

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	ΣFe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	SO ₃ ⁻	Sr	Ba	Zn	Cu	Pb	Au	Ni	Co	Rb	Mo	Zr	V	W	As	F
SiO ₂	1																									
Al ₂ O ₃	0.92	1																								
Fe ₂ O ₃	0.95	0.93	1																							
MgO	0.98	0.94	0.96	1																						
CaO	-0.93	-0.91	-0.89	-0.94	1																					
Na ₂ O	0.49	0.46	0.55	0.54	-0.50	1																				
K ₂ O	0.98	0.98	0.96	0.97	-0.92	0.52	1																			
TiO ₂	0.97	0.94	0.97	0.98	-0.93	0.57	0.97	1																		
P ₂ O ₅	0.92	0.90	0.94	0.94	-0.87	0.57	0.92	0.97	1																	
MnO	0.91	0.88	0.91	0.94	-0.91	0.43	0.92	0.91	0.85	1																
AK	0.56	0.51	0.56	0.63	-0.55	0.51	0.52	0.61	0.62	0.46																
SO ₃ ⁻	-0.75	-0.75	-0.76	-0.85	0.22	-0.39	-0.69	-0.79	-0.74	0.00	1															
Sr	0.11	0.15	0.05	0.10	-0.19	-0.20	0.05	0.05	0.04	-0.01	-0.13	1														
Ba	0.43	0.44	0.29	0.37	-0.38	-0.05	0.32	0.33	0.31	0.19	-0.45	0.65	1													
Zn	0.92	0.88	0.93	0.94	-0.89	0.44	0.92	0.92	0.86	0.99	-0.35	-0.02	0.19	1												
Cu	0.90	0.86	0.93	0.89	-0.84	0.43	0.88	0.88	0.82	0.86	-0.44	0.12	0.34	0.91	1											
Pb	0.38	0.36	0.44	0.35	-0.22	-0.01	0.36	0.35	0.32	0.23	-0.51	0.19	0.34	0.32	0.57	1										
Au	-0.08	-0.03	0.02	-0.08	0.06	0.20	-0.03	-0.02	-0.04	-0.11	0.01	0.00	-0.24	-0.09	0.07	0.05	1									
Ni	0.92	0.88	0.89	0.93	-0.89	0.44	0.92	0.89	0.83	0.98	-0.15	-0.04	0.19	0.97	0.87	0.31	-0.12	1								
Co	0.89	0.85	0.89	0.90	-0.86	0.36	0.89	0.88	0.82	0.97	-0.14	-0.03	0.19	0.96	0.88	0.36	-0.09	0.97	1							
Rb	0.96	0.98	0.92	0.94	-0.91	0.47	0.98	0.93	0.88	0.94	-0.49	0.05	0.31	0.93	0.85	0.30	-0.01	0.93	0.90	1						
Mo	0.18	0.19	0.19	0.14	-0.07	-0.17	0.21	0.09	0.04	0.15	-0.07	0.18	0.16	0.21	0.39	0.61	0.19	0.18	0.22	0.22	1					
Zr	0.98	0.97	0.94	0.97	-0.92	0.48	0.98	0.96	0.92	0.96	-0.72	0.05	0.34	0.96	0.87	0.32	-0.09	0.95	0.93	0.98	0.15	1				
V	0.95	0.92	0.96	0.97	-0.93	0.53	0.95	0.97	0.93	0.97	-0.69	0.01	0.25	0.97	0.90	0.31	-0.08	0.96	0.94	0.94	0.09	0.97	1			
W	0.20	0.28	0.13	0.09	-0.14	-0.01	0.26	0.11	0.09	0.10	0.04	0.05	0.05	0.08	0.14	-0.06	0.30	0.09	0.08	0.29	0.48	0.16	0.03	1		
As	0.94	0.93	0.98	0.96	-0.89	0.50	0.96	0.96	0.92	0.94	-0.73	0.05	0.25	0.95	0.90	0.42	-0.03	0.92	0.92	0.94	0.20	0.96	0.97	0.10	1	
F	-0.23	0.00	-0.12	-0.01	0.41	0.74	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.38	-0.01	-0.01	-0.24	-0.25	-0.21	0.65	-0.19	0.00	0.57	-0.13	0.50	-0.23	0.00	0.05	1

Çizelge 6. Element çiftlerine özgü korelasyon katsayısı değerleri
Table 6. Correlation coefficient values for to element couples

Korelasyon Katsayı Değerleri	Korelasyon Katsayı Yüzdeleri	
	(r>0)	(r<0)
0.00 – 0.10	13,41	30,96
0.10 – 0.20	9,31	14,29
0.20 – 0.30	6,33	10,72
0.30 – 0.40	8,94	4,76
0.40 – 0.50	7,83	3,57
0.50 – 0.60	6,72	3,57
0.60 – 0.70	2,37	2,38
0.70 – 0.80	0,35	9,52
0.80 – 0.90	9,31	9,52
0.90 – 1.00	35,43	10,71
Toplam	100,00	100,00

Korelasyon Katsayı Değerleri	Korelasyon Katsayı Nokta Sayısı	
	(r>0)	(r<0)
0.00 – 0.10	36	26
0.10 – 0.20	25	12
0.20 – 0.30	17	9
0.30 – 0.40	24	4
0.40 – 0.50	21	3
0.50 – 0.60	18	3
0.60 – 0.70	6	2
0.70 – 0.80	1	8
0.80 – 0.90	25	8
0.90 – 1.00	95	9
Toplam	268	84

Çizelge 7. a) Korelasyon katsayısı yüzdeleri b) Korelasyon katsayısı nokta sayıları
Table 7. a) Percentage of correlation coefficient b) Point numbers of correlation coefficient

Korelasyon Katsayı Değerleri	Korelasyon Katsayı Kümülatif Yüzdeleri (%)	
	(r>0)	(r<0)
0.00 – 0.10	13,41	30,96
0.10 – 0.20	22,72	45,25
0.20 – 0.30	29,05	55,97
0.30 – 0.40	37,99	60,73
0.40 – 0.50	45,82	64,3
0.50 – 0.60	52,54	67,87
0.60 – 0.70	54,91	70,25
0.70 – 0.80	55,26	79,77
0.80 – 0.90	64,57	89,29
0.90 – 1.00	100,00	100,00

Çizelge 8. Korelasyon katsayısı kümülatif yüzde dağılımları
Table 8. Cumulative percentage distributions of correlation coefficient

Korelasyon Katsayısı Alt Disiplinleri	Pozitif Korelasyon	Negatif Korelasyon
İyi Korelasyon	$r \geq 0,35$	$r < -0,68$
Orta Korelasyon	$+0,53 < r < +0,85$	$-0,28 > r > -0,68$
Zayıf Korelasyon	$r < -0,53$	$r > -0,28$

Çizelge 9. Korelasyon katsayısı alt disiplinleri
Table 9. Sub-disciplines of correlation coefficient

(r > +0.85) Yüksek pozitif korelasyon

Cu/SiO ₂	ΣFe ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃	Zn/MgO	V/K ₂ O	Cu/TiO ₂	Zn/P ₂ O ₅	Rb/MnO	As/Zn	Co/Cu	Rb/Ni	V/Co	V/Rb	V/Zr
Co/SiO ₂	Zn/Al ₂ O ₃	NE/MgO	Zr/K ₂ O	Zn/TiO ₂	Rb/P ₂ O ₅	Cu/MnO	Rb/Zn	Zr/Cu	Zr/Ni	Zr/Co	As/Rb	As/Zr
ΣFe ₂ O ₃ /SiO ₂	MnO/Al ₂ O ₃	As/MgO	P ₂ O ₅ /K ₂ O	Ni/TiO ₂	Zr/P ₂ O ₅	As/MnO	Ni/Zn	As/Cu	Co/Ni	Rb/Co	Zr/Rb	As/V
Rb/SiO ₂	V/Al ₂ O ₃	Cu/MgO	MnO/K ₂ O	Zr/TiO ₂	As/P ₂ O ₅	Co/MnO	Co/Zn	Ni/Cu	As/Ni	As/Co		
THO ₂ /SiO ₂	As/Al ₂ O ₃	Co/MgO	As/K ₂ O	P ₂ O ₅ /TiO ₂	V/P ₂ O ₅	Zr/MnO	Zr/Zn	V/Cu	V/Ni			
V/SiO ₂	P ₂ O ₅ /Al ₂ O ₃	V/MgO	Zn/K ₂ O	As/TiO ₂		Ni/MnO	V/Zn					
Al ₂ O ₃ /SiO ₂	Cu/Al ₂ O ₃	Rb/MgO	Cu/K ₂ O	Co/TiO ₂		V/MnO						
MnO/SiO ₂	MgO/Al ₂ O ₃	MnO/MgO	Co/K ₂ O	V/TiO ₂		Zn/MnO						
K ₂ O/SiO ₂	THO ₂ /Al ₂ O ₃	P ₂ O ₅ /MgO	Ni/K ₂ O	Rb/TiO ₂								
MgO/SiO ₂	Ni/Al ₂ O ₃	K ₂ O/MgO	THO ₂ /K ₂ O									
As/SiO ₂	K ₂ O/Al ₂ O ₃	Zr/MgO	Rb/K ₂ O									
Ni/SiO ₂	Rb/Al ₂ O ₃	THO ₂ /MgO										
Zr/SiO ₂	Zr/Al ₂ O ₃											
Zn/SiO ₂												

Orta pozitif korelasyon (+0.53 < r < +0.85)

Co/Al ₂ O ₃	Na ₂ O/ΣFe ₂ O ₃	THO ₂ /Na ₂ O	Na ₂ O/MgO	Ni/P ₂ O ₅	Ba/Sr	Pb/Cu	Mo/Pb	F/Au	F/Rb
		P ₂ O ₅ /Na ₂ O							
		F/Na ₂ O							

(r < +0.53) Zayıf pozitif korelasyon

Na ₂ O/SiO ₂	Na ₂ O/Al ₂ O ₃	Pb/ΣFe ₂ O ₃	Ba/MgO	SO ₃ /CaO	Ba/K ₂ O	Ba/TiO ₂	Ba/P ₂ O ₅	Pb/MnO	Au/SO ₃
Ba/SiO ₂	Ba/Al ₂ O ₃	Ba/ΣFe ₂ O ₃	Pb/MgO	Au/CaO	Pb/K ₂ O	Pb/TiO ₂	Pb/P ₂ O ₅	Ba/MnO	W/SO ₃
Pb/SiO ₂	Pb/Al ₂ O ₃	Mo/ΣFe ₂ O ₃	Sr/MgO		MnO/Na ₂ O	W/TiO ₂	Sr/P ₂ O ₅	Mo/MnO	
W/SiO ₂	W/Al ₂ O ₃	W/ΣFe ₂ O ₃	Mo/MgO		Sr/Na ₂ O	Sr/TiO ₂	Mo/P ₂ O ₅	W/MnO	
Sr/SiO ₂	Sr/Al ₂ O ₃	Sr/ΣFe ₂ O ₃	W/MgO		Cu/Na ₂ O	Mo/TiO ₂	W/P ₂ O ₅	F/MnO	
Mo/SiO ₂	Mo/Al ₂ O ₃	Au/ΣFe ₂ O ₃			Ni/Na ₂ O	F/TiO ₂	F/P ₂ O ₅	SO ₃ /MnO	
	ΣFe ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃				Rb/Na ₂ O				
					Zr/Na ₂ O				
					Co/Na ₂ O				
					Au/Na ₂ O				
Cu/Sr	Cu/Ba	Pb/Zn	Mo/Cu	As/Ph	Mo/Ni	F/Co	Mo/Rb	W/Mo	F/Zr
Ph/Sr	Ph/Ba	Mo/Zn	W/Cu	Ni/Ph	W/Ni	Mo/Co	W/Rb	As/Mo	W/Zr
Mo/Sr	Rb/Ba	W/Zn	Au/Cu	Co/Ph		W/Co		F/W	
Au/Sr	Zr/Ba			Rb/Ph		F/Co			
Rb/Sr	V/Ba			Zr/Ph					
Zr/Sr	As/Ba			V/Ph					
V/Sr	Zn/Ba			Au/Ph					
W/Sr	Ni/Ba								
As/Sr	Co/Ba								
	Mo/Ba								
	W/Ba								

**Çizelge 10. Pozitif korelasyon katsayısı alt disiplinleri element çiftleri
Table 10. Positive correlation coefficient for sub-disciplines of element couples**

($r > -0,28$) Zayıf negatif korelasyon

Au/SiO ₂	Au/Al ₂ O ₃	Au/MgO	Mn/CaO	Ba/Na ₂ O	Au/K ₂ O	Sr/MnO	Mn/SO ₃	F/Sr	F/Ba	F/Zn	W/Pb	As/Au	F/Cu
F/SiO ₂	F/ΣFe ₂ O ₃	F/MgO	Sr/CaO	Pb/Na ₂ O	Au/TiO ₂	Au/MnO	Sr/SO ₃	Zn/Sr	Au/Ba	Au/Zn	F/Pb	Co/Au	F/V
			W/CaO	W/Na ₂ O	Au/P ₂ O ₅		Ni/SO ₃	Ni/Sr				Rh/Au	F/Ni
			P ₂ O ₅ /CaO	Mn/Na ₂ O			Ni/SO ₃	Co/Sr				Zr/Au	F/Mo
			Sr/Na ₂ O				Co/SO ₃					V/Au	
												Ni/Au	

($-0,28 > r > -0,68$) Orta negatif korelasyon

Na ₂ O/CaO	SO ₃ /Na ₂ O	Zn/SO ₃
Ba/CaO		F/SO ₃
		Ba/SO ₃
		Cu/SO ₃
		Rh/SO ₃
		Pb/SO ₃

($r < -0,68$) İyi negatif korelasyon

SO ₃ /SiO ₂	SO ₃ /Al ₂ O ₃	SO ₃ /ΣFe ₂ O ₃	SO ₃ /MgO	P ₂ O ₅ /CaO	SO ₃ /K ₂ O	V/SO ₃
CaO/SiO ₂	CaO/Al ₂ O ₃	CaO/ΣFe ₂ O ₃	CaO/MgO	Zn/CaO	SO ₃ /TiO ₂	Zr/SO ₃
				Cu/CaO	SO ₃ /P ₂ O ₅	As/SO ₃
				Ni/CaO		
				Co/CaO		
				As/CaO		
				K ₂ O/CaO		
				TiO ₂ /CaO		
				MnO/CaO		
				Rh/CaO		
				Zr/CaO		
				V/CaO		

Çizelge 11. Negatif korelasyon katsayısı alt disiplinleri element çiftleri
 Table 11. Negative correlation coefficient for sub-disciplines of element couples

<p style="text-align: center;">1. grup ($r > +0,85$) İyi pozitif korelasyon</p> <p style="text-align: center;">SiO₂, Al₂O₃, K₂O, Rb, Fe₂O₃, MgO, MnO, As, V, TiO₂, P₂O₅, Zr, Zn, Ni, Co, Cu</p> <p style="text-align: center;">2. grup ($+0,53 < r < +0,85$) Orta pozitif korelasyon</p> <p style="text-align: center;">Ba, Sr, Mo, Pb, W, F, Au, Na₂O</p>
<p style="text-align: center;">3. grup ($r < -0,68$) İyi negatif korelasyon</p> <p style="text-align: center;">CaO, SO₃</p>

Çizelge 12. Element grup ve birliktelikleri
Table 12. Element group and associates

TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Sakarya Formasyonu jips üyesine ait beş farklı alt litofasiyesi temsilen seçilen jips-anhidrit kayaç örneklerinde gerçekleştirilen jeokimyasal (ana oksit, eser element ve nadir toprak elementi analizi) ve mineralojik çalışmalar sonucunda elde edilen veriler ile Aydoğdu (2004)'te sunulan bölgedeki evaporitlerin sedimantolojik-petrografik-mikrodokusal (SEM-EDS) özelliklerini kapsayan bulguları birbirini desteklemektedir. Bu paralellik bölgedeki evaporitleşmelerde, jipslere eşlikçi yoğun bir diyajenetik kil (olası simektit türü) mineral dolgu ve sıvamaları ile karbonatlaşmaların (dolomit ve kalsitleşmelerin) geliştiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca eser elementlerden Ba, Sr, Mo, Pb, W, F ve Au değerlerinin Dean ve Anderson (1974)'de açıklandığı gibi evaporitik playa gölü oluşum ortamı kimyasına göre beklenenden yüksek miktarda çıkması ve birbirleriyle uyum halinde olması kökensel açıdan oldukça önemlidir. Bu yüksek değerlerin nedeni; gölün mineralojik bileşiminin yanı sıra, evaporitleşme sırasında göl suyunun kimyasının zemin suyu ve indirgeyici ortam koşullarının denetimi ile flüvyal sistem koşullarına bağlı olarak son derece değişkenlikler göstermesinden kaynaklandığı şeklinde yorumlanabilir. Çünkü literatürdeki benzer jeokimyasal çalışmalar ve bunun sonucu yapılan kökensel yorumlamalar ile, bu çalışmadaki benzer bulgu ve yorumlar arasında büyük paralellikler vardır. Bunlardan Necdet and Anıl (2006)'da KKTC'deki Miyo-Pliyosen evaporitlerinde saptadıkları 100-300 ppm'lik Sr değerini karadan basene gelen freatik

sulara ve Playa vd., (2000)'de ise Doğu Betik (İspanya) boğazındaki Üst Miyosen karasal+denizel evaporitlerinden bantlı-yumrulu-laminalı jipslere ait 800-1700 ppm arası çıkan değerleri normal deniz suyuna, selenitik ve masiv jipslerdeki 2400 ppm. civarındaki değerleri de hidrotermal çözeltilere kökensel açıdan kaynak teşkil ettiği şeklinde ifade etmişlerdir. Ayrıca Orti (1997) ve Orti vd., (2007) çalışmalarında da; Ebro baseni (İspanya)'nin GD'daki gölsel Miyosen evaporitlerindeki 500 ppm.'in altındaki Sr değerleri ile evaporitlerin sülfat ve klorür iyon kaynaklarının, genel olarak çevredeki Mesozoyik yaşlı karasal tuzların bulunduğu kayaçlar ve bunların zemin-yüzey suyuyla yıkanması olarak açıklanmıştır. Ayrıca evaporit çökelimini kontrol eden faktörler ise; aktif tektonizma, yüksek CaSO₄'ce zengin meteorik su döngüsü, yarı kurak iklim şartları ve büyük boyutlu alüvyal yelpaze gelişimleri olarak sıralanmıştır. Çalışma alanındaki evaporitlerin Ca, Sr ve S iyon kaynaklarının da, büyük olasılıkla karasal Miyo-Pliyosen volkanizması ile bölgedeki Neojen öncesine ait intrüf ve metamorfik kayaçların freatik-vadoz suyla yıkanması şeklinde yorumlanabilir. Böylece analiz sonuçlarıyla belirlenen bu tür element zenginleşmelerinin; Tekin vd., (2005)'de de ifade edildiği gibi göl ortamının Miyo-Pliyosen boyunca süren yerel volkanik faaliyete bağlı olarak inceleme bölgesinin güneyinde ve kuzeyinde mevcut havzayı sınırlayan faylardan ve kırık sistemlerinden yükselen olası aktif hidrotermal eriyiklerin yoğun etkisinde olduğunu gösterir. Bu çözeltiler olasılıkla fay kontrollü olup, bölgedeki evaporitli serilerin arasında hidrotermal alterasyonlu ara zonlar oluşturmuşlardır.

Bu alterasyon ara zonları içerisinde alınan örneklerin parlatma kesit incelemelerinde saptanan limonit, bakteriyel kökenli pirit, detritik mangan ve hematit mineral parajenezlerinin birlikte gözlenmesi; birbirleriyle iyi pozitif korelasyon gösteren $\Sigma\text{Fe}_2\text{O}_3$, MgO, MnO ve As'nin beraber zenginleşmelerine de kanıt teşkil etmektedir. Diğer yandan bölgedeki evaporitler içerisinde Beypazarı havzasında olduğu gibi; volkanik faaliyet+evaporit çökelinin olası yan ürünleri olarak değerlendirilen trona-ternardit-gluoberit-mirabililit mineralleşmelerinin (Orti vd., 2002) izlenmemiş olması, bunların sınırlı da olsa çökeldiğini fakat, büyük bir olasılıkla düşey faylanmalara bağlı olarak daha derin zonlarda gömülü olarak bulunabileceklerini düşündürmektedir. Buna karşın inceleme alanında sadece lüneburgit ve sepiyolit oluşumlarına rastlanılmaktadır (Dr.E.Bingöl ile sözlü görüşme, 2005).

Sonuç olarak; Üst Miyosen yaşlı Sakarya Formasyonu Jips Üyesine (Sj) ait evaporitlerin jeokimyasal ve jeostatistiksel değerlendirmesinde; paleo iklimsel koşulların, dönemsel karasal volkanizmanın, depolanmayla eş zamanlı tektonizmanın ve farklı litolojilere (silisiklastik ve karbonatik gibi) sahip depolanma sistemlerinin etkin olarak geliştiği playa gölü kompleksinde çökeldiği belirlenmiştir. Bu çökelimdeki en önemli faktörün ise bölgedeki uzun yada kısa süreli iklimsel değişimler olduğu düşünülmektedir. Çünkü Polatlı-Sivrihisar havzası “perennial saline lake; Warren, (1999)” karakterli Miyo-Pliyosen gölünün genel çökel istifinde, evaporitik (jips-anhidrit ağırlıklı) ve palüstrin (karbonat-marn-kil ağırlıklı) göl koşullarını yansıtan değişimlerin dikey ve yanal ölçekte birkaç defa tekrarlandığı izlenmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma TÜBİTAK tarafından desteklenen YDABAG 102 Y 125 nolu bilimsel araştırma projesi kapsamında yürütülmüştür. Bu nedenle yazarlar başta TÜBİTAK olmak üzere makalenin her aşamasındaki yardım ve katkıları için Prof. Dr. B.Varol, Prof. Dr. T. Ünlü ve Dr. T.Ayyıldız'a, (Ank. Üniv. Müh. Fak. Jeo. Müh. Böl.) Prof. Dr. Cem SARAÇ'a (Hac. Üniv. Müh. Fak. Jeo. Müh. Böl.) arazi çalışmalarındaki yardımları içinde Jeo.Yük.Müh. N. Aydoğdu ile Jeo. Müh. M. Kırtıl'a teşekkür ederler.

EXTENDED SUMMARY

The Neogene stratigraphy of the study area was given by Gözler et al. (1996). The Middle-Upper Miocene Sakarya Formation overlies pre-Miocene basement rocks unconformably and the Pliocene Porsuk Formation overlies it with low angular unconformity. Aydoğdu (2004), in the first detailed study of these evaporites, noted that the Sakarya Formation is represented by 4 members named, from bottom to top, as i) volcanic material intercalated claystone (Svk), ii) volcanite (Svb), iii) dolomite-limestone (Sd), and iv) gypsum (Sj). The same researcher indicated that the gypsum member (Sj) is also divided into 5 sublithofacieses: a) massive secondary gypsums (Sj1) b) laminated primary anhydrites (Sj2), c) brecciated-nodular secondary gypsums (Sj3), d) clastic gypsums (gypsarenites) (Sj4) and e) chevron type selenitic gypsums (Sj5). These 5 sublithofacieses can be typically observed at the open pit mine near Karabayırlar Hill, being white-gray-brown in color and with a clastic thickness of 80 m. gypsum beds also bear interbeds with clay-carbonate matrix.

The most widespread sublithofacies of all is massive secondary gypsum (Sj1) that bears white-pink colored, fine crystallised (alabastrine texture), selenitic gypsum interbeds that show chevron or swallowtail type twinnings. Their mean thickness is about 5-10 m. The second sub-lithofacies, a laminated primary anhydrite sub-facies (Sj2), has a vertical transition with massive gypsum and was seen as stromatolitic fine interbeds on the top of that facies. These are dirty white-gray colored fair-coarse crystallised (porphyroblast in texture), pure viewed and 2-3 m in average thickness. Brecciated-nodular secondary gypsum (Sj3) is white-pink colored, lenticular, and massive. The nodules are of 50-70 cm in diameter. The internal structure of the nodules exhibits zonation growth, and these are well rounded. These were transformed to anhydrites at some cleavages and, because of this transformation, a brecciated appearance like a chicken-wire texture was observed in the field. Clastic gypsums, (gypsarenites), the fourth sub-lithofacies, (Sj4) is white-gray colored, fine crystallised (alabastrine texture), 3-10 m in thickness and vertically transits to massive secondary gypsum. These and chevron type selenitic gypsums are massive and orange-light brown colored freely growth-twinned clastic gypsums.

The lengths of crystals are between 5-15 cm and these were separated as displacive discoidal and swallowtail-twinning gypsums according to their crystal shape. In this study, the evaporites of Middle-Upper Miocene aged Sakarya Formation that outcrop around Demirci Village in Polatlı-Sivrihisar Neogene Basin were examined. The facies' properties and their petrographic and mineralogic characteristics were used to choose gypsum-anhydrite rock samples, and these were analysed by ICP-ES and XRF for major oxides (SiO_2 , Al_2O_3 , $\Sigma\text{Fe}_2\text{O}_3$, MgO , MnO , CaO , Na_2O , K_2O , TiO_2 ve P_2O_5 , as percent), trace elements (Ba, Ni, Co, Rb, Sr, Zr, W, F as etc. ppm), and rare earth elements (La, Ce, Th etc. as ppm). The results evaluated by geostatistical methods ("Stratigraphics 5.1" for factor analyses and "Minitab 14" software for Cluster analyses) and gypsum-anhydrite samples were interpreted. According to Cluster analyses study, elements that move together and opposite in a huge group were concretized. Afterwards, these three groups were integrated together. Movement conditions of these elements were statistically formed. Thus, ion source, formation conditions and shortly diagenetic history of evaporites were clarified by considering the study of Aydoğdu (2004).

Consequently, intense clay plastering or filling and carbonization were determined in evaporites of study area. Also, according to the element data that is more than the values of evaporitic playa lake environment and togetherness of 3 group of element that were determined in geostatistical studies, the important factor that determine the sediment characteristics of Mio-Pliocene lake is tectonism together with climatologic conditions. Consequently, after gypsum formation following evaporation of lake water, hydrothermal alteration sub-zones with Mn, Fe, S were formed because of faulting in gypsums. It is betrayed that high values of trace elements are originated from instability of lake water chemistry because of hydrothermal solutions, ground water and reductant environment conditions.

DEĞİNİLEN BELGELER

- A.S.T.M., 1972. Inorganic index to the powder diffraction file. Joint committee on powder diffraction standards. Pennsylvania, 1432s.
- Aydoğdu, M. N., 2004. Oğlakçı ve Demirci köyleri (KD Sivrihisar) civarı Üst Miyosen yaşlı evaporitik birimlerin sedimentolojisi. Ank. Üniv. Fen. Bil. Enst. Yüksek Lisans Tezi., 75s. (yayınlanmamış), Ankara.
- Bain, R.J., 1990. Diagenetic non-evaporitic origin for gypsum. *Geology*, 18, 447-450.
- Baysal, O. ve Ataman, G., 1979. Sedimentology, mineralogy and geochemistry of a sulfate series, Sivas-Turkey. *Sediment. Geol.*, 25, 67-81.
- Calvo, J.P., Zarza, A. M. A. ve Garcia, D. C., 1989. Models of Miocene marginal lacustrine sedimentation in response to varied depositional regimes and source areas in the Madrid Basin (Central Spain). *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, 70, 199-214.
- Cody, R.D., 1991. Organo-crystalline interaction in evaporite system: The effect of crystallization inhibition. *Jour. of Sed. Petro.*, 61, 704-718.
- Cody, R.D. ve Cody A.M., 1998. Gypsum nucleation and crystal morphology in analog saline terrestrial environments. *Jour. of Sed. Petro.*, 58, 247-255.
- Dean, W. E ve Anderson, R. Y., 1974. Trace and minor element variations the Permian Castile Fm. Delaware Basin. Texas and New Mexico revealed by varve calibration, Forth International Symposium on Salt, Cleveland, Northern Ohio Geological Society, 1, 275-285.
- Derman, S., 1980. Tuz Gölü ve kuzeyinin jeolojisi. TPAO. Rap. No: 1512, Ankara
- Emelyanov, E.M. ve Shimhus, K.M., 1986. Geochemistry and sedimentology of the Mediterranean Sea. 176s. Paris.
- Gençoğlu, H., 1996. Eskişehir-Sivrihisar-Oğlakçı Köyü ÖİR:5877 No'lu sepiyolit sahasına ait maden jeolojisi raporu. MTA Rapor No: 9858.
- Gençoğlu, H. ve İrkeç, T., 1994. Ankara-Polatlı-Türktaciri ÖİR-4790 No'lu sepiyolit sahasına ait maden jeolojisi raporu. MTA Rapor No: 9687.
- Gözler, M.Z. Cevher, F. Ergül, E. ve Asutay, H.J., 1996. Orta Sakarya ve güneyinin jeolojisi, MTA Derleme Rapor no: 9973.
- Hardie, L.A. ve 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. *Amer. Jour. Scien.*, 284, 193-240.
- Hasselöv, M. Lyven, D. Haraldsson, C. ve Sirmawin, W., 1999. Determination of continuous size and trace element distribution of field-flow fractionation with ICP-MS. *Anal. Chem.*, 71, 3497-3502.

- Holiday, D. W., 1970. The Petrology of secondary gypsum rocks: A review. *Jour of Sed. Petro.*, 40, 2, 734-744.
- Hsü, K.J., Cita, M.B., Ryan, W.B.F., 1973. The origin of the Mediterranean evaporites. In: Ryan, W.B.F., Hsü, K.J., et al., (Eds.) , *Initial Rep. Deep Sea Drill. Prog.*, vol. 13, U.S. Govt. Printing Office, Washington, DC, 1203-1231.
- Karadenizli, L., 1995. Beypazarı havzası (Ankara Batısı) Üst Miyosen-Pliyosen jipsli serilerinin sedimentolojisi., *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 38/1, 63-74.
- Karakaş, Z., 1992. Ballıhisar-İlyaspaşa (Sivrihisar-Eskişehir Güneyi) yöresinin jeolojik, petrografik ve mineralojik incelemesi, A.Ü. Fen Bil. Enst. Doktora Tezi, 184 s.
- Karakaş, Z. ve Varol, B., 1994. Sivrihisar Neojen Basenindeki gölsel dolomitlerin petrografisi ve oluşum koşullarının duraylı izotoplar (8^{18}O ; 8^{13}C) yardımıyla yorumlanması. *MTA Dergisi*, 11, 81-95.
- Krauskopf, K.B. ve Bird, D.K., 1995. *Introduction to Geochemistry*, 3rd. Ed.: McGraw-Hill, New York, 647s.
- Magee, J.W., 1991. Late Quaternary lacustrine, groundwater, aeolian and pedogenic gypsum in the Prungle lakes, Southeastern Australia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 84, 3-42.
- Mandado, J. ve Tena, J.M., 1985. A peel technique for sulfate and carbonate rocks: Research methods papers, 548-549.
- Necdet, M. ve Anıl, M., 2006. The geology and geochemistry of the gypsum deposits in northern Cyprus. *Geosound*, 48-49, 11-49.
- Norrish, K. ve Chappel, B. W., 1977. X-Ray fluorescence spectrometry: Physical Methods in Determinative Mineralogy, 2nd.ed, Academic Press, 201-272.
- Ogniben, L., 1955. Inverse graded bedding in primary gypsum of chemical deposition. *Jour. of Sed. Petro.*, 25, 273-281.
- Oktay, F., 1982. Ulukışla ve çevresinin stratigrafisi ve jeolojik evrimi, *TJK Bült.*, 25, 15-23
- Orti, C. F., 1976. An approach to the petrological study of secondary gypsum microstructures and their origin. Unpublished D. I. C. Thesis, Imperial College, 140s.
- Orti, F., 1997. Evaporitic sedimentation in the South Pyrenean Fore-deep and the Ebro basin during Tertiary: a general view. In: Busson, G., Schreiber, B. C. (Eds.), *Sedimentary Deposits in Rift and Foreland Basins in France and Spain*. Columbia University Press, New York, 319-334.
- Orti, F., Gündoğan, İ., ve Helvacı, C., 2002. Sodium sulphate deposits of Neogene Age: the Kirmir Formation, Beypazarı Basin, Turkey: *Sedimentary Geology*, 146, 305-333.
- Orti, F., Rosell, M., Ingles, M., ve Playa, E., 2007. Depositional models of lacustrine evaporites in the SE margin of the Ebro Basin (Paleogene, NE Spain). *Geologica Acta*, 5/1, 19-34.
- Palmer, M.R., Helvacı, C., ve Fallick, A. E., 2004. Sulphur, sulphate oxygen and strontium isotope composition of Cenozoic Turkish evaporites. *Chemical Geology*, 114, 101-117.
- Playa, E. Orti, F. ve Rosell, L., 2000. Marine to non marine sedimentation in the upper Miocene evaporites of the Eastern Betics, SE Spain: sedimentological and geochemical evidence. *Sedim. Geol.*, 133, 135-166.
- Rouchy, J. M. ve Caruso, A., 2006. The Messinian salinity crisis in the Mediterranean basin: A reassessment of the data and an integrated scenario. *Sedimentary Geology*, 188-189, 35-67.
- Sinha, R. Ve Raymahashay, B. C., 2004. Evaporite mineralogy and geochemical evolution of the Sambhar Salt Lake, Rajasthan, India. *Sediment. Geology*, 166, 59-71.
- Sonnenfeld, P., 1984. Brines and evaporites. Academic Press, 631s.
- Tekin, E., 1995. Sivas Tersiyer Havzası (Ulaş KB'sı) Sölestin oluşumlarının kökeni, sedimentolojik ve petrografik özellikleri. A. Ü. Fen Bil. Enst. Doktora tezi, 173 s. (yayımlanmamış).
- Tekin, E., 2001. Stratigraphy, geochemistry and depositional environment of celestite-bearing gypsiferous formations, in Tertiary Ulaş- Sivas Basin, Turkey. *TÜBİTAK Turkish Journal of Earth Science*, 10, 35-49.
- Tekin, E. ve Varol, B., 1993. Sivas (İç Anadolu) havzasındaki sölestin yataklarının petrografik incelemesi. A. Suat Erk. *Jeo. Simp. Bildiri.*, 319-327, Ankara.
- Tekin, E. Ayan, Z. ve Varol, B., 1994. Sivas- Ulaş sölestin oluşumlarının (Tersiyer) mikrodokusal özellikleri ve sıvı kapanım çalışmaları. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 37/1, 61-76,
- Tekin, E. Çiftçi, D. ve Özgönül, R., 1998. Körtüzla sölestin yatağı (Ulaş kuzeyi Sivas) sölestin oluşumlarının kökenine jeostatistiksel açıdan bir ön yaklaşım. *Fırat Üniv. Jeo. Müh. Eğitiminin 20. Yılı Simp. Bildiri.*, s. 509-520, Elazığ.
- Tekin, E., Ayyıldız, T., Güngör, P. ve Aydoğdu, N., 2005. Demirci Köyü (KD Sivrihisar) civarı Miyo-Pliyosen yaşlı evaporitli serilerin jeokimyası ve kökeni. *TÜBİTAK, Proje No: YDABAG- 102 Y 125*, s.113, Ankara. (yayımlanmamış).
- Temel, A. 2001. Post-collisional Miocene alkaline volcanism in the Oğlakçı region, Turkey: Petrology and Geochemistry. *International Geology Review*, 43, 610-660.
- Umut, M. ve Acarlar, M. 1991. Çifteler-Holanta (Eskişehir), Çeltik (Konya) ve dolayının jeolojisi. *MTA Rapor No: 9204* (yayımlanmamış).

- Usdowski, E., 1973. Das geochemische Verhalten des strontiums bei der genese und diagenese von Ca-carbonat und Ca-sulfat: mineralien cont. Mineral Petrology, 38, 177-195.
- Ünlü, T. ve Stendal, H., 1989. Jeokimya verilerinin çok değişkenli jeostatistik analizlerle değerlendirilmesine bir örnek: Divriği bölgesi demir yatakları, Orta Anadolu. MTA Dergisi, 109, 127-140.
- Varol, B., Kazancı, N. ve Tekin, F. G., 2000. (Özler kitabı) Tuzgözü ve yakın civarı Eosen-Oligosen jipslerinin sedimentolojik ve izotopik özellikleri, Haymana-Tuzgözü-Ulukışla basenleri uygulamalı çalışma (Workshop), N. Ü. Aksaray Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, s. 38, Aksaray.
- Varol, B., Araz, H., Karadenizli, L., Kazancı, N., Seyitoğlu, G. ve Sen, S., 2002. Sedimentology of the Miocene evaporitic succession in the north of Çankırı-Çorum Basin, central Anatolia, Turkey. Carbonate Evaporite, 17/2, 197-209.
- Varol, B., Tekin, E., Aydoğdu, M. N. ve Güngör, P., 2003. Demirci Köyü (KD Sivrihisar) Erken Pliyosen evaporitlerinin fasiyes analizi ve mikrodokusal özellikleri., 16th National Electron Microscopy Congress (With International Participation), s. 83, İzmir.
- Varol, B., Tekin, E., Ayyıldız, T. ve Karakaş, Z., 2005. Polatlı-Sivrihisar Neojen Baseni gölsel evaporitlerinin sedimentolojisi., 58. Türkiye Jeoloji Kurultayı, s. 113-117, MTA-Ankara.
- Warren, J., 1999. Evaporites: their evolution and economics. Blackwell Science Ltd., 438s, London.
- Weingart, W. ve Erol, O., 1954. 56/2, 56/4 (Sivrihisar) ve 57/1, 57/3 (Ankara) paftalarının jeolojisi. MTA Rapor No:2473 (yayımlanmamış).
- Yağmurlu, F. ve Helvacı, C., 1994. Sedimentological characteristics and facies of the evaporite-bearing Kirmir Formation (Neogene), Beypazarı Basin, Central Anatolia, Turkey. Sedimentology, 41, 847-860.

Makale Geliş Tarihi : 10 Temmuz 2006

Kabul Tarihi : 26 Mart 2007

Received : *July 10, 2006*

Accepted : *March 26, 2007*