çalışma alanındaki kayaç grupları ve jips-anhidritlerden toplam 250 adet sistematik örnekleme yapılarak bölgenin genelleştirilmiş stratigrafik kolon kesiti ve jeolojik haritası yapılmıştır. Laboratuvar çalışmalarında, yaklaşık 215 adet evaporit ve diğer kayaç örneklerinin petrografisinin ortaya konulması amacıyla Dokuz

Eylül Üniversitesi İncekesit Laboratuvarı'nda ince kesitleri yapıp, polarizan mikroskop altında incelenmiş, diyajenetik süreçlerin açıklanmasına yardımcı olacak mineral grupları, doku ve yapıları (sölestin, simektit, hematit, alabastrin, porfiroblastik doku, stromatolitik algal yapılar) ortaya konmuştur. Evaporit örneklerinin mikrodokusal ve mineralojik olarak tanımlanabilmesi için 15 jips örneği üzerinde İspanya Barcelona Üniversitesi'nde Quanta 200 marka Taramalı Elektron Mikroskobu üzerinde SEM çalışmaları yürütülmüştür.

Bu çalışmaların ışığında Germik Formasyonu jips-anhidrit birimlerinin anhidritleşme, çimentolanma, sıkışma, hidrasyon, ornatma ve yeniden kristallenme gibi diyajenetik süreçler sonucunda oluştukları saptanmıştır.

JEOLJİK VE STRATİGRAFİK KONUM

Çalışma alanının temelini, Maxon (1936) tarafından adlandırılan denizel kökenli klastiklerden oluşan Paleosen yaşlı Germav Formasyonu oluşturmaktadır (Şekil 1 ve 2). Germav Formasyonu ince-orta tabakalı, yeşilimsi-gri renkli çamurtaşları ile ardalanan silt ve kumtaşlarından oluşmakta, yer yer çakıltaşları da içermektedir (Yeşilova ve Helvacı, 2012). Bu birim üzerine uyumsuz olarak Alt Eosen yaşlı karasal Gercüş Formasyonu gelmektedir. Gercüş Formasyonu bordo-kırmızı renkli kumtaşı ve çakıltaşları içerip üzerine uyumsuz olarak karbonatlardan oluşan Orta-Üst Eosen yaşlı denizel Hoya (Midyat) Formasyonu gelmektedir. Hoya Formasyonu ile düşey ve yanal yönde geçişli, sığ denizel ve Oligosen yaşlı olan Germik Formasyonu, Siirt'in güney-güneybatısında yaklaşık 400 km²'lik bir alanı kapsamakta ve evaporitlerle ardalımalı karbonatlardan oluşmaktadır (Şekil 1). Germik Formasyonu'nu üzerine uyumsuz olarak Orta-Üst Miyosen yaşlı sığ denizel-karasal ortamı temsil eden tuzlu birimler ile killi siltli jipslerden oluşan Lice Formasyonu gelmektedir. Lice Formasyonu'nun üzerine uyumlu olarak Üst Miyosen yaşlı karasal Şelmo Formasyonu ve bu formasyonun da üzerine inceleme alanının bazı kesimlerinde Üst Miyosen döneminde bindirmelerle yerleşmiş olan Ofiyolitik Karmaşık gelmektedir. Üst Kretase oluşum yaşlı ofiyolitik

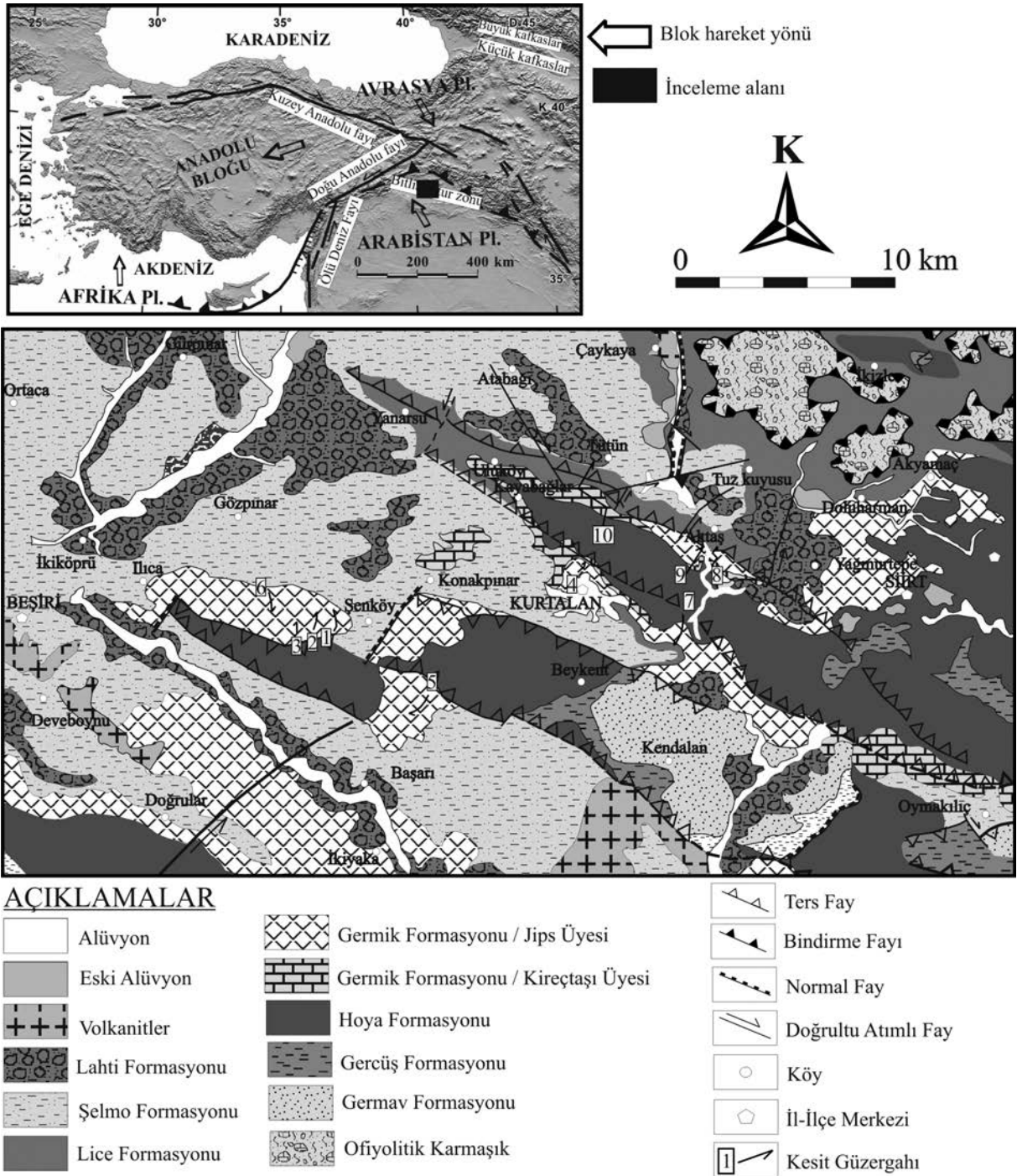
istifin büyük bölümü; serpantinitle, radyolaritler, kireçtaşları ve kumtaşlarından meydana gelmektedir. Ayrıca, çalışma alanının bazı kesimlerinde ise Şelmo Formasyonu'nun üzerine açılmalı uyumsuzlukla Pliyosen yaşlı Lahti Formasyonu gelmektedir. Yöredeki istif, Pliyosen-Pleyistosen yaşlı volkanitler ve bunların üzerine uyumsuz olarak gelen Kuvaterner yaşlı eski ve yeni alüvyonlarla son bulmaktadır (Şekil 1 ve 2) (Yeşilova ve Helvacı, 2012).

Stratigrafi

Germik Formasyonu, Orta-Üst Eosen yaşlı denizel Hoya Formasyonu ile yanal ve düşey geçişli olup, üzerine gelen Orta-Üst Miyosen yaşlı sığ denizel-karasal Lice Formasyonu ile uyumsuzluk sunar (Şekil 3 ve 4). Germik Formasyonu yaklaşık 220 m kalınlığında olup, formasyondaki istifin en iyi görüldüğü yer, Yeniköprü ve Ağaçalı pınar mevkileri civarındadır (Şekil 6a).

Formasyon alttan üste doğru genel olarak, ikincil jipsler (yer yer anhidrit) ve karbonatların (dolomit ve kireçtaşı) ardalıması ile yer yer çamurlu ve marn ara katkılı seviyeler şeklinde oluşmakta, Germik kireçtaşı üyesi ve Germik jips üyesi olarak 2 üyeye ayrılmaktadır (Şekil 6a). Altta bulunan Germik kireçtaşı üyesi, tabanda yaklaşık 12 m kalınlıkta, krem-bej renkli, orta-kalın tabakalı, bol gözenekli tamamen altere olmuş mikritik kireçtaşlarından oluşmaktadır. Kireçtaşları üzerine 8 m kalınlıkta, sarı-kahverengi ve iyi pekleşmiş kalkarenitler gelmektedir. Kireçtaşı üyesi en üstte 25-28 m kalınlıkta, orta-kalın tabakalı, sarı-sütlü kahve renkli ve iyi pekleşmiş kireçtaşları ile son bulmaktadır. Kireçtaşları yer yer altere olmuş, 1 cm'den 50 cm'ye değişen kalınlıklarda katmanlanma gösteren killi ara seviyeler içermektedir.

Kireçtaşı üyesi üzerine gelen Germik jips üyesi; 6 litofasiyeye ayrılmış ve bu litofasiyeler genel olarak; masif, laminalı, laminalı-bantlı, bantlı, yumrulu veya yumrulu-breşik ve yumrulu-bantlı jips şeklinde izlenmektedir. Litofasiyeler dizilimlerinin en iyi gözlemlendiği yer, Germik jips üyesi içinde açılan alçıtaşı ocaklarıdır (Şenköy, Mehmet Sever, Veysi Erdem ve Birsöz ocakları). Bu jipsler tabandan tavana doğru incelendiğinde anhidritin alterasyona uğramasıyla oluşan ikincil



Şekil 1. Çalışma alanının jeolojik haritası (Yeşilova and Helvacı, 2012).
Figure 1. Geology map of the study area (Yeşilova and Helvacı, 2012).

alabastrin ve porfiroblastik dokulu jipslerden oluştuğu gözlenmektedir. İkincil olarak gelişmiş jipsler içinde killi, karbonatlı ve çamurlu seviyeler ile yer yer gri renkli anhidrit ara tabakaları ile anhidrit yumruları gözlenmektedir (Şekil 5).

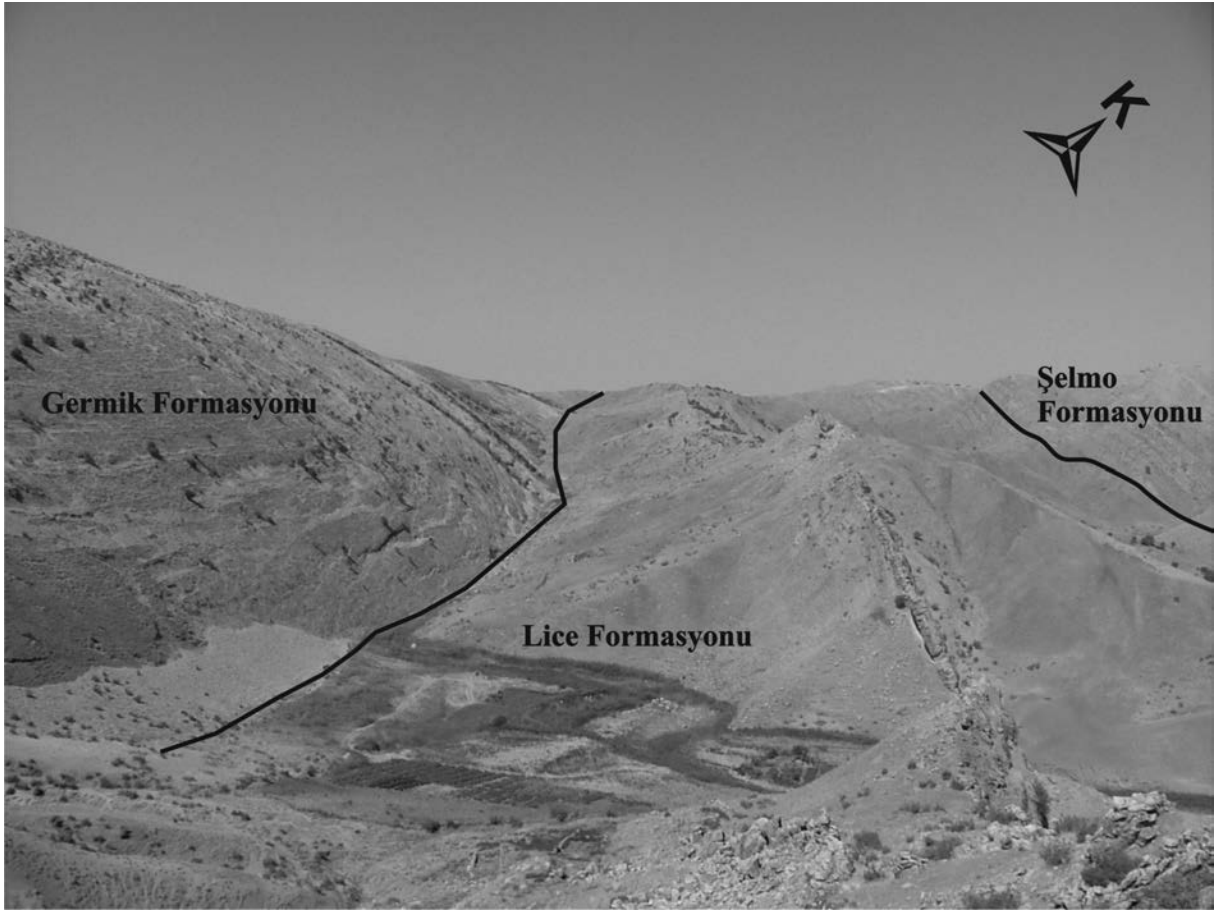
Germik jips üyesi tabanda; 50 m kalınlıkta, tamamen altere olmuş, yer yer kireçtaşı bloklu ve ilkel fabriği tanımlanamayan beyaz renkli ikincil alabastrin dokulu jipslerden oluşmaktadır. Jipslerin üzerine 1 m kalınlıkta sarı-bej renkte, altere

TEKTONİZMA SONRASI BİRİMLER	YAŞ		FORMASYON	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
	SENOZOYİK				
	TERSİYER	PLİYOSEN	KUVATERNER	HOLOSEN	
ALLOKTON BİRİMLER	MESOZOYİK (ÜST KRETASE)		OFİYOLİTLİ KARMAŞIK		Serpantinit, radyolarit, kumtaşı ve kireçtaşı Bindirme
	OTOKTON BİRİMLER		SENOZOYİK		
OTOKTON BİRİMLER	TERSEYER		ŞELMO FORMASYONU		İyi pekleşmiş kum, çakıl, silt ve blok boyutu malzeme Uyumsuzluk
	MIYOSEN		LİCE FORMASYONU		Yeşil-bordo renkli, jips aratabakalı kilttaşı, silttaşı ve tuzlar Geçişli sınır
	OLİGOSEN		GERMİK FORMASYONU		Beyaz-gri renkli iyi pekleşmiş jips, anhidrit ve dolomit Sarı - sütlü kahve renkli, çok gözenekli altere olmuş kireçtaşı ve marn Geçişli sınır
	ORTA-ÜST		HOYA FORMASYONU		Orta-kalın tabakalı, sert, krem bej renkli, bol mikro fosilli, erime boşluklu dolomitik kireçtaşı Uyumsuzluk
	EEOSEN		GERCÜŞ FORMASYONU		Bordo-kırmızı renkli kumtaşı ve kötü boylanmalı, yer yer tane destekli çakilttaşı Uyumsuzluk
	ALT		GERMAV FORMASYONU		Yeşil-gri renkli az çakıllı kumtaşı, silttaşı ve çamurtaşı arđalanması ile kötü boylanmalı çakilttaşı
	PALEOSEN				

ÖLÇEKSİZ

Şekil 2. Çalışma alanı genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Yeşilova and Helvacı, 2012).

Figure 2. Generalized columnar section of the study area (Yeşilova and Helvacı, 2012).



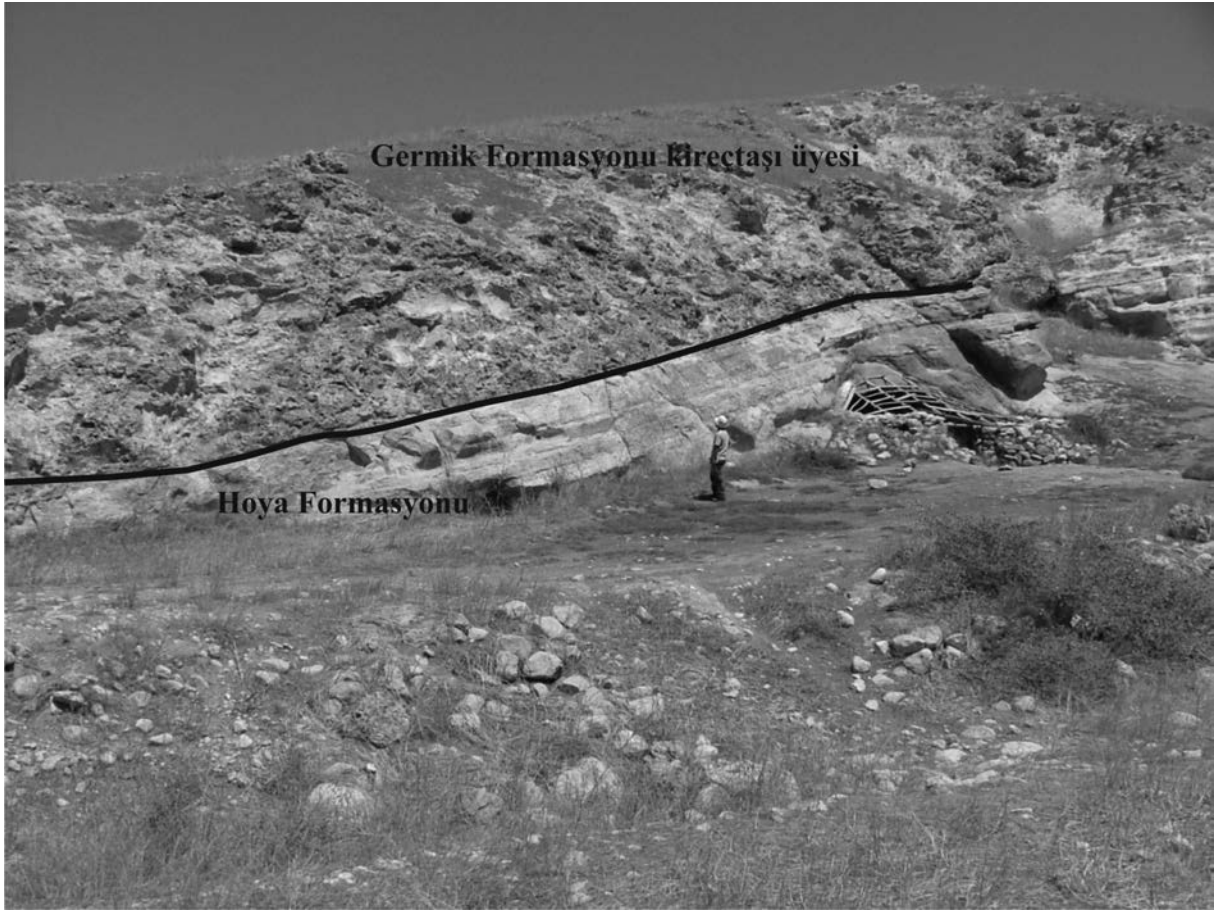
Şekil 3. Germik Formasyonu ile Lice Formasyonu arasındaki dokanak.
 Figure 3. The contact between the Germik Formation and the Lice Formation.

olmuş, bol çatlaklı ve gözenekli dolomitler gelmektedir (Şekil 6b). Bu birimleri 5 m kalınlıkta, gri-bej renkte, orta-kalın tabakalı laminalı-bantlı porfiroblastik jipsler ile yine bunların üzerine gelen yarım metre kalınlıktaki dolomitler takip etmektedir. Dolomitlerin üzerine alt kısımları beyaz-krem renkli masif, üstlere doğru laminalı ikincil jips şeklinde gelişen ve jipsler içinde dolomit gözlenen düzeyler gelmektedir. İkincil jipsleri yaklaşık 45 m kalınlıkta beyaz-krem renkli masif jipsler ve laminalı-bantlı ikincil jips-anhidrit aralanması takip etmektedir (Şekil 6c). Laminalı ikincil jipsler, arazide, yer yer kıvrımlı, ondülasyonlu, mikroçatlaklı ve faylı bir yapıya sahip olup laminalar birkaç milimetre kalınlığındadır (Şekil 6d). Laminalar arasında bazen merceksi yapılar şeklinde bazende lifsi şekilde gelişmiş satin spar jipsler gözlenmektedir. Bu satin spar damarlar

jips anhidrit dönüşümüne bağlı olarak tabaka ve çatlaklar arasında oluşmuş ikincil jips yapılarıdır. Bazı laminalı ve bantlı jipsler, karbonat-kil bileşimli malzeme ile aralanmış şekilde gözlenmektedir. İstif üstlere doğru; yaklaşık 75 m kalınlıktaki dolomit, dolomitik kireçtaşı ve marn ara bantları içeren sütlü kahve-bej-gri renkli, iyi pekleşmiş tabakalı masif, masif-yumrulu alabastrin ve porfiroblastik jipsler ve yer yer anhidritler ile devam etmektedir (Şekil 5).

Sedimentoloji

Germik jips üyesi içinde açılan 6 tane alçıtaşı ocağı (Şenköy 1–2–3; Kesit 1, 2, 3; Veysi Erdem, Birsöz ve Mehmet Sever) ile jips ve kireçtaşı üyesini kapsayan lokalitelerden alınan 4 stratigrafik kesit ayrıntılı olarak çalışılmıştır (Şekil 1).



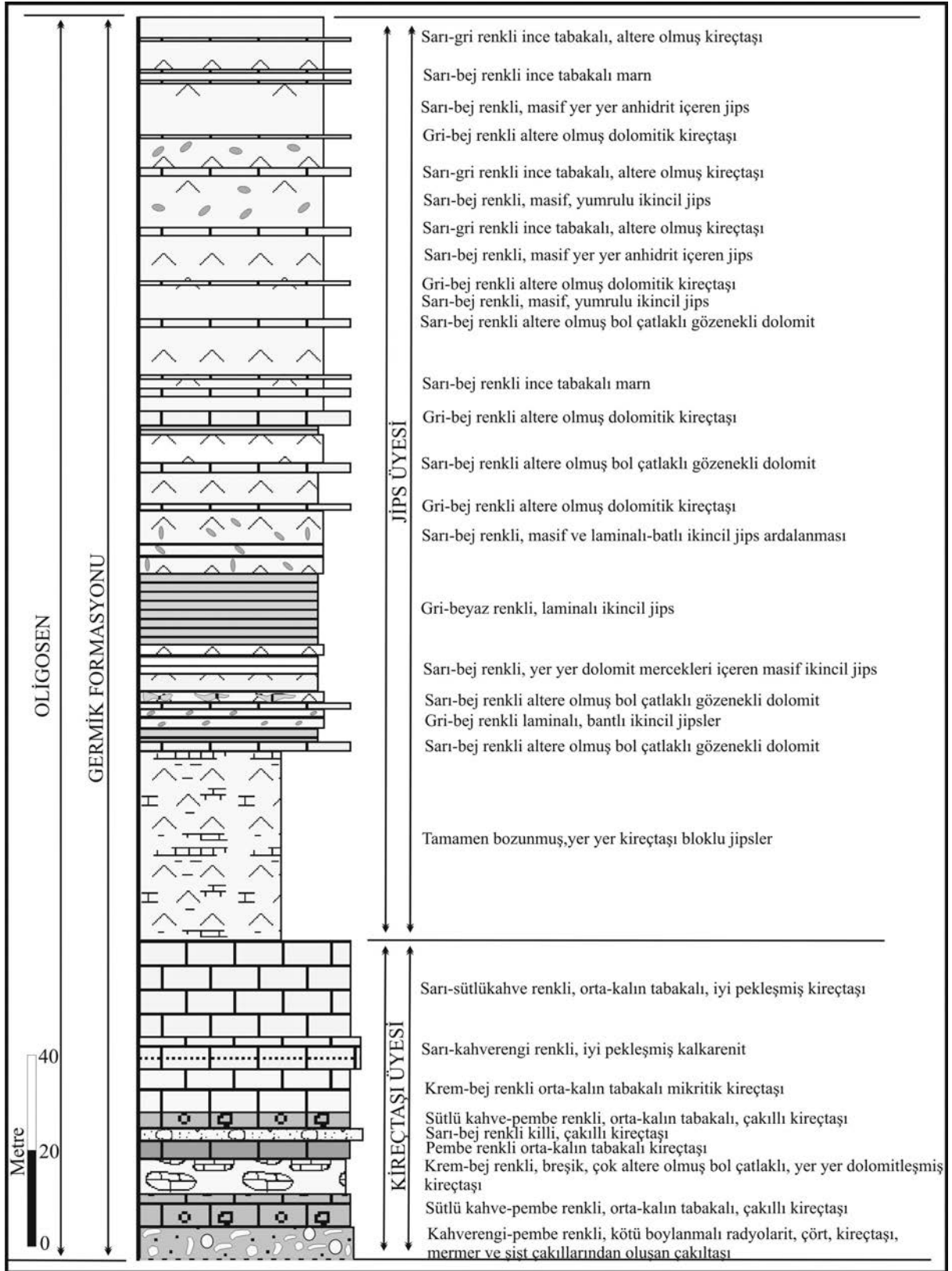
Şekil 4. Hoya Formasyonu ve Germik Formasyonu kireçtaşı üyesi arasındaki dokanak.
 Figure 4. The contact between the Germik Formation Limestone Member and the Hoya Formation

Germik Formasyonunun sedimantolojik incelemelerinde birincil anhidritlerin bünyesine su alması ile ikincil jipslere dönüşmüş 6 litofasiyes tanımlanmıştır. Bu litofasiyesler genel olarak;

- 1- Masif jips
- 2- Laminallı jips
- 3- Laminallı-bantlı jips
- 4- Bantlı jips
- 5- Yumrulu veya yumrulu-breşik jips
- 6- Yumrulu-bantlı jips litofasiyesleri şeklinde gözlenmektedir (Şekil 7, 8a ve 8b).

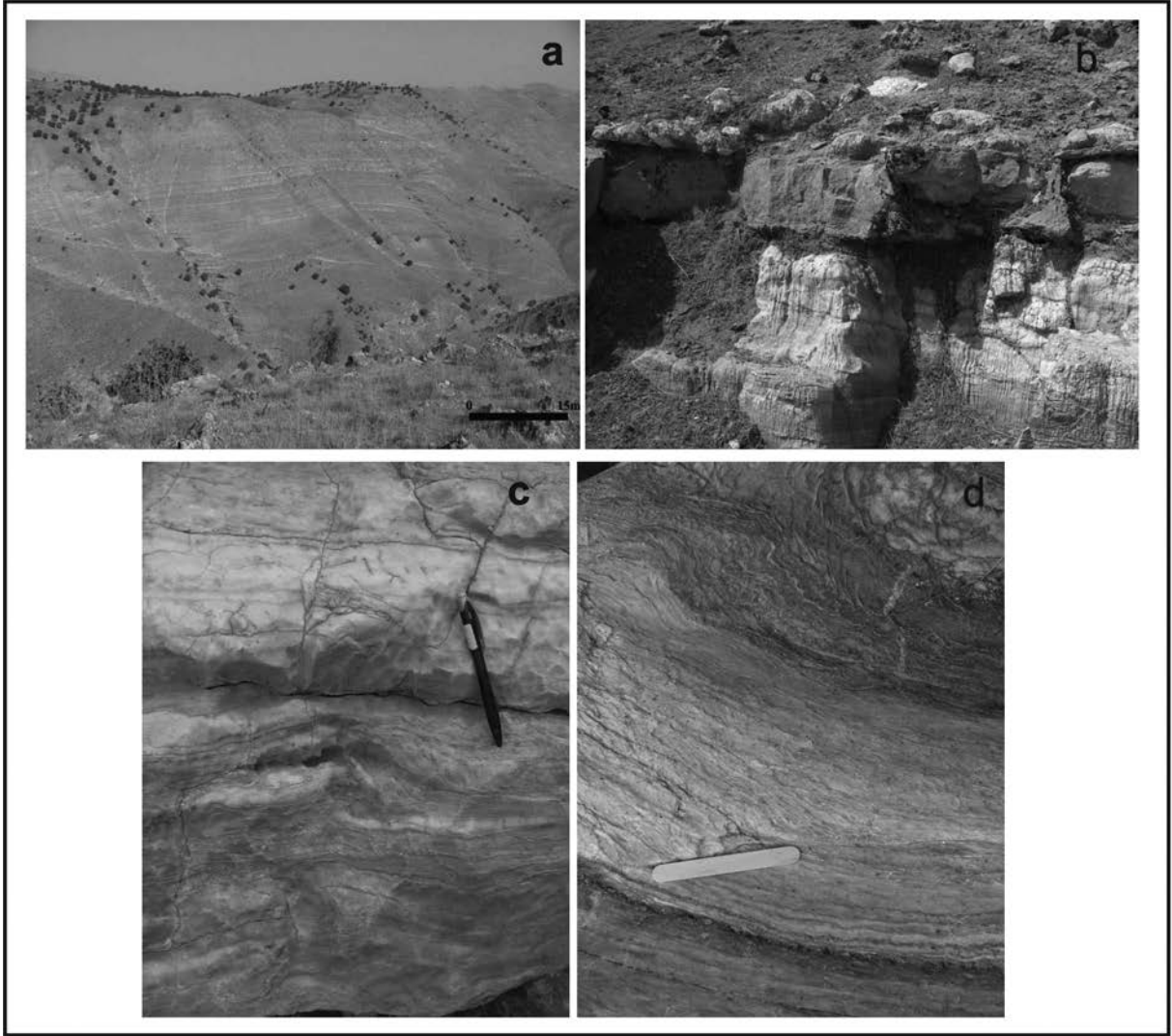
Bu jipslerin çoğu sütlü kahve-bej renkli, genellikle dolomit, kil, marn ara katkılı şekilde gözlenmektedir. Laminallı veya bantlı jipsler, genellikle sığ su ortamını ifade etmektedir (Hardie and

Eugster, 1971; Schreiber vd., 1976). Arazi çalışmalarında laminallı jipslerin ince kilttaşları ile aralanması bunların sığ su ortamını desteklemektedir (Schreiber et al. 1976). Yumrulu jipsler sabka ortamlarını ifade etmekte (Shearman, 1966; Mossop and Shearman, 1973; Kendall, 1981; Smoot and Lowenstein, 1991; Warren, 1991) ve erken diyajenez safhasında sabkanın kenar kısımlarında gelişmektedir. Yumruların çapları 5 mm ile 3 cm arasında değişmekte, görünümleri yuvarlaktan ovale, yassıya ve düzensize kadar değişen şekillerde değişmektedir (Şekil 8c ve 8d). Kurak iklim kuşağındaki bu tip yumruların varlığı deniz kıyısı sabkasınının belirteçidir (Butler, 1969; Butler et al. 1964; Curtis et al. 1963; Kinsman, 1969; Shearman, 1963, 1966). Hardie (1984) ile Varol vd. (2002), tektonik olaylarla havzanın derinleşmesi ve bu alanlara aşırı miktarda suyun ilerlemesi sonucu



Şekil 5. Germik Formasyonu'nun genelleştirilmiş stratigrafik kolon kesiti.

Figure 5. Generalized columnar section of the Germik Formation.



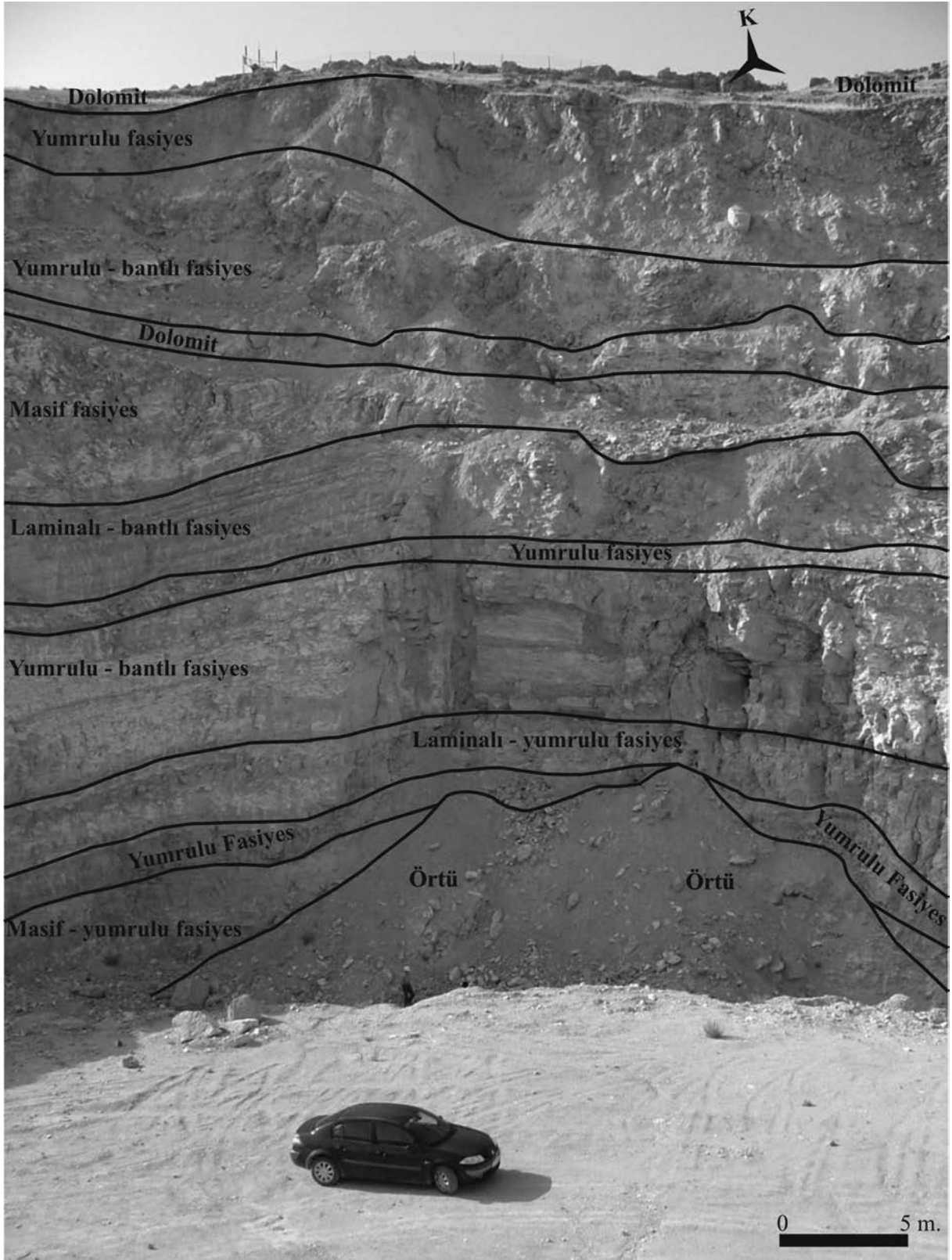
Şekil 6. Germik Formasyonu; a. jips-anhidritlerin ve karbonatların ardalanması (Yeniköprü civarı); b. Şenköy jips ocağında ait karstik alabastrin ikincil jipslerle ardalanmalı dolomitik kireçtaşları; c. Germik jips üyesine ait masif jips ile laminalı-bantlı jips-anhidritlerin ardalanması; d. Germik jips üyesine ait bantlı-ondüleli ve kıvrımlı yapılar (Ölçek: 15 cm).

Figure 6. Germik Formation; a. gypsum-anhydrite and carbonates alternations (around of Yeniköprü); b. alternations of dolomitic limestone with karstic alabastrine secondary gypsum in the Şenköy gypsum quarry; c. alteration of massive gypsum and laminated-banded gypsum-anhydrite in the Germik gypsum member; d. banded-undulated and folded structures in the Germik gypsum member (Scale: 15 cm).

masif jipslerin çökeldiğini belirtmişlerdir. Çalışma alanındaki masif jipsler daha kalın ve yoğun bir sualtı jips çökelişinin ürünü olup, bunların oluşumunda tektonizma ve diyajenez süreçlerinin etkileri olduğundan havzanın daha derin kısımlarını ifade etmektedirler. Ancak masif jipslerin üzerinde gözlenen yumrulu ve küresteli yapıları su derinliğinin giderek azaldığını ve ortamın tuzlu çamur düzlüklerine dönüştüğünün

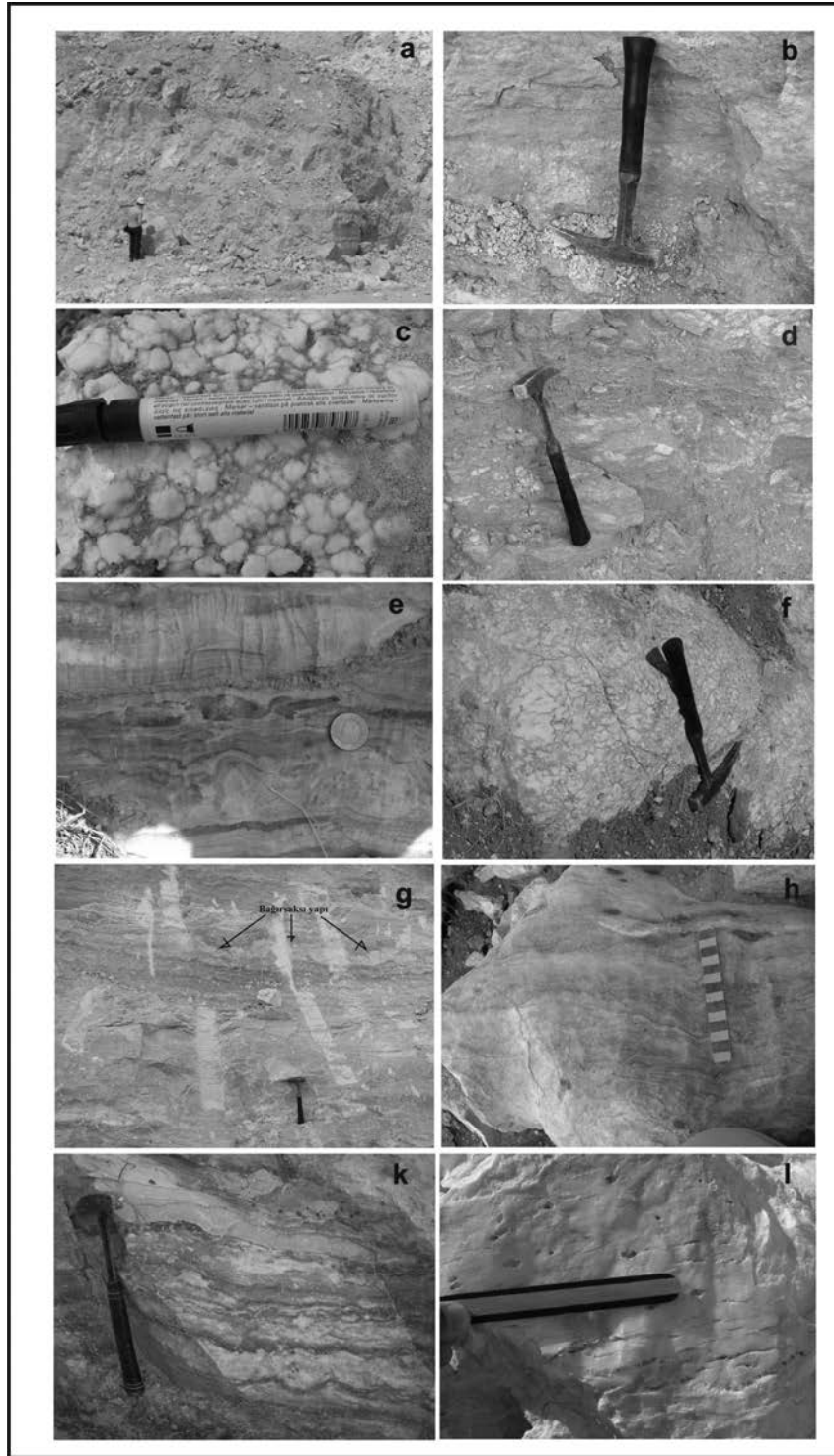
bir göstergesi sayılmaktadır (Hardie and Eugster, 1971; Schreiber et al. 1976).

Stratigrafik kesitlerin bazı kesimlerinde ise anhidrit yumruları ve gri renkli anhidrit ile dolomit ve kalsit ara bantlarına rastlamak mümkündür. Anhidrit yumrularının çoğunluğu sıkışmadan önceki erken diyajenez safhası sırasında oluşmakta, daha sonra su ile temasa geçerek yüzey



Şekil 7. Mehmet Sever jips ocağı ölçülü stratigrafik kesitindeki litofasiyesler.

Figure 7. Lithofacies of the measured stratigraphic section of the Mehmet Sever gypsum quarry.



Şekil 8. Germik Formasyonu jips üyesine ait; a: masiv jipsler; b: yumrulu bantlı jipsler; c: yumrulu jips; d: breşik yassılaştırılmış jips; e: ondüleli laminalı-bantlı jips; f: kümesteli yapısı; g: bağırsaksı yapı; h: dalgalı stromatolitik alg hasırları; k: organik malzemeli bantlı jipsler; l: alabastrin jipsler içindeki dolomit taneleri.

Figure 8. Germik Formation gypsum member; a: massive gypsums; b: nodular banded gypsums; c: nodular gypsum; d: brecciated flattened gypsum; e: undulated laminated-banded gypsum; f: chicken-wire structure; g: enterolithic structure; h: wavy stromatolitic alga mats; k: organic material-bearing banded gypsum; l: dolomite grains in alabastrine gypsums.

veya yüzeye yakın kesimlerde yumrulu ikincil jipslere dönüşmektedir. İklimin ve diyajenezin etkilerinin sonucunda oluşan tabakalar içerisinde ondüleli yapılar, kümesteli yapıları, bağırsak yapıları gibi sedimanter yapılar jips-anhidrit birimleri içerisinde sıkça gözlenmektedir (Şekil 8e, 8f, 8g). Bu yapıların yanında laminalı-karbonatlı jips seviyelerinde organik maddenin yüksek konsantrasyonuna bağlı olarak oluşan yer yer dalgalı şekilli stromatolitik alg hasırları mevcuttur (Şekil 8h, 8k). Bu algal hasırların olması ortamın kıyı şeridinde yakın olduğunu göstermektedir. Arazide çıplak gözle kolayca ayırt edilebilen ve genellikle bir arada bulunan alabastrin ve porfiroblastik dokulu ikincil jipslerin içinde dolomit tanelerine rastlanılmaktadır. Alabastrin jipsler beyaz, süt beyaz renkte homojen ve çok ince taneli, porfiroblastik jipsler ise genellikle ikincil jipslerin rekristalizasyon süreçleri sonucunda oluşmuşlardır (Şekil 8l).

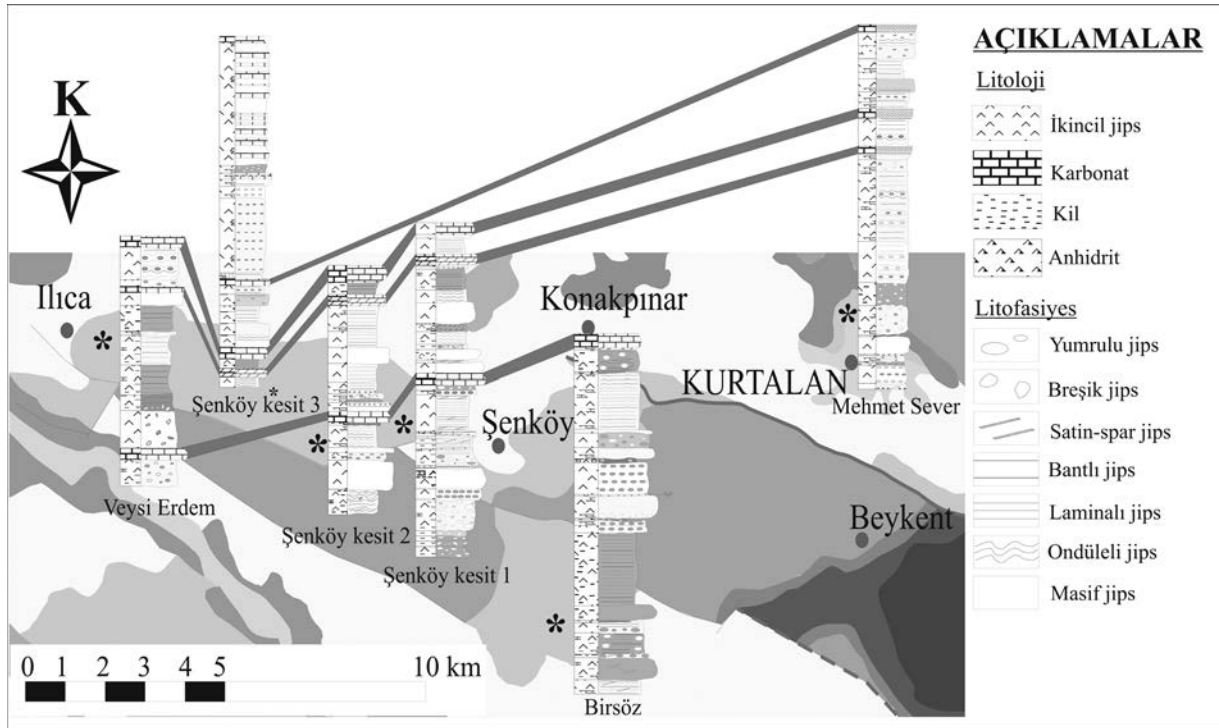
Tüm bu sedimantolojik çalışmalara göre Germik Formasyonu evaporitli serilerin deniz etkili kıyusal sabka veya denizden izolasyonu sağlayan bir bariyer ile ayrılan sığ lagün ortamında

çökeldiği belirlenmiştir. Genelleştirilmiş ölçülü stratigrafik kesitlerdeki evaporitik (jips-anhidrit ağırlıklı) ve karbonat-marn-kil ağırlıklı çökel istifinin, iklimsel ve tektonik faaliyetlere bağlı olarak sürekli değişen deniz seviyesinden dolayı dikey ve yanal ölçekte birkaç defa tekrarlanıp değiştiği izlenmiştir (Şekil 9).

Mineraloji ve Petrografi

Kurtalan ve civarındaki Germik jips üyesinden 215 adet evaporit örneği alınmış ve ince kesitler hazırlanarak polarizan mikroskopta incelenmiştir. Polarizan mikroskopta ayırt edilemeyen jipsli örneklerin ise Taramalı Elektron Mikroskopunda (SEM) analizi yapılmıştır. Jips ve anhidritlere eşlik eden minerallerin kalsit, dolomit, sölestin ve bazı kırıntılı mineraller (kuvars, feldispat, mika mineralleri, kil mineralleri gibi) olduğu ve bu minerallerin sıkışma, ornatma ve çimentolanma gibi diyajenez süreçlerinden etkilendikleri tespit edilmiştir.

Germik Formasyonu içinde bulunan Germik jips üyesi genel olarak ikincil jipslerden ibaret olup,



Şekil 9. Germik jips üyesindeki ocakların denestirilmesi.
Figure 9. Correlation of quarries of the Germik gypsum member.

ilksel anhidrit kayaçlarının hidrasyonundan oluşmuştur. Hidrasyon sonucunda anhidritlerin, ilksel sedimanter ve kristalin özellikleri kaybolmamış, sadece anhidritlerin mikroyapı ve kristal yüzeyleri kısmen silinmiştir. İnce kesitlerde anhidrit latları ile anhidrit kalıntılarının gözlenmesi, bunun en güzel kanıtıdır (Şekil 10a ve 10b). Hidrasyon kanalları ikincil jipslerde yaygın bir şekilde gözlenmiş, kanallar ve çatlaklar satin spar jipslerle doldurulmuştur. Satin spar jipsler anhidritin jipse dönüşmesi sırasında hacmin büyümesine bağlı olarak oluşup (Shearman et al. 1972), ortamda etkin bir çözünmenin olduğunu göstermektedir. Germik Formasyonu'ndan alınan örneklerden yapılan ince kesitlerde, optik özellikleri dikkate alınarak en çok gözlenen jips ve anhidritlere ait ikincil dokulardan porfiroblastik doku ve alabastrin doku gelişimleri (eş boyutlu veya suturlu sınırlı, mikrokristalen gibi) yaygın olarak izlenmektedir (Şekil 10c ve 10d). Porfiroblastik dokulu jipsler oldukça büyük ve ikizlenmeli olup, yaygın şekilde anhidrit kalıntılarını içerirler. Alabastrin jipsler ise genellikle porfiroblastikların yerini almış bir şekilde ince kesitlerde gözlenmektedir (Şekil 10d).

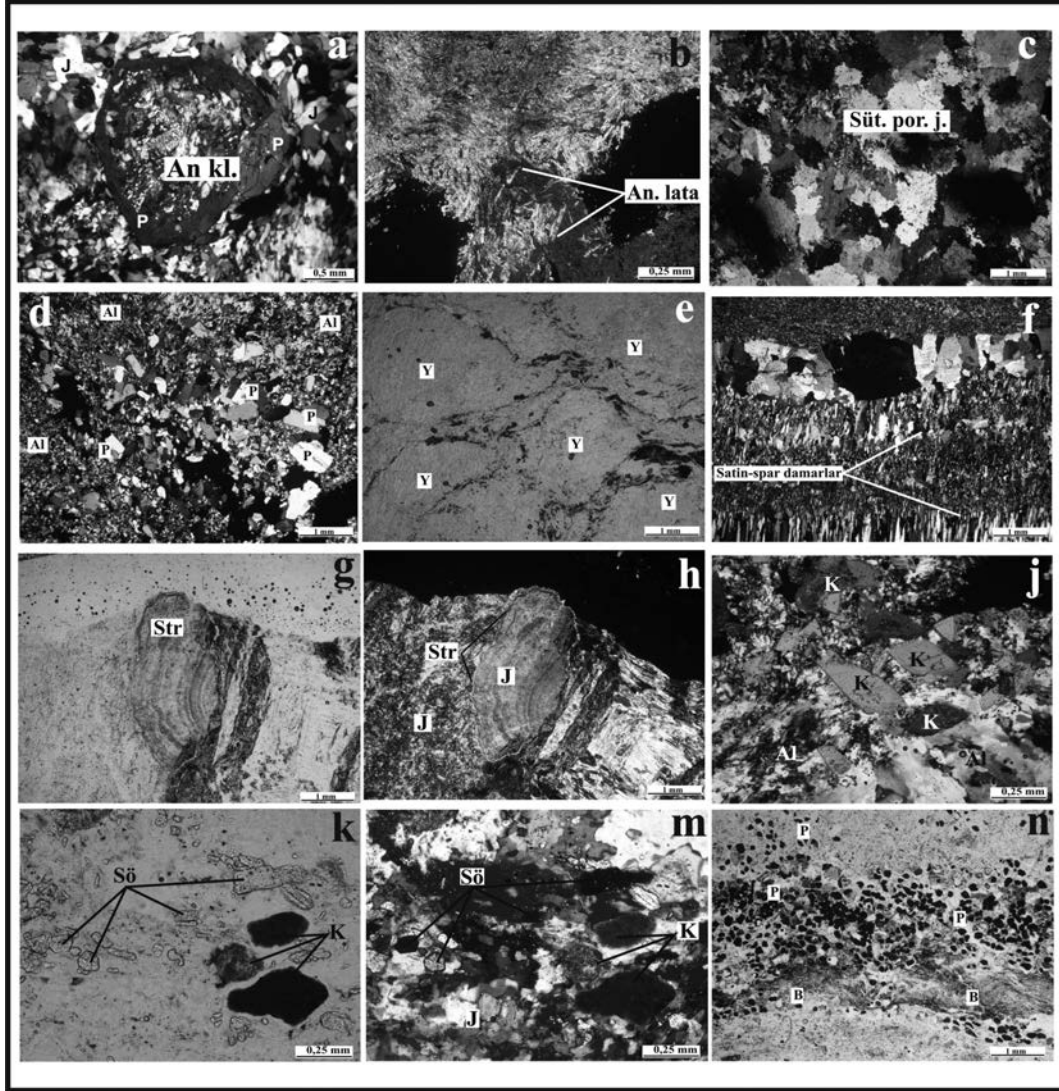
İstifteki bazı kesitlerde ise; anhidrit latlarının oluşturduğu yumrulu (mozaik) doku ve kümeseli gibi dokular da tespit edilmiştir (Şekil 10e). Masif jipsler ince-orta taneli, yer yer de kaba taneli olup tümüyle prizmatik kristallerden oluşmuş ve porfiroblastik doku göstermektedirler. Jipslerin yanında öz şekilli anhidrit kristalleri ve kapanımları da mevcuttur. Jipslerdeki mikro çatlak ve boşluklarına yerleşmiş satin spar jipsler bulunmaktadır (Şekil 10f). Satin spar jipsler genelde bir kaç mm'den cm'ye kadar değişen bir birine paralel gelişmiş liflerden oluşurlar. Bunlarla beraber polarizan mikroskop çalışmalarında geç diyajenetik evrede ikincil jipslerin ornattığı stromatolitik yapılar (Şekil 10g ve 10h), bazı jips kristallerinin yerini alan özşekilli, yarı özşekilli ve özşekilsiz karbonat oluşumları (kalsitler ve dolomitler gibi) (Şekil 10j), ikincil jipslerin yerini alan geç zamanlı yarı özşekilli ve özşekilsiz sölestin mineralleri (Şekil 10k ve 10m) ve killere, bitümlara ve organik pelloid malzemelere rastlanmıştır (Şekil 10n). Bitümlü ara seviyeler, akıntı ya da dalga hareketleri ile sabkaya taşınan organik madde ile oluşmuştur.

Bazı seviyelerden yapılan SEM çalışmalarında ise, jips, karbonat ve sölestin minerallerine eşlik eden bazı kırıntılı (kuvars, feldispat ve montmorillonit gibi) mineraller saptanmıştır (Şekil 11a, 11b ve 11c). Sölestinin sülfatlarla yer değiştirilmesi evaporitlerde yaygın olup, sölestin, evaporit kristallerini erken veya geç diyajenezde ornatarak oluşabilmektedir (Gündoğan et al. 2005). Özellikle Germik Formasyonu'nun alçıtışı ocaklarından yapılan incekesitlerde gözlenen sölestinler, geç diyajenez safhasının yükselme evresinde yüzey sularının vasıtasıyla jipsin ve karbonatın çözünmesinden elde edilen Sr'ca zengin çözeltiler sayesinde ortama katılmıştır. Deniz etkili bu sabka ortamında Sr içeriğinin ve aynı zamanda tuzlu suların etkisi, sölestin oluşumuna sebep olmuştur. Dolayısıyla birçok örnekte sölestinler, ikincil alabastrin jipslerle ve karbonat oluşumları ile beraber ve yer yer onları ornatmış şekilde gözlenmektedir (Şekil 11d ve 11e). Bunlarla beraber SEM çalışmalarında rekristalize dolomit ve aragonit kristallerine de rastlanılmıştır (Şekil 11f).

Diyajenez

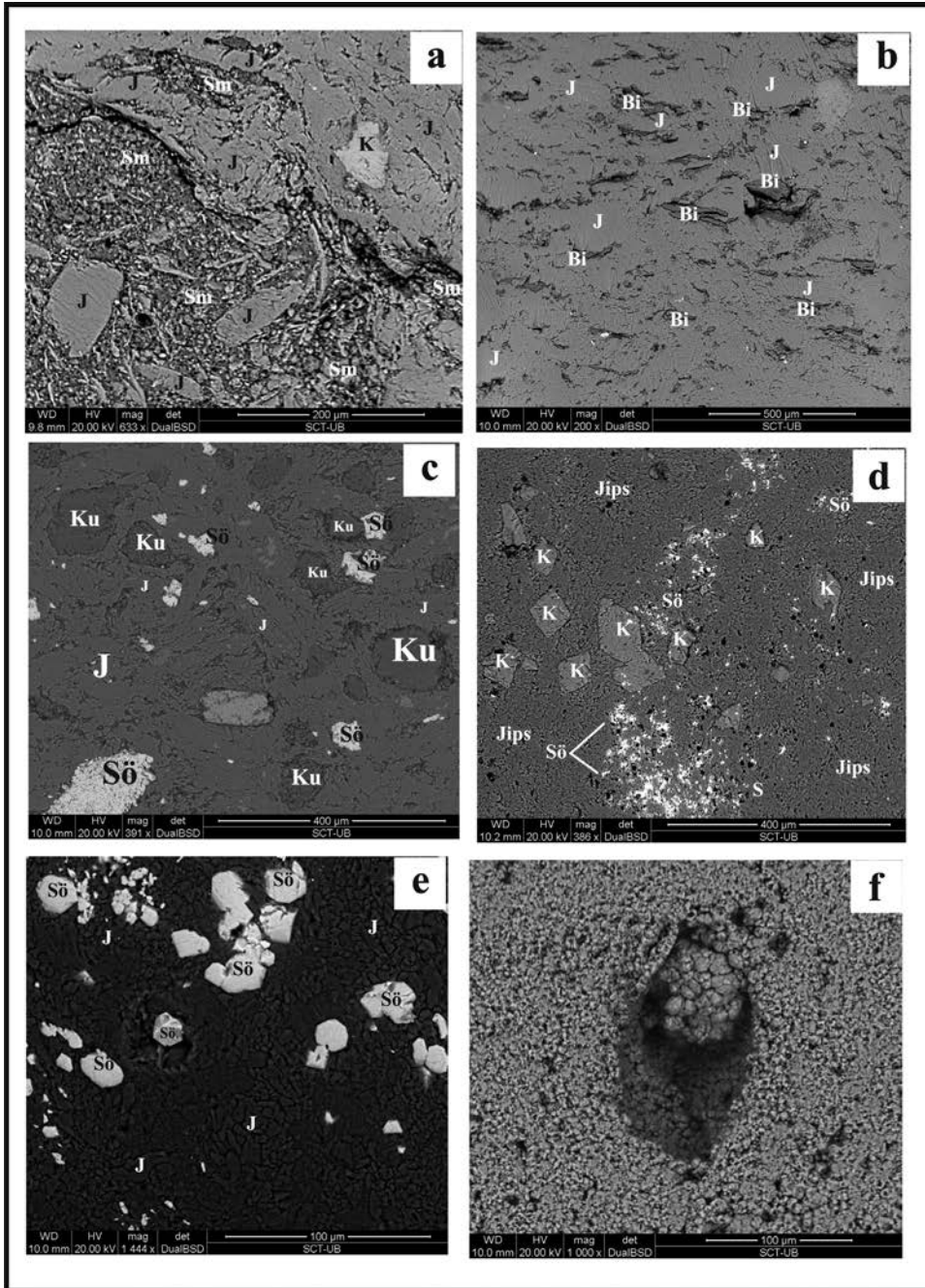
Germik Formasyonu evaporitleri üzerinde yapılan sedimantolojik, petrografik- mineralojik çalışmalar, evaporitlerin diyajenezini ve oluşumlarında sıcaklık, tuzluluk ve basınç etkilerini açıklığa kavuşturmuştur. Germik Formasyonu'ndaki evaporitlerin diyajenetik gelişimi; kalsit ve aragonit → dolomit → birincil anhidrit → porfiroblastik ikincil jips → alabastrin ikincil jips → ikincil kalsit ve/veya dolomit → sölestin şeklinde sıralanmaktadır (Şekil 12).

Germik Formasyonu diyajenetik jips litofasiyesleri, (anhidrit ve ikincil jipsler), birbirini takip eden süreçlerde oluşmuştur. Bu süreçler sinsedimanter depolanma (depolanma safhası), erken diyajenetik (yüzeyde ve sığ gömülme boyunca) ve geç diyajenetik (daha derin gömülme ve yükselme) evreleridir. Evaporitlerde gözlenen en önemli diyajenez süreçleri ise sıkışma, çimentolanma, hidrasyon, yerini alma ve rekristalizasyonu içermektedir. Depolanma ve diyajenetik süreçler kökeni belirtmektedir. Germik Formasyonu'nda yüzeyde yaygın olarak gözlenen ikincil jips oluşumları da önceden var



Şekil 10. Germik Formasyonu gips üyesine ait; a: porfiroblastik gipsler içerisindeki anhidrit kalıntıları (An: Anhidrit kalıntıları; P: Porfiroblastik gips); b: karbonat matrisi içindeki prizmatik anhidrit latları; c: suturlu sınırlı porfiroblastik gipsler; d: alabastrin ve porfiroblastik dokulu gipsler (P: Porfiroblastik gipsler; Al: Alabastrin dokulu gipsler); e: yumru ikincil gipslerin tek nikol görüntüsü (Y: Yumru); f: Alabastrin ve porfiroblastik gipslerin çatlaklarını dolduran satin spar gipsler; g: stromatolitik yapı karbonat tanesinin tek nikol görüntüsü (Str: Stromatolitik yapı); h: stromatolitik yapı içindeki diyajenetik gips mineralinin çift nikol görüntüsü (J: İkincil gips, Str: Stromatolitik yapı); i: Alabastrin gipsler içindeki özşekilli kalsit taneleri ve karbonatlaşmalar (Al: Alabastrin gipsler; K: Kalsit); k: Geç diyajenetik sölestin ve karbonat minerallerinin tek nikol görüntüsü (Sö: Sölestin; K: Karbonat); l: ikincil gipsi ornatın kalsit ve sölestinlerin çift nikol görüntüsü (K: Kalsit, Sö: Sölestin, J: Gips); m: gipsler içerisindeki pellet ve bitümler (B: Bitüm, P: Pellet).

Figure 10. Gypsum member of the Germik Formation; a: anhydrite relics in porphyroblastic gypsums (An: Anhydrite relics; P: Porphyroblastic gypsum); b: prismatic anhydrite laths in carbonate matrix; c: sutured porphyroblastic gypsums; d: alabastrine and porphyroblastic textured gypsums (P: Porphyroblastic gypsums; Al: Alabastrine textured gypsums); e: Plane light image of nodular secondary gypsums (N: Nodule); f: Satin-spar gypsums filled fractures of alabastrine and porphyroblastic gypsums; g: plane light image of stromatolitic carbonate grain. (Str: Stromatolitic structure.); h: crossed polars image of diagenetic gypsum minerals in stromatolitic structure. (J: Secondary gypsum; Str: Stromatolitic structure); i: euhedral calcite grains and carbonations in alabastrine gypsums (Al: Alabastrine gypsums; K: Calcite); k: plane light image of late diagenetic celestine and carbonate minerals (Sö: Celestite, K: Carbonate); l: crossed light image of calcite and celestites replaced by secondary gypsums (K: Calcite; Sö: Celestite, J: Gypsum); m: bitumen and pellets in gypsums (B: Bitumen, P: Pellets).



Şekil 11. Germik Formasyonu jips üyesine ait SEM görüntüsü; a: kil minerali (simektit) ve özşekilsiz kalsitler (J: ikincil jipsler; Sm: Simektit; K: Kalsit); b: İkincil jipsleri ornatın otijenik biyotit mineralleri (Bi: Biyotit; J: İkincil jips); c: İkincil jipslerle beraber bulunan sölestin ve kuvars mineralleri (Ku: Kuvars; Sö: Sölestin; J: İkincil jips); d: İkincil jipslerle yerdeğıştiren özşekilli kalsit taneleri ve sölestinler (K: Kalsit; Sö: Sölestin; J: İkincil jips); e: İkincil jipslerin yerini alan sölestin mineralleri (Sö: Sölestin; J: İkincil jips); f: rekristalize dolomit.

Şekil 11. SEM image of Gypsum member of the Germik Formation; a: clay mineral (smectite) and anhedral calcite coexist with secondary gypsums (J: Secondary gypsums; Sm: Smectite; K: Calcite); b: Otogenic biotite minerals substituted secondary gypsums (Bi: Biotite; J: Secondary gypsum); c: celestite and quartz minerals coexist with secondary gypsums (Ku: Quartz; Sö: Celestite; J: Secondary gypsums); d: euhedral calcite grains and celestite displaced with secondary gypsums (K: Calcite; Sö: Celestite; J: Secondary gypsum); e: Celestite minerals replaced secondary gypsums (Sö: Celestite; J: Secondary gypsum); f: recrystallized dolomite.

MİNERAL	OLİGOSEN SEDİMANASYON	DİYAJENEZ		
		SEDİMANTER (ERKEN DİYAJENEZ)	GÖMÜLME ERKEN - GEC	YÜKSELME
KALSİT (K)				(İK)
ARAGONİT (AR)				
DOLOMİT (DO)		(K, AR) 		(İK)
İKİNCİL JİPS (İK)				(AN Kalıntısı) Satinspar
BİRİNCİL ANHİDRİT (AN)		(AN) 	(AN) 	
SÖLESTİN (SÖ)				(İK, K)
MİKA (Mİ)				
FELDİSPAT (FE)				(İK)
KUVARS (KU)				(İK)
SİMEKTİT (Sİ)				(İK)

Şekil 12. Germik Formasyonu evaporitlerinin diyajenetik gelişimini gösteren diyagram.
Figure 12. Diagram showing the diagenetic development of the Germik Formation evaporites.

olan anhidritin değişik diyajenetik süreçlerden geçerek altere olması ile oluşmaktadır.

Germik Formasyonu'nda kalsitle beraber aragonit, ilksel evrede oluşmuş olup sinsediman-

ter (sedimantasyonla eş zamanlı) kökenlidir. Bu mineraller çok erken diyajenez boyunca daha sonra gelen sıvıların sonucunda dolomitlerle yer değiştirmiştir (Şekil 12). İlksel karbonat

mineralleri, yüksek sıcaklık koşulları ve Mg^{2+}/Ca^{2+} oranlarına bağlı olarak suda Mg^{+2} ve SO_4^{-2} iyonları ile reaksiyona geçerek dolomit ve jipsleri oluşturmuştur. Dolomit minerali Mg^{2+}/Ca^{2+} oranının artması sonucunda yeraltı sularında oluşmaktadır. Bu oran arttığında sulardaki Mg^{+2} değeri, $CaCO_3$ 'ca zengin sedimanları etkileyerek dolomite dönüştürmektedir (Gündoğan et al. 2005).

Germik Formasyonu'nda ana sediman (kalsit) depolandıktan sonra ilksel prizmatik-çubuksu anhidrit mineralleri önceden oluşan evaporitik olmayan sediman içinde büyümekte, yerini alma ve yer değiştirme süreçlerinde sabka ortamında oluşmaktadır (Şekil 10b). Germik Formasyonu'ndaki benzer çalışmalara örnek olarak; Shearman (1966); Kinsman (1969); Caldwell (1976); Schreiber et al. (1976) ve Kasprzyk and Ortí (1998), erken diyajenetik anhidrit tanımlamasının, ana (host) sediman depolandıktan sonra ve gömülme şartlarında sığda tamamen sıkışmadan önce oluşan anhidriti ifade ettiğini belirtmişlerdir.

Germik Formasyonu'nda erken diyajenetik safhada sediman sıkışması olmakta ve bu safhada ilksel anhidrit dokularında bazı deformasyonlar (kıvrımlar ve ondüleler gibi) meydana gelmektedir. Geç diyajenetik safhada tektonik hareketlerle anhidritin yükselmesi, yüzeye çıkması ve erozyonu yer değiştirmeye yol açmakta anhidritler yeraltı suları ve meteorik sularla temas geçerek alabastrin, porfiroblastik gibi ikincil jipsleri oluşturmaktadır (Şekil 10d). Düşük tuzlulukta yeraltı sularının veya meteorik suların katkısı su-kayaç etkileşiminde önemli faktörlerdir. Çözünme ve yeniden çökme süreçleri ile anhidrit-jips dönüşümü sırasındaki serbest kalan sular, satin spar damarların ve diğer minerallerin (sölestin, silika ve kalsit) geç diyajenetik safhada jipslerle yer değiştirmesine neden olmaktadır (Şekil 11b ve 11c).

Germik Formasyonu'nda anhidritin bünyesine su alması ile oluşan hacim artışının kırık ve çatlaklara sebep olup, bu kırıkların satin spar tipi jipsler ile doldurulduğu; ayrıca bu çatlak ve kırıkların kalsit ile çimentolanıp geç diyajenezde çatlakların yakın kısımlarında jipsle yer değiştirdikleri arazi ve laboratuvar çalışmalarında gözlenmektedir (Şekil 11d). Ayrıca SEM

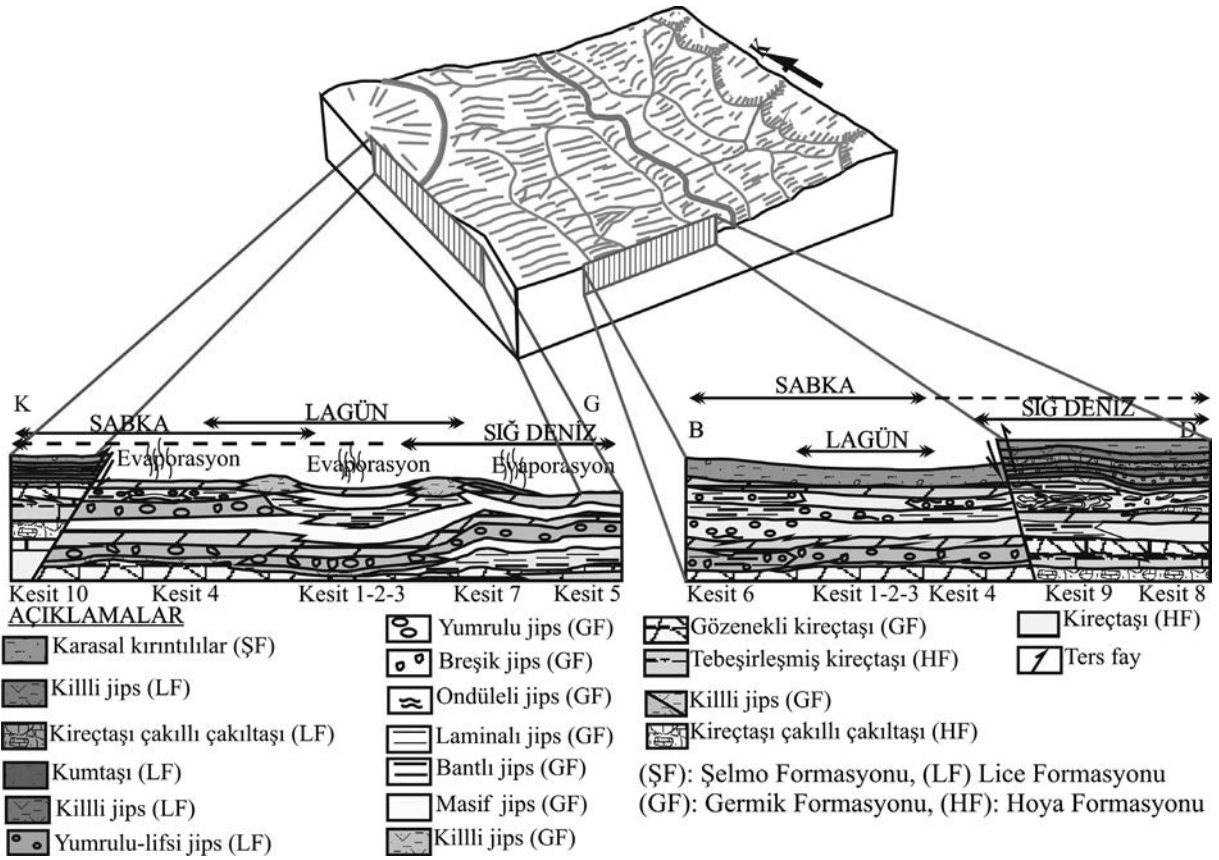
çalışmalarında sıkça gözlenen beyaz renkteki sölestinlerin Sr'lu akışkanların artmasına bağlı olarak ikincil jipsleri kenarlarından itibaren ornattıkları izlenmiştir (Şekil 11d ve 11e). Bunlarla beraber geç diyajenezde dolomit ve aragonit kristalleri rekristalizasyona uğramıştır (Şekil 11f). Back et al. (1983), freyatik veya vadoz şartlar altında sülfata doymamış boşluk sularında jips veya anhidritin çözündüğünü, serbest kalan Ca^{+2} 'nin kalsitin çökebilmesi için CO_3^{-2} ile birleştiğini ifade etmiştir. Olausen (1981) ve Taberner et al. (2002) ise bu süreçlerin serbest Sr^{+2} 'nin oluşmasına katkı sağladığını ve Sr^{+2} 'nin SO_4^{-2} ile birleşerek sölestin oluşturduğunu belirtmişlerdir. Bu sölestin oluşumları Ca^{+2} nin serbest bırakılması ile Ca/Mg oranını artmasına ve dolayısıyla dolomitin çözünmesine ve yenilenen kalsit çökeline neden olmaktadır (Şekil 12).

Bunlarla beraber Germik Formasyonu'nda sıkça gözlenen kuvars, feldispat, mika ve kil minerallerinin bir kısmı sedimantasyon ile eş zamanlı oluşurken, diğer bir kısmı sonradan yüzey suları (karasal sular) ile taşınarak ortama gelmiştir. Ortamda bulunan otijenik taneler (kuvars, feldispat gibi), geç diyajenezde jips, dolomit ve kalsit mineralleriyle yer değiştirmişlerdir. (Şekil 12).

ÇALIŞMA ALANININ PALEOCOĞRAFYASI

Germik evaporitlerinin oluşum ortamı ve havza geometrisini belirlemek amacıyla çalışma alanından 10 adet ölçülü stratigrafik kesit alınmıştır. Bu kesitler K-G ve B-D yönlü olarak denetlenmiştir. Kesitlerin alındığı lokasyonlar Şekil 1'de, kesitlerin litolojik özellikleri ise Şekil 13'de verilmiştir.

K-G yönlü kesitlerin korelasyon sonucuna göre; güney kesimler, daha çok sığ-lagün ortamını temsil eden lamine bantlı-masif jips litofasiyeleri ile başlarken, kuzey kesimler, lagün-sabka ortamını temsil eden killi jipsli birimlerden oluşmaktadır (Şekil 13 ve 14a). K-G hattı boyunca bütün kesitlerin yumrulu fasiyesteki jipsler ile örtülmesi bölgenin sığlaştığını ve hattın tamamında yumrulu jipsler üzerine dolomitlerin ve bunların üzerine gelen masif jips litofasiyelerinin gözlenmesi, bölgesel ölçekte bir transgresyona işaret etmektedir (Şekil 14b). Bölgenin kuzeyinde yumrulu, yumrulu bantlı litofasiyes



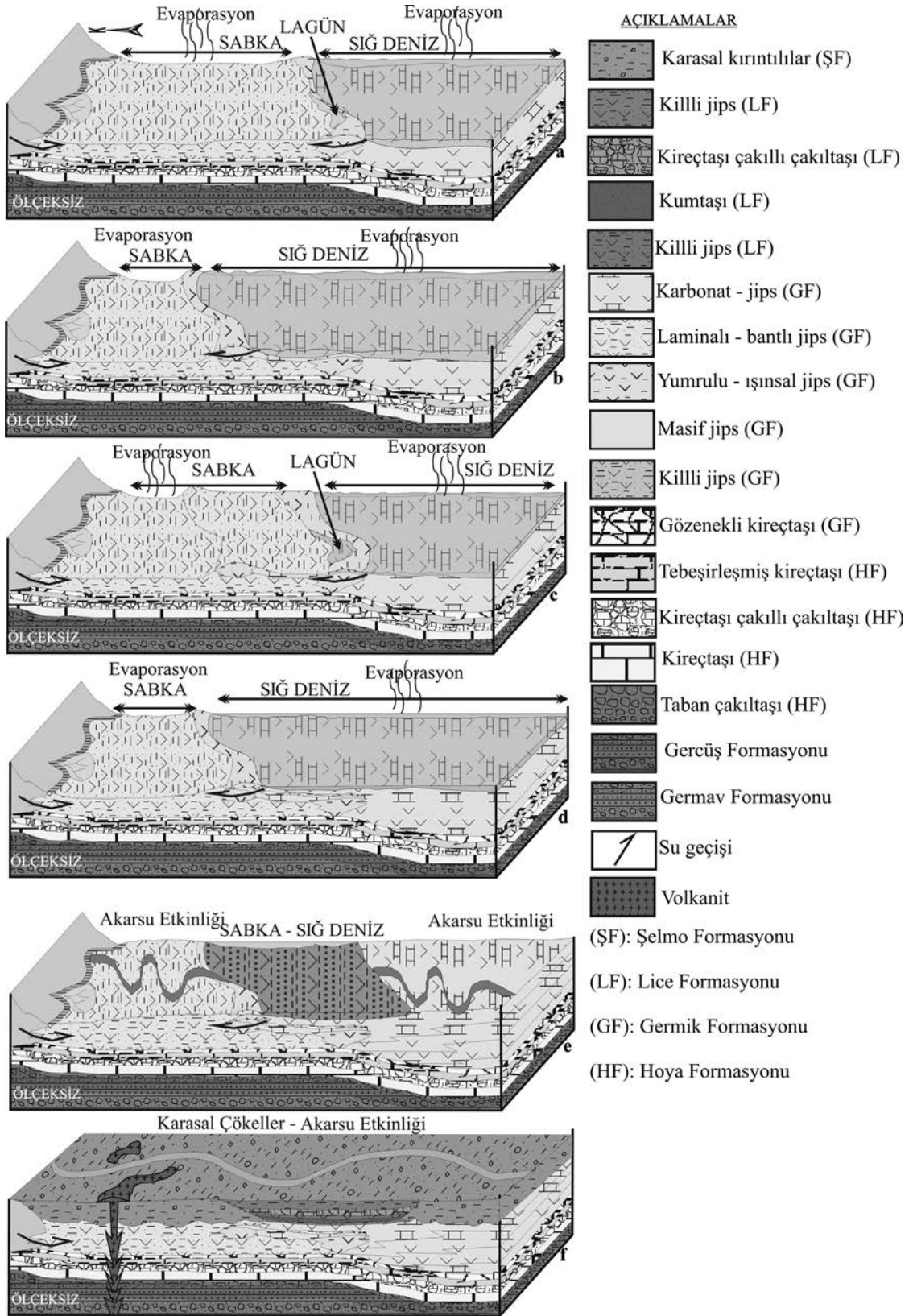
Şekil 13. Germik Formasyonu K-G ve B-D yönlü ölçülü stratigrafik kesitlerdeki litofasiyeler ve depolanma ortamları

Figure 13. Germik Formation N-S and W-E direction lithofacies and depositional environments in the stratigraphic cross.

ve ondüleli jipsli yapıların olması bu kesimlerde lagün-sabka ortamına geçildiğini göstermektedir (Şekil 13 ve 14c). Tüm kesitlerin üst kesimlerinin dolomitlerle sonlanması ise bölgede ikinci bir transgresyonu göstermektedir (Şekil 14d). Bölgenin kuzey ve güneyde kalan uç kesimlerinin Lice Formasyonu Sulha Üyesi'ne ait sabka çökellerini belirten killi jipsli birimler ile örtülmesi denizin etkisinin bu kesimlerde devam ettiğini göstermektedir. Tektonizmadan etkilenmiş kuzey bölgeler ters faylarla yükselime uğramıştır. Bu bölge tabandan tavana doğru; Hoya Formasyonu'na ait sarı-bej renkli kireçtaşı, bej renkli çakıltaşı ve beyaz-gri renkli tebeşirleşmiş kireçtaşlarından oluşmaktadır. Bunların üzerine Germik Formasyonu'na ait bol gözenekli sarı-bej renkli kireçtaşları ile kal-karenitler gelmektedir. Bölgenin üst kesimleri, Sulha Üyesi'ne ait killi jipsli birimler ile Yapılar

Üyesi'ne ait kırıntılılarla beraber bulunan yumru lu ve ışınal jipsler ile devam etmektedir. Dizilim en son Sulha Üyesi'ne ait killi jipsli birimler ve Uzunyazı Üyesi'ne ait karasal kıvrıntılılarla son bulmaktadır (Yeşilova ve Helvacı, 2012) (Şekil 13, 14e ve 14f). Kuzeydeki faylı yükselime bölgenin doğusunda da gözlenmektedir (Şekil 14a). Ancak doğu kesimlerde Germik Formasyonu'na ait kireçtaşı üyesinin üzerine jips üyesinin gelmesi, kuzeyde jips üyesinin gözlenmemesi, burada hızlı bir erozyonu düşündürmektedir.

Germik Formasyonu K-G deneştirilmesinde jips litofasiyelerinin güneyden başlayarak kuzeye doğru sig deniz-lagün-sabka ortamında çökel-diği belirlenmiştir (Şekil 13). Sig denizin en son kalıntıları çok ince bir şekilde bölgenin kuzey ve güneyinde gözlenmektedir. Bölgenin genelinde dolomitlerin üzerine uyumsuz olarak akarsu ve taşkın ovası çökelleri ile temsil edilen Uzunyazı



Şekil 14. Çalışma alanının paleocoğrafik gelişimi.
Figure 14. Paleogeographic evolution of the study area.

Üyesi'nin gelmesi, bu kesimlerde artık karasal faaliyetin başladığını göstermektedir (Şekil 14e ve 14f).

B-D yönlü ölçülü stratigrafik kesitlerin deneştirilmesi sonucunda bölgenin doğu kesimleri, ters bir fayla yükselmektedir. Bölgenin batısını temsil eden kesimin tabanı lagün-sabka ortamını işaret eden laminalı-bantlı ve yumru lu jipslerle başlamakta ve üzerlerine dolomitler ve masif jipslerin gelmesi ise bölgede bir transgresyonu göstermektedir (Şekil 13, 14a ve 14b). Bunların üzerine sığ deniz ve lagünü ifade eden laminalı bantlı ve yumru lu jipsler gelmektedir (Şekil 13 ve 14c). Bu jipslerin üzerine batı kesimleri oluşturan laminalı bantlı ve yumru lu jipsler gelirken doğu tarafta faylı bir yükselime uğrayan masif jipsler çökelmektedir (Şekil 13). Deneştirmenin batı kesimi dolomitler ve bunların üzerine gelen Uzunyazı Üyesi ile son bulmaktadır. Bu kesimde jipslerin üzerine dolomitlerin gelmesi ikinci bir transgresyona işaret etmektedir (Şekil 14d). Germik Formasyonu batı kesimi fasiyes bazında incelendiğinde; sabkadan lagünel bir ortama geçmektedir (Şekil 13). Havzanın doğu kesimleri Hoya Formasyonu'na ait kireçtaşı bileşenli çakıtaşı ve beyaz-gri renkli tebeşirleşmiş kireçtaşlarından oluşmaktadır. Bunların üzerine bölgenin tamamında olduğu gibi Germik Formasyonu kireçtaşı üyesi gelmektedir. Bölgedeki jips üyesi genel olarak laminalı-bantlı jips, masif jips ve dolomitlerden oluşmaktadır. Jips üyesi en son çamur içinde yeniden işlenmiş yumru lu jipsler ile son bulmaktadır. Bu birimlerin üzerine sırasıyla Lice Formasyonu'na ait Yapılar Üyesi, Sulha Üyesi ve Şelmo Formasyonu'na ait Uzunyazı Üyesi'nin çökelleri gelmektedir (Şekil 13, 14e ve 14f).

B-D korelasyonu, bölgenin batı kesimlerinde sabka-lagün, doğu kesimlerinde sığ denizel bir ortamı yansıtmaktadır. K-G korelasyonu ise kuzeyde sabka-lagün, güneyde sığ denizel ortam koşullarını göstermektedir. Sonuç olarak, bölgede Oligosen döneminde KB'dan GD'ya doğru derinleşen bir denizel ortamın varlığı ortaya konulmuştur. Hoya ve Germik Formasyonları'nı oluşturan deniz, zamanla evaporasyonunun artması ve aşırı miktarda malzeme birikmesi sonucu gittikçe sığlaşan bir ortama geçmektedir (Şekil 14). Bu sığ ortam yer yer akarsuların egemen

olduğu çamur düzlüklerine dönüşmektedir. Lice Formasyonu Yapılar Üyesi'ne ait yumru lu ve lifsi-satin spar jipsler ile pembe renkli çamur ve bordo renkli kumtaşları böyle bir ortamda çökelmıştır. Sığlaşan sistemin en son ürünlerini, Lice Formasyonu Yapılar Üyesi'ne ait kireçtaşı ve Sulha Üyesi'ne ait killi jipsli birimler ile tuzlar oluşturmaktadır. Çalışma alanının K-KD kesimlerini oluşturan bu birimler, denize ait son ürünlerin bu kesimlerde çökeldiğini göstermektedir. Sistem bundan sonra tamamen karasal ortama dönüşmüş ve bu dönem aralığında volkanik faaliyet ve daha sonra akarsu çökelleri gelişmiştir (Şekil 14e ve 14f).

SONUÇLAR

Siirt ve civarındaki Oligosen yaşlı Germik Formasyonu evaporitlerin litofasiyesleri tanımlanmıştır ve evaporitlerin esas olarak ikincil jips litofasiyeslerinden oluştukları saptanmıştır. İkincil jipslerin ilksel kayacının, anhidrit olduğu belirlenmiş, ilksel anhidritin erken ve geç diyajenetik aşamalardan geçip, meteorik ve yer altı suları ile teması sonucunda bu ikincil jipsleri oluşturduğu tespit edilmiştir. İkincil jipsler ve birincil anhidritlere eşlik eden esas minerallerin sölestin, kalsit ve dolomit mineralleri olduğu ve bazı detritik ve kırıntılı minerallerin varlığı tespit edilmiştir. Evaporit mineralleri üzerinde sıcaklık, tuzluluk ve basınç faktörlerinin etkin bir rol oynadığı saptanmış, erken ve geç diyajenetik evrede geçirdikleri diyajenez süreçleri (hidratasyon, yerini alma, yer değiştirme ve rekristalizasyon gibi) ortaya çıkarılmıştır.

Germik Formasyonu'nun oluşum ortamı ve paleocoğrafik evriminin ortaya çıkarılması açısından K-G ve B-D yönlü ölçülü stratigrafik kesitler deneştirilmiştir. Korelasyonlar sonucunda Germik Formasyonu'nda tanımlanan evaporitik litofasiyesler (laminalı, bantlı masif ve yumru lu) ile ardalanmalı birimler (karbonatlar, çamurtaşı ve marn) ve bu fasiyeslerdeki sedimanter yapılar, (ondüleli, kıvrımlı stromatolitik algal yapı gibi) birimlerin kıyasal sabkadan sığ denizle kadar değişen ortamlarda çökeldiğini göstermiştir. Korelasyonlara göre Hoya ve Germik Formasyonları'nı oluşturan deniz, evaporasyonun artması ve malzeme birikmesi sonucu gittikçe sığlaşan, daha sonra sığ ortam, sonuçta

akarsuların egemen olduğu çamur düzlükleri gelişmiş ve tamamen karasal ortama dönüşmüştür.

KATKI BELİRTME

Petrografik ince kesitlerin hazırlanmasında ve ince kesitlerin yorumlarına katkıda bulunan İbrahim Gündoğan'a (Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi), arazi çalışmalarında katkıda bulunan, kesit ve haritaların çizimlerinde yardım eden Çetin Yeşilova'ya (Yüzüncü Yıl Üniversitesi); SEM ve XRD analizleri ile izotop analizlerinin yapılmasında yardımcı olan Emilio Carillo Alvarez'e (Barcelona Üniversitesi) teşekkür ederiz. Ayrıca makalenin gelişmesindeki yorumu ve katkılarından dolayı Attila Çiner'e (Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi) teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Back, W., Hanshaw, B.B., Plummer, L.N., Tahn, P.H., Rightmire, C.T., and Rubin, M., 1983. Process and rate of dedolomitization: Mass transfer and ¹⁴C dating in a regional carbonate aquifer. *Geol. Surv. Amer. Bull.*, 94, 1415-1429.
- Butler, G. P., Kendall, C. G. St. C., Kinsman, D. J. J., Shearman, D. J., and Skipwith, A. d'E., 1964. Recent anhydrite from the Trucial Coast of the Arabian Gulf. *Geological Society of London, Circular*, 120, 3.
- Butler, G. P., 1969. Modern evaporite deposition and geochemistry of coexisting brines, the sabkha, Trucial Coast, Arabian Gulf. *Journal of Sedimentary Petrology*, 39, 70-89.
- Caldwell, R. H., 1976. Holocene gypsum deposits of the Bullara Sunkland, Carnarvon Basin, Western Australia (PhD Thesis). Univ. Western, Australia (unpublished).
- Coşkun, B., 2004. Arabian-Anatolian plate movements and related trends in southeast Turkey's oilfields. *Energy Sources*, 26, 987-1003.
- Curtis, R., Evans, G., Kinsman, D. J. J., and Shearman, D. J., 1963. Association of dolomite and anhydrite in recent sediments of the Persian Gulf. *Nature*, 197, 679-680.
- Dağıstan, H., and Şimşek, S., 2005. Geological and hydrogeological investigation of Kozluk-Taşlıdere (Batman) geothermal field. *Proceedings World Geothermal Congress*, (eds.) 1-8.
- Gilmour, N., and Makel, G., 1996. 3D Geometry and kinematics of the N.V. Turkse Shell thrust belt oil fields, Southeast Turkey. *Musee National d'Historie Naturella*, 170, 524-547.
- Günay, Y., 1998. Güneydoğu Anadolu'nun jeolojisi. TPAO, 3939., Ankara (Türkçe).
- Gündoğan, İ., Önal, M., and Depçi, T., 2005. Sedimentology, petrography and diagenesis of Eocene-Oligocene evaporites: the Tuzhisar Formation, SW Sivas Basin, Turkey. *Journal of Asian Earth Science*, 25, 791-803.
- Hardie, L. A., and Eugster, H. P., 1971. The depositional environment of marine evaporites a case for shallow, clastic accumulation. *Sedimentology*, 16, 187-220.
- Hardie, L.A., 1984. Evaporites: Marine or non-marine? *American Journal of Science*, 284, 193-240.
- Kasprzyk., A., and Orti., F., 1998. Paleogeographic and burial controls on anhydrite genesis: a case study from the badenian evaporite basine of the carpathian fordeep (southern Poland, western Ukraine). *Sedimentology*, 45, 889-907.
- Kendall, A. C., 1981. Continental and supratidal (sabkha) evaporites. In: *Facies Models. Geoscience*, 1, 145-157.
- Kinsman, D. J. J., 1969. Models of formation, sedimentary associations and diagnostic features of shallowwater and supratidal evaporites. *Am. Assoc. Petr. Geol.*, 53, 830-840.
- Maxon, J. H., 1936. Geology of petroleum possibilities of the Hermis dome. *MTA*, 255., Ankara (İngilizce).
- Mossop, G. D., and Shearman, D.J., 1973. Origins of secondary gypsum rocks. *Trans. Inst. Min. Metal*, 82, 147-154.

- Okay, A. İ., Zattin, M., and Cavazza, W., 2010. Apatite fission-track data for the Miocene Arabia-Eurasia collision. *Geology*, 38, 35–38.
- Olaussen, S., 1981. Marine incursion in Upper Paleozoic sedimentary rocks of the Oslo Region, Southern Norway. *Geol. Mag.*, 118, 381–388.
- Öneç, D. İ., 2004. MTA Genel Müdürlüğü'nün Türkiye potas tuzu aramalarına yönelik çalışmaları. *TMMOB JMO Yayınları*, 81, 285–305.
- Özkaya, İ., 1974. Güneydoğu Anadolu Sason ve Baykan yöresinin stratigrafisi. *TMMOB JMO Yayınları*, 17, 51-72.
- Öztürk, M., ve Çelik, R., 2008. Diyarbakır Ovası'nın yeraltı su seviye haritalarının coğrafik bilgi sistemi (Cbs) ile tespiti. *TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi Bildirileri*, (eds.) 125–134.
- Perinçek, D., 1980. GD Anadolu'da alloktan birimler. *TJK Bilimsel ve Teknik Kurultayı Bildiri Özetleri*, (eds.) 115–116.
- Perinçek, D., Duran, O., Bozdoğan, N., ve Çoruh, T., 1992. Güneydoğu Türkiye'de otokton sedimanter kayaların stratigrafisi ve paleocoğrafik evrimi: Türkiye ve çevresinin tektoniği, petrol potansiyeli. *Ozan Sungurlu Sempozyumu Bildirileri*, (eds.), 274–305.
- Schreiber, B. C., Freidman, G. M., Decima, A., Schreiber, E., 1976. Depositional environments of Upper Miocene (Messinen) evaporite deposits of the Silician Basin. *Sedimentology*, 23, 729–760.
- Shearman, D. J., 1963. Recent anhydrite, gypsum, dolomite, and halite from the coastal flats of the Persian Gulf: Proceedings. *Geological Society of London*, 1607, 63–65.
- Shearman, D. J., 1966. Origin of marine evaporites by diagenesis. *Trans. Inst. Min. Metall.*, 75, 208-215.
- Shearman, D. J., Mossop, G. D., Dunsmore, H., and Martin, M., 1972. Origin of gypsum veins by hydrolic fracture. *Institution of Mining and Metallurgy Transactions*, 81, 149–155.
- Smoot, J. P., and Lowenstein, T. K., 1991. Depositional environments of nonmarine evaporites. *Developments in Sedimentology*, 50, 189–347.
- Taberner, C., Marshall, J.D., Hendry, J.P., Pierre, C., and Thirlwall, M.F., 2002. Celestite formation, bacterial sulphate reduction and carbonate cementation of Eocene reefs and basinal sediments (Igalada, NE Spain). *Sedimentology*, 49, 171 – 190.
- Tonbul, S., ve Sunkar, M., 2008. Batman şehrinde yer seçiminin jeomorfolojik özellikler ve doğal risk açısından değerlendirilmesi. *Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu Bildirileri*, (eds.) 103–114.
- Türkmen, İ., Aksoy, E., Orhan, H., Nazik, A., ve Koç Taşgın, C., 2010. Şelmo Formasyonu'nun Adıyaman dolayındaki yüzeylemelerinin sedimantolojik özellikleri ve yöresel tektonikle ilişkisi. *TUBİ-TAK*, 107Y291., Ankara (Türkçe).
- Varol, B., Araz, H., Karadenizli, L., Kazancı, N., Seyitoğlu, G., Şen, Ş., 2002. Sedimentology and paleogeography of Miocene evaporitic succession in the North of Çankırı-Çorum basin, Central Anatolia, Turkey. *Carbonates and Evaporites*, 17, 197–209.
- Warren, J. K., 1991. Sulfate dominated sea-marginal and platform evaporite settings: Sabkhas and salinas, mudflats and saltens. *Developments in Sedimentology*, 50, 69–187.
- Yeşilova, Ç., ve Helvacı, C., 2012. Batman-Siirt kuzeyi stratigrafisi ve sedimantolojisi, Türkiye. *Türkiye Petrol Jeologları Dergisi*, 23, 7 - 49.
- Yılmaz, E., ve Duran, O., 1997. Güneydoğu Bölgesi Otokton ve Alloktan Birimleri Stratigrafisi Adlama Sözlüğü. *Türkiye Petrolleri A.O. Araştırma Merkezi Grubu Başkanlığı*, 31., Ankara (Türkçe).
- Ziegler, M. A., 2001. Late Permian to Holocene paleofacies evolution of the Arabian Plate and its hydrocarbon occurrences. *GeoArabia*, 6, 445.