

T. C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ISPARTA KUZEYİNDE EOSEN YAŞLI BİRİMLER İÇİNDE
YERALAN KİL YATAKLARININ JEOLojİK, MİNERALojİK VE
JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Tuğba Arife ÇALIŞKAN

Danışman: Prof. Dr. Nevzat ÖZGÜR

YÜKSEK LİSANS TEZİ
JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ISPARTA-2011

TEZ ONAYI

Tuğba Arife ÇALIŞKAN tarafından hazırlanan “İsparta Kuzeyinde Eosen Yaşlı Birimler İçinde Yeralan Kil Yataklarının Jeolojik, Mineralojik Ve Jeokimyasal Özelliklerinin Araştırılması” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Süleyman Demirel Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Anabilimdalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ OLARAK** kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Nevzat Özgür

Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği
Anabilimdalı

Üye:

Üye:

Tarih

Doç. Dr. Cengiz Kayacan

Enstitü Müdürü

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Çalışmanın Amacı	1
1.2 Killerin Oluşumu ve Ülkemizdeki Potansiyeli.....	1
1.3 Killerin Kullanım Alanları.....	7
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	11
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	16
3.1 Materyal.....	16
3.1.1 İnceleme Alanının Yeri.....	16
3.1.2 İklim ve Bitki Örtüsü.....	17
3.1.3 Yerleşim Merkezleri ve Ulaşım.....	17
3.2. Yöntem.....	17
3.2.1 Örnek Alımı ve Örneklerin Analize Hazırlanması.....	17
3.2.2 Analiz Yöntemleri.....	18
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	20
4.1 Bölgesel Jeoloji.....	20
4.2 İnceleme Alanının Jeolojisi.....	22
4.2.1 Stratigrafi ve Petrografi.....	22
4.2.1.1 Söbüdağı Kireçtaşları.....	24
4.2.1.2 Senirce Kireçtaşları.....	25
4.2.1.3 Kızılkırma Formasyonu.....	27
4.2.1.4 Kayıköyü Formasyonu.....	29

4.2.1.5 İncesu Formasyonu.....	32
4.2.1.6 Alüvyon ve Yamaç Molozları.....	33
4.3 Eosen Yaşlı Formasyonlar Bulunan Killerin Mineralojisi.....	33
4.3.1 XRD Tüm Kayaç Analizleri.....	33
4.3.2 XRD Kil Fraksiyonu Analizleri.....	38
4.3.3 Termal analizler (DTA/TGA).....	41
4.4 Jeokimya.....	42
5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR.....	46
6. KAYNAKLAR.....	48
EKLER.....	51
ÖZGEÇMİŞ.....	52

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ISPARTA KUZEYİNDE EOSEN YAŞLI BİRİMLER İÇİNDE YERALAN KİL YATAKLARININ JEOLojİK, MİNERALojİK VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Tuğba Arife Çalışkan

Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Nevzat Özgür

Çalışma alanı Isparta ilinde yer almakta ve yaklaşık 37 km²'lik alan kapsamaktadır. Çalışılan alan stratigrafik olarak Senomaniyan-Turonian yaşlı Söbüdağı kireçtaşları, Maestrihtiyen yaşlı Senirce kireçtaşları, Paleosen yaşlı Kızılkırma formasyonu, kil yatakları içeren Eosen yaşlı Kayıköyü formasyonu, Oligosen yaşlı İncesu konglomeraları ve Kuvaterner yaşlı alüvyon ve yamaç molozları farklı konumlarda takip ederler.

Araştırılan alandan alınan 10 adet örnekten üç adedi Senirce kireçtaşları olup kalsitten oluşmaktadır. Araştırılan diğer altı adet örnekte mineralojik olarak kalsit, dolomit, ankerit, kuvars ve illit belirlenmiştir.

Jeokimyasal olarak belirlenen MgO, Na₂O, K₂O ve SiO₂ değerlerinin standart değerler arasında bulunduğu, buna karşın Al₂O₃ değerlerinin standart değerler altında kaldığı saptanmıştır. Silikat modülleri, araştırılan örneklerde 2.86 ile 4.13 arasında olup standart değer aralıklarıyla biraz uyumluluk göstermektedir. Alüminyum modülü ise standartlarda 1.0-4.0 arasında olup standartlara yakınlık göstermektedir. Bu Türk çimento işletmelerinde kullanılması uygun görülen alüminyum modülü gözönünde bulundurulduğunda ise tüm örneklerdeki alüminyum modülünün standartlara uygun seviyede bulunduğu sonucuna varılmaktadır. Bütün mineralojik ve jeokimyasal sonuçlar topluca değerlendirildiğinde standart değerlere hemen hemen yakın olan silikat modülleri Fe₂O₃ ve Al₂O₃ katkılarıyla uygun hale getirilebilir ve böylece araştırılan çimento kil yatakları hammaddesi olarak kullanılabilir.

Anahtar kelimeler: Isparta, Göltaş Çimento Fabrikası, Kayıköyü formasyonu, Eosen, kil yatakları, çimento hammaddesi.

2011, 57 sayfa

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

STUDY OF THE GEOLOGICAL, MINERALOGICAL AND GEOCHEMICAL FEATURES OF CLAY DEPOSITS IN EOSEN ROCK FORMATION IN NORTHERN PART OF ISPARTA

**Süleyman Demirel University
Graduate School of Applied and Natural Sciences
Department of Geological Engineering**

Supervisor: Prof. Dr. Nevzat Özgür

The study area is located in the northern part of province capital Isparta and has an area of 37 square kilometers. Stratigraphically, the area consists of Cenomanian to Turonian Söbüdağı limestones, Maastrichtian Senirce limestones, Paleocene Kızılkırma formation Eocene Kayıköyü formation hosting clay deposits, Oligocene Incesu conglomerates and Quaternary alluvial deposits and block debris.

The 3 rock samples of 10 are of Senirce limestones and composed of calcite. The 6 samples consist of calcite, dolomite, ankerite, quartz and illite mineralogically. Geochemically, MgO, Na₂O, K₂O and SiO₂ values lie between standard values, during Al₂O₃ values are below standard values.

In the investigated samples Silicate modules (SM) vary between 2,86 and 4.13 which are compatible with standard values ranging from 1,9 to 3,2 and standards of Turkish Cement Factories between 2,2 and 2,6. Aluminium Modules (AM) vary between 1,99 and 4,03 which are in range from maximum to minimum Standard of Turkish Cement Factories values. According to mineralogical and geochemical data, the clay deposits in the Eocene Kayıköyü formation can be used as cement raw material with enrichment of Al₂O₃ and Fe₂O₃.

Key words: Isparta, Göldaş Cement Plant, Kayıköyü formation, Eocene, clay deposits, cement raw materials.

2011, 57 sayfa

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenen 2876-YL-11 numaralı “Isparta kuzeyine Eosen yaşlı birimler içinde yeralan kil yataklarının jeolojik, mineralojik ve jeokimyasal özelliklerinin araştırılması” adlı araştırma projesi kapsamında, Süleyman Demirel Üniversitesi Jeotermal Enerji, Yeraltısuyu ve Mineral Kaynakları Araştırma ve Uygulama Merkezi bünyesinde gerçekleştirilmiştir. Tez çalışmalarım boyunca tüm çalışma olanaklarını sağlayan ve önerileriyle desteğini-emeğini esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Nevzat Özgür’e teşekkür ederim.

Arazi çalışmaları sırasında bilimsel yönden destek olan ve tez çalışmaların süresince değerli görüş ve önerilerinden yararlandığım Sayın Prof. Dr. Fuzuli Yağmurlu’ya teşekkürü bir borç bilirim. Kayaç örneklerinde ICP-OES cihazı yardımıyla majör element analizini ve fırında ateş kaybı parametresinin bulunmasını gerçekleştiren Öğr. Gör. Dr. Selma Demer ve Jeoloji Yüksek Mühendisi Ümit Memiş’e teşekkür ederim.

Tuğba Arife ÇALIŞKAN

Isparta-2011

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Türkiye kil yatakları haritası	3
Şekil 1.2. Önemli kil minerallerinin (010) düzleminde yapılarının görünümü	6
Şekil 1.3. Çimento Oluşum Prosesleri	8
Şekil 3.1. Çalışma alanının yerbulduru haritası ve Isparta Büklümü'nün jeotektonik konumu	16
Şekil 4.1. Isparta Büklümü yapısal haritası	20
Şekil 4.2. Isparta Büklümü oluşum şeması	22
Şekil 4.3. Çalışma bölgesine ait genelleştirilmiş stratigrafik sütun kesit	23
Şekil 4.4. Çalışılan alanın önemli bir bölümünü oluşturan Söbüdağı kireçtaşları ve diğer kayalar ile ilişkisi	25
Şekil 4.5. Araştırma alanının güneybatı kesimde bulunan plakette ve mikritik özellikteki Senirce kireçtaşları	26
Şekil 4.6. Göltaş Çimento Fabrikası yakınında bulunan kil yatağının Eosen yaşlı Kayıköyü formasyonu içindeki görünümü	31
Şekil 4.7. GT-1 örneğine ait XRD-TK difraktomu	33
Şekil 4.8. GT-2 örneğine ait XRD-TK difraktomu	34
Şekil 4.9. GT-3 örneğine ait XRD-TK difraktomu	35
Şekil 4.10. GT-4 örneğine ait XRD-TK difraktomu	35
Şekil 4.11. GT-5 örneğine ait XRD-TK difraktomu	36
Şekil 4.12. GT-6 örneğine ait XRD-TK difraktomu	36
Şekil 4.13. GT-7 örneğine ait XRD-TK difraktomu	37
Şekil 4.14. GT-8 örneğine ait XRD-TK difraktomu	37
Şekil 4.15. GT-4 örneğine ait normal koşullarda çekilmiş XRD-KF difraktomu	38
Şekil 4.16. GT-4 örneğine ait etilen glikol ile muameleden sonra çekilmiş XRD-KF difraktomu	39
Şekil 4.17. GT-4 örneğine ait 550 °C sıcaklıkla muamele edilmeden sonra çekilmiş XRD-KF difraktomu	39
Şekil 4. 18. GT4 örneğine ait normal koşullarda çekilmiş kil fraksiyonu DTA analizi	42

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Genel Çimentoların Bileşimleri	6
Çizelge 1.3. Kil minerallerinin sınıflaması	7
Çizelge 4.1. XRD-TK ve XRD-KF analizleri yapılan örneklere ait mineraller	40
Çizelge 4.2. Çalışma bölgesinden alınan kil örneklerine ait kimyasal analiz sonuçları	44

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

DPT	Devlet Planlama Teşkilatı
ICP-OES	Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry
MTA	Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
XRD	X-Ray Difraktometresi
TG/DTA	Termogravimetrik Diferansiyel Termal Analiz
XRD-TK	X-Ray Difraktometresi Tüm Kayaç Analizi
XRD-KF	X-Ray Difraktometresi Kil Fraksiyonu Analizi

1. GİRİŞ

1. 1 Çalışmanın Amacı

Endüstriyel hammadde olan kil yataklarının aranması, bulunması, işletilmesi ve değerlendirilmesi ülkemizde ve bütün dünyada teknolojik gelişmelere bağlı olarak oldukça büyük önem kazanmaktadır. DPT (2007) verilerine göre ülkemizde 89.000.000 ton kaolen ve 354.000.000 ton seramik ve refrakter kil rezervi bulunmaktadır (Bor, 2008). Bunun yanında Türkiye seramik sektöründe avrupa'da üçüncü ve dünyada altıncı sırayı almaktadır. Bu tür değerler gözönüne alındığında kil yataklarının bulunduğu yerlerde yapılacak jeolojik, mineralojik ve jeokimyasal araştırmalar oldukça büyük önem arz etmektedir. Bu çalışma Isparta kuzeyinde Eosen yaşlı jeolojik birimler içinde yeralan kil yataklarının jeolojik özellikleri yanı sıra bunların ayrıntılı mineralojik ve jeokimyasal özelliklerinin ortaya çıkarılmasını amaçlamaktadır. Bu çalışma kapsamında (1) bölgedeki kil yataklarının yayılımının ortaya konması için 1:25.000 ölçekli jeoloji haritası yapılacak, (2) farklı lokasyonlarda bulunan killi seviyelerin stratigrafik konumları ve bunların diğer kaya birimleri ile olan ilişkileri ortaya çıkarılacak, (3) killi seviyelerin farklı noktalarından alınan sistematik örnekler ile farklı kil seviyelerinin mineralojik özellikleri belirlenecek, (4) alınan kil örnekleri yardımıyla elementlerin farklı kil seviyeleri içindeki dağılımı ve davranışları araştırılacak ve (5) bu killerin çimento sanayi dışında başka alanlarda kullanılabilirliği araştırılacaktır.

1. 2. Killerin Oluşumu ve Ülkemizdeki Potansiyeli

Doğal olarak oluşmuş, başlıca ince taneli bileşenlerden (tane büyüklüğü $<1/256$ mm veya 0,0039 mm) meydana gelen, yeterli miktarda su katılınca genellikle plastikleşen ve kuruma veya pişme ile sertleşebilen jeolojik malzemelere kil denir. Tane boyları nedeniyle kil olarak belirtilen mineral türlerinin veya ailelerinin çoğu yaygın biçimde bir mineral yapısına da sahiptir. Killer tabiatta bol miktarda bulunan minerallerdir. Ancak çok nadir olarak saf halde bulunurlar. Genellikle karbonat, silis, feldispat, zeolit ve

demir oksitler ve organik maddelerle birlikte bulunurlar. Renkleri sarımtırak, kırmızımtırak ve siyaha kadar değişmekle birlikte, renklerinin belirlenmesinde ki esas faktör içerisindeki bileşimdir.

Kil minerallerinin oluşumu doğrudan su veya akışkan-kayaç etkileşimi sonucu ile ilişkilidir. Bu etkin olan sular veya akışkanlar hem meteorik kökenli (yağmur, kar suları, vb.) olup hem de hidrotermal kökenli sulardır (mezotermal, epitermal eriyikler veya jeotermal sular). Meteorik kökenli suların hareketi yukarıdan aşağıya doğrudur ve bu sular aşağıya doğru süzülürken kayaçlarla veya onları oluşturan mineral bileşenleri ile etkileşime girerek onları bozuşmaya uğrattırır. Bu bozuşmaya süperjen alterasyon adı verilir. Aynı şekilde aşağıdan yukarıya doğru hareket eden ve içinde yüksek miktarda su buharı ve uçucu elementler bulunan hidrotermal sular içlerinde bulundukları kayaçlar veya onları oluşturan mineral bileşenleri ile etkileşime geçerek bozuşmaya uğrattırır. Bu bozuşmaya da hidrotermal alterasyon adı verilir.

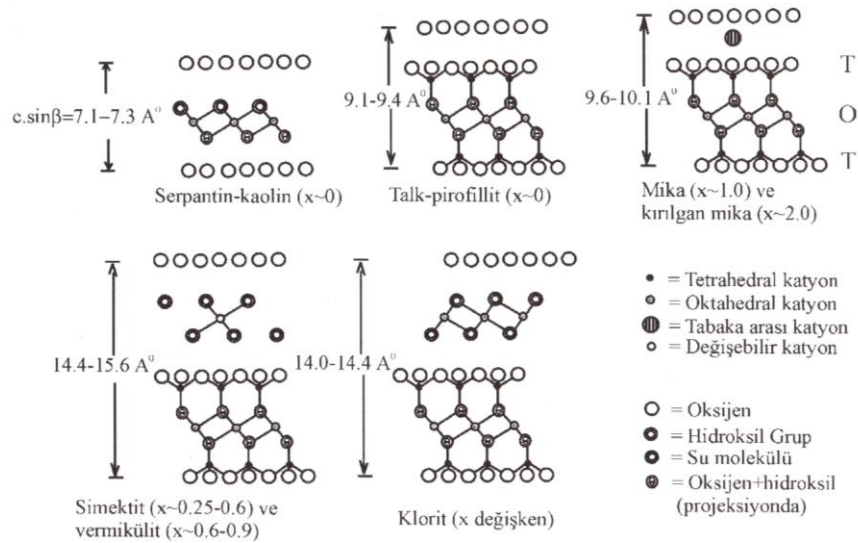
Bu tanımlanan süperjen alterasyon ve hidrotermal alterasyon prosesleri çerçevesinde oluşan kil minerallerinin önemli bir kısmı yerkabuğunun üst kesimlerinde meteorik sular ve hidrotermal suların kayaç bileşeni olan feldspatlarla reaksiyona girmeleri sonucu gerçekleşmektedir. Bu tür etkileşimler genellikle 500 °C sıcaklık altında gerçekleşmektedir. Bu şekilde oluşan kil minerallerine magmatik, metamorfik ve sedimanter kayaçlarda bol miktarda rastlanmaktadır. Sedimanter kayaçlar yeryüzünde oldukça bol bulunan kayaçlar olup bunlar içinde de şeyller en bol olan şeylerdir. Kil mineralleri de şeyllerin en büyük bileşeni olduklarından bunların içinde en bol bulunanlardır. Bu şeyl ve aynı zamanda tortullardaki killerin önemli bir kısmı daha önce kayaçlarda bulunan minerallerin mekanik parçalanması sonucu oluşurlar.

DPT (2007) verilerine göre ülkemiz bor, trona, mermer, feldispat, manyezit, alçıtaşı, pomza, perlit, stronsiyum ve kalsit açısından zengin ülkeler arasındadır. Kil yatakları bakımından ise normal-fakir ülkeler grubuna girmektedir (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Türkiye kil yatakları haritası (MTA: Bor, 2008)

Kil minerallerinin sınıflandırılmasında tetrahedral ve oktahedral tabaka kombinasyonlarının türü, oktahedral tabakanın katyon içeriği, tabaka yükü ve tabaka arası materyalin yükü olan birincil ölçütler ile tabaka diziliminin türü, kimyasal bileşim ve tabakaların türü ve karışık tabakalı killerin durumu olan ikincil ölçütler önemli rol oynamaktadır (Çelik-Karakaya, 2006). Burada kil minerallerinin sınıflandırılması TO veya 1: 1 veya TOT veya 2:1 şeklinde gerçekleştirilmektedir (Şekil 1.2).



Şekil 1.2. Önemli kil minerallerinin (010) düzleminde yapılarının görünümü (Bailey, 1980; Çelik-Karakaya 2006'dan alınmıştır)

1.3 Killerin Kullanım Alanları

Dolgu kaplama maddesi olarak kullanılması yanı sıra, killer çoğunlukla seramik, refrakter, çimento hammaddesi, sondaj kuyusu çamuru ve adsorbantlar olarak kullanılmaktadırlar.

Ayrıca çamaşır kili ve kaolen birlikte haşarat ve mantar ilaçlarında kimyasal değişime uğramayan taşıyıcı olarak yaygın bir şekilde kullanılırlar. Ek olarak bentonitli sondaj çalışmalarında ve montmorillonit tipi killer radyoaktif atıkların depolanmasında özellikle kullanılmaktadır. Yüksek alüminyumlu killer, özellikle çakmaktaşı ve diasporlu killer ile kaolen, metalik alüminyumun gelecekteki potansiyel cevheri oluşturmaktadır. Ülkelerin boksit rezervleri hızla tükenmeye başlayınca, daha güvenli bir kaynak onun yerine geçmelidir. Kil hiç şüphesiz bu kullanım amacıyla da yerini alacaktır. Ayrıca günümüzde birçok çevre probleminin çözülmesinde killer önemli bir yer tutarlar). Killerin yukarıda sayılan kullanım alanları gözönünde bulundurulduğunda Göltaş ve yakın çevresinde geniş bir alanda yüzeylemiş olan kil yataklarının il ekonomisi açısından büyük bir potansiyel ürün olduğunun önemi ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmanın esasını teşkil eden ve killerin kullanılabilirliğini araştırdığımız çimento sektörünün temel ürünü olan portland çimentosu genellikle gri renkli toz halinde bir maddedir. Elde edilmesi için önce kalker, kil ve gerekiyorsa bir miktar alüminyum ve demir oksitler istenilen kimyasal bileşimi sağlamak üzere orantılı olarak harmanlanıp öğütülürler. Farin olarak adlandırılan hammadde karışımı döner fırında 1450 °C civarında bir sıcaklığa kadar pişirilir. Fırının çıkış ucuna doğru farin taneleri önce ergiyerek ve sonra çeşitli reaksiyonlar sonucu granule halde **klinker** adı verilen topakları (yaklaşık 2 cm) meydana getirirler. Daha sonra klinkere %5 civarında alçıtaşı katılarak **portland çimentosu** elde edilir (TÇMB, Çim.2007). Anonim (2002) standartlarına göre CEM-I'den (Portland çimentosu) CEM-5'e (Kompoze çimento) kadar çimentolar 5 ana grupta toplanmıştır. Bu ana tipler çizelge 3'de verilen 27 ana çimento tipini oluşturmaktadır. Bu 5 temel çimento tipi dışında kullanım alanlarına göre sülfatlara dayanıklı çimento, beyaz portland çimentosu, harç çimentosu, yüksek fırın cüruf katkılı, düşük erken dayanımlı çimentolar ve çok düşük hidrasyon ısılı bazı özel

çimentolarda üretilmektedir. Killer çimentodaki SiO_2 , Al_2O_3 ve Fe_2O_3 bileşiklerinin kaynağını oluşturur.

Çizelge 1.1. Genel Çimentoların Bileşimleri (Anonim, 2002)

Çimento Tipi	Adı	Notasyon	Ana Bileşenler (Kütlece % olarak)										Minör İlave Bileşenler
			Klinker K	Yüksek Fırıncı Cürufu S	Silis Dumanı D	Doğal Puzolan P	Endüstriyel Puzolan Q	Silisi Uçucu Kül V	Kalkersi Uçucu Kül W	Pişmiş Şist T	Kalker (Kireç Taşı) L	Kalker (Kireç Taşı) LL	
CEM I	Portland Çimento	CEM I	95-100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
CEM II	Portland Cürufu Çimento	CEM II/A-S	80-94	6-20	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II/B-S	65-79	21-35	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
	Portland Silis Dumanlı Çimento	CEM II/A-D	90-94	-	6-10	-	-	-	-	-	-	-	0-5
	Portland Puzolanlı Çimento	CEM II/A-P	80-94	-	-	6-20	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II/B-P	65-79	-	-	21-35	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II/A-Q	80-94	-	-	-	6-20	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II/B-Q	65-79	-	-	-	21-35	-	-	-	-	-	0-5
	Portland Uçucu Küllü Çimento	CEM II/A-V	80-94	-	-	-	-	6-20	-	-	-	-	0-5
		CEM II/B-V	65-79	-	-	-	-	21-35	-	-	-	-	0-5
		CEM II/A-W	80-94	-	-	-	-	-	6-20	-	-	-	0-5
		CEM II/B-W	65-79	-	-	-	-	-	21-35	-	-	-	0-5
	Portland Pişmiş Şistli Çimento	CEM II/A-T	80-94	-	-	-	-	-	-	6-20	-	-	0-5
		CEM II/B-T	65-79	-	-	-	-	-	-	21-35	-	-	0-5
	Portland Kalkerli Çimento	CEM II/A-L	80-94	-	-	-	-	-	-	-	6-20	-	0-5
		CEM II/B-L	65-79	-	-	-	-	-	-	-	21-35	-	0-5
		CEM II/A-LL	80-94	-	-	-	-	-	-	-	-	6-20	0-5
		CEM II/B-LL	65-79	-	-	-	-	-	-	-	-	21-35	0-5
	Portland Kompoze Çimento	CEM II/A-M	80-94	6-20									0-5
		CEM II/B-M	65-79	21-35									0-5
CEM III	Yüksek Fırıncı Cürufu Çimento	CEM III/A	35-64	36-65	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM III/B	20-34	66-80	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM III/C	5-19	81-95	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
CEM IV	Puzolanik Çimento	CEM IV/A	65-89	-	11-35					-	-	-	0-5
		CEM IV/B	45-64	-	36-55					-	-	-	0-5
CEM V	Kompoze Çimento	CEM V/A	40-64	18-30	-	18-30			-	-	-	-	0-5
		CEM V/B	20-38	31-50	-	31-50			-	-	-	-	0-5

Çimentoda hammadde olarak kullanılması düşünülen killerde mineralojik ve kimyasal özellikler oldukça önem arz etmektedir. Kimyasal analizleri yapılan killerde SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , K_2O , Na_2O , SO_3 ve ateş kaybı (LOI) değerlerine bakılır.

Bu değerlerin kullanılabilirliği ile ilgili genel bir standart olmamakla birlikte genel olarak istenen bazı sınır değerler mevcuttur. Bu değerlerden MgO: max. % 5, alkaliler (K_2O ve Na_2O): max. % 2, Al_2O_3 : min. % 4, SiO_2 : max. % 31 ve rutubet: max. % 15 olarak sınırlandırılmıştır (Göлтаř Çimento Fabrikasından alınmıştır). Ayrıca çimento hammaddesi olarak kullanılması düşünölen malzemenin kimyasal analiz sonuçlarından elde edilen değerler biraraya getirilerek çeşitli modöller hesaplanır ve uygunluk değerlendirmesi yapılır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Poisson (1977) ve Poisson ve diğ. (1984, 2003), Batı Toroslar'ın Triyas-Pliyosen yaşlı Beydağları otoktonu, Maestrihtiyen-Daniyen'de oluşmuş Antalya napları ve Langiyen'de yerleşmiş Likya naplarından meydana geldiğini belirlemiştir. Antalya napları stratigrafik olarak Peridotit napları, Kocadağ masifi, Kargı, Ispartaçay ve Çataltepe üniteleri olarak belirlenmiştir. Buna karşın Likya napları stratigrafik olarak Yavuz, Domuzdağ, Gülbahar ve Gümöşlü üniteleri olarak belirlenmiştir. Ayrıca araştırmacılar, Beydağları'nın stratigrafisini ortaya koyarak çeşitli fasiyesler ayırtlamıştır. Beydağları'nın Liyas'dan başlayarak Senoniyen sonuna kadar resifal kireçtaşları olarak devam ettiğini, Senomaniyen'in pelajik kireçtaşlarından oluştuğunu, Üst Paleosen-Alt Eosen yaşında bir olistostrom varlığını, bunların üzerinde Lütesiye kireçtaşının diskordan olarak durduğunu, Akitioniye'nin resifal kireçtaşları, Burdigaliye'nin fliş olarak devam ettiğini belirtir. Antalya naplarının üç ana naptan oluştuğunu ifade eden çalışmacı, kuzeybatıda Beydağları otoktonu üzerinde Likya naplarının bulunduğunu ifade etmektedir.

Araştırmacılar yöredeki birimleri otokton, paraotokton ve alloktan olarak değerlendirmişler ve değişik zamanda meydana gelen tektonik gelişmeler ile yörenin bu günkü konumunu aldığını belirtmişlerdir. Çalışma alanında yer alan Üst Kretase yaşlı Davras kireçtaşlarını, Eosen yaşlı Isparta formasyonunu ve Miyosen yaşlı sedimanları

otokton ve paraotokton olarak değerlendirmişler bunların altında yer alan Isparta çay formasyonunu ve ofiyolitleri ise allokton olan Antalya naplarına dahil etmişlerdir. Önceki çalışmaların sentezini yapan araştırmacılar, Bölgede ters faylanmalara ve bindirmelere bağlı bir model üzerinde durmuşlardır.

Gutnic ve diğ. (1979), Isparta bükümünü ayrıntılı olarak çalışmışlar ve bölgenin 1:100.000 ölçekli ayrıntılı jeoloji haritasını hazırlamışlardır. Bu çalışmada bölgeyi değişik ünitelere ayırmışlardır. Temelde alt otokton adı verilen Davras dağ ve Erenler formasyonunun bulunduğundan, ayrıca Isparta-Burdur arasında Likya naplarının varlığından ve bölgeye Miyosen sonrası bir yerleşimden bahsetmişlerdir. Isparta ve Dinar arasındaki Eosen istiflerini farklı kabul etmişler ve tektonik özellikleri dikkate alarak ayırmışlardır.

Koçyiğit (1981, 1983 ve 1984), Isparta Bükümü kuzey iç kenarında Liyas sırasında yaklaşık D-B doğrultulu çekim fayı özelliğinde bir kırığın gelişmesiyle Hoyran neritik karbonat platformunun biçim kazandığını ve bunun da Toros karbonat platformunun, özellikle Mesozoyik-Alt Tersiyer sırasında oluşan örnek istiflerinden biri olduğunu belirtmiştir. Isparta Bükümü kuzey iç kenarında, ilki Maestrihtiyen’de başlayan blok faylanmanın, aralıklı olarak Üst Lütesiye sonu ve Oligosen boyunca geliştiğini ve Orta Oligosen’den sonra yeğinliğini arttırarak günümüze değin sürdüğünü belirten araştırmacı, özellikle Oligosen sonu ile günümüz arasında etkinliği artan çekme gerilimi tektoniğı denetiminde, riftleşmenin bölgesel yükselme, faylanma ve volkanizma gibi evrelerinin gerçekleştiğini ifade eder. Ayrıca araştırmacı, Hoyran Gölü dolayının tektoniğini incelemiş, burada yinelenerek birbirini izleyen duraylı çekme tektoniğı ve sıkışma tektoniğine bağlı jeolojik yapıları başlıca üç tektonizma dönemine ayırmıştır. Bunlar sırasıyla, Eski Tektonik Dönem Geçiş Dönemi ve Yeni Tektonik Dönem olmaktadır. Bu çalışmayla günümüzde başlıca, KD-GB, KB-GD ve K-G gidişli diri çekim faylarının varlığı ve bunlara bağlı olarak bölgenin genişleyip kabuğun incelmekte olduğu, bu olgunun da, Anadolu-Ege levhasının kenarlarında etkin olan sıkışma

geriliminin, levha içinde yarattığı çekme gerilimine bağlı blok faylanmayla ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Araştırmacı, bir başka çalışmasında Güneybatı Türkiye ve yakın dolayındaki tektonik gelişimi üç döneme ayıran çalışmacı, geçiş döneminin Alp dağ oluşum kuşağının birçok kesiminde gözlemlendiğini ve kalın bir molas istifıyla ötelendiğini belirtir. Yeni Tektonik Dönemin ise, çekme tektoniği denetiminde gelişen karasal tortullaşma, onunla yaşıt kıta içi volkanizma ve blok faylanma ile belirginlik kazandığını ifade eder. Yeni Tektonik Dönemi temsil eden olay ve yapıların, Kuzey Anadolu Fayından çok Ege hendeğine bağlı çekme tektoniği sonucu oluştuğunu ve bundan dolayı da bölgenin verrev atımlı normal faylarla sınırlı çok sayıda ve değişik boyutta bloğa bölünmüş, depremselliği yüksek alanlar olduğunu belirtir.

Yalçınkaya ve diğ. (1986) ve Yalçınkaya (1989), Batı Torosların jeolojisine ilişkin çalışmada bölgenin jeoloji haritaları yapılmış ve yapısal özelliklerine açıklık getirilmiştir. Antalya napları, Beyşehir-Hoyran napları ve Likya naplarının Menderes Masifinin kuzeyindeki ofiyolitlerin, Üst Kretase-Üst Paleosen’de masifin güneyine, Üst Paleosen-Alt Eosen’de Anatolid-Torid platformunun güneyine aktarılmasıyla oluştuğunu, bunların aynı kökenli kuzeyden gelen ofiyolitler olduğunu belirtmişlerdir. Sıkışma etkisiyle otokton birimler üzerine allokton birimlerin yerleştiğini ve bu sıkışma rejiminin, Beydağları doğusunda alçalmayla, batısında ise yükselmeyle sonuçlandığını ifade etmişlerdir. Güneydeki D-B yönlü sıkışma rejimi, kuzeyde çekme gerilmelerine karşılık birçok horst ve grabenin oluşmasını ve bu yapıların çukurluklarında günümüze kadar ulaşan göllerin çanaklarının meydana gelmesini sağladığı sonucuna varmışlardır. Araştırmacı doktora çalışması çerçevesinde Isparta ve dolayında Batı Toroslarda Mesozoyik-Tersiyer kayalarının stratigrafisini ve ofiyolitik kayalarla olan devinimlerinin yönlendirdiği tektonizması incelenmiştir. Anatolid-Torid platformunun güneyinin Neotetisin güney koluna ilişkin rift çökelleri olduğunu, ofiyolitlerin burada henüz olgunlaşmadığını ve riftin tüm Mesozoyik boyunca devam ettiği vurgulanmıştır. Bölgeye büküm özelliği kazandıran D-B yönlü sıkışmanın Alt Miyosen ve sonrasında

başladığı öne sürülmüştür. Ayrıca Ispartaçay formasyonunun allokton olmayıp Neotetisin güney kolunda gelişen ofiyolit yüzeylemesi aşamasında olgunlaşmamış rift çökelleri olduğunu ve ofiyolitik karmaşıkların yöreye ilk yerleşimlerinin Üst Paleosen-Alt Eosen denizi eşliğinde gerçekleştiği belirtilmiştir.

Duda (1988), Araştırmacının yayınladığı “Cement-Data-Book” isimli kitap çimento sektörü için bir kılavuz niteliğinde olup, çimento hammaddelerinin karışımında hangi oranlarda kullanılabileceğini hesaplayan formüller geliştirmiştir. Aynı zamanda çimento hammaddeleri ve portland çimentosuna ait bazı fiziksel ve kimyasal parametrelerin çimento üzerindeki olası etkilerini ele almıştır.

Karaman ve diğ., (1988, 1989) ve Karaman (1990, 1994), Isparta Ağlasun arasında kalan yaklaşık 150 km²’lik bir alanın jeoloji haritası yapılmıştır. Bölgedeki kaya birimleri otokton ve allokton olarak iki birime ayrılmış ve bu birimlerin birbiriyle olan stratigrafik-tektonik ilişkileri açıklanmaya çalışılmıştır. Bölgenin jeolojik yapısını ve tektonik morfolojisini önemli ölçüde değiştiren bindirme olayının Orta Miyosen’de gerçekleştiği belirlenmiştir. Bölgedeki ilk volkanizma faaliyetlerinin de Miyosen-Pliyosen geçişine rastladığı belirtilmektedir.

Yağmurlu (1994), Araştırmacı, Isparta güneyinde Lütesiyen (Kayıköy formasyonu) ve Burdigaliyen (Ağlasun formasyonu) yaşları arasında değişen iki farklı türbiditik birim oluşunu ve bunları litofasiyes özelliklerine dayanılarak kendi içinde tortul düzeylere ayrıldığını belirtmiştir. Her bir tortul düzeyin birikim ve beslenme alanında etkili olan özgül tektonik ve depolanma koşulları olduğunu ifade etmiştir.

Görmüş ve Özkul (1995), Isparta-Gönen arasındaki istiflerin stratigrafisini yeniden değerlendirmişler ve istif adlandırmalarında, yaşlandırmalarında ve ortamsal yorumlarında bazı bulgular sunarak, formasyon adlamalarında ilk adlamaları benimsemişlerdir. Değişik litolojik ünitelerden oluşan İncesu formasyonunun yaşını Eosen olarak belirtmişlerdir.

Deniz ve diğ. (1999), Isparta ve yöresindeki kil yataklarının seramiğe uygunluğunu araştırmışlardır. Bu amaçla Yalvaç, Sütçüler, Kibrit Ovası, Yarıkkaya Neojen Havzası, Burdur Neojen Havzası ve Yukarıkaşıkaya Neojen Havsanını kapsayan toplam 6 farklı bölgeden kil örnekleri alıp çeşitli fiziksel, kimyasal ve mineralojik analizler yapmışlardır. Sonuç olarak bu bölgelerden alınan üç örneğin seramikte kullanılabilirliğini ortaya çıkarmışlardır.

Özpınar ve diğ. (2006), Denizli Çimento Fabrikası'nda hammadde olarak kullanılabilirliğini araştırmak üzere Belevi (Çal) kil yataklarını incelemişlerdir. Bu amaçla yaklaşık 178 km²'lik bir alanın 1:25.000 ölçekli jeoloji haritasını hazırlamış ve inceleme alanındaki bazı bölgelerde de 1:5.000 ve 1:2.000 ölçekli detay haritalamaları yapmışlardır. Araştırmacılar çalışma bölgesinden aldıkları örneklerde yapılan analizler sonucunda çimentoda hammadde olarak kullanılabilecek özellikteki bölgeleri tespit etmişlerdir.

Bor (2008), İğdecik (Isparta) yöresinde yaptığı çalışmada Eosen yaşlı killerin endüstriyel hammadde olarak kullanılabilirliğini araştırmıştır. Buna göre yöredeki killerin tüm jeokimyasal analiz sonuçları ve hesaplanan modüller değerlendirildiğinde genel olarak en önemli kriter olan MgO değerleri ve toplam alkali oranları (Na₂O + K₂O) ve alüminyum modülü açısından killerin hammadde olarak çimentoda kullanılabileceğini ortaya koymuştur.

Özgür ve diğ. (2008), Gölcük Gölü (Isparta) yakın çevresinin 1:25.000 ölçekli jeoloji haritasını hazırlamış, volkanik kayaçların mineralojik, petrografik, jeokimyasal ve izotop jeokimyasal özelliklerinden giderek yaşlarının 6 milyon yıl ile 24.000 ± 2.000 arasında değiştiğini, kökenlerinin üst mantoya dayandığını ve volkanizmanın tekrar aktif hale geldiğinde Isparta iline verebileceği zararın boyutunu modellemiş bulunmaktadır.

Elitok ve diğ. (2008, 2010), Isparta Gölçük volkanizmasının jeokronolojisi ve evreleri yanı sıra volkanizmanın kökeninin izotop analizleri yardımıyla üst manto kökenli olabileceğini ve ayrıca kabuk kirlenmesinin bu özelliğe karışabileceğini ortaya çıkarmışlardır.

Kamacı ve diğ. (2009), Kışla domu ve yakın çevresinin 1: 25.000 ölçekli jeoloji haritasını hazırlamış ve çalışma alanında bulunan trakit kökenli volkanik kayaçların eşdeğer derinlik kayaçları olan siyenitlerin derinde olduklarını sahanın tektonik özellikleri, jeofiziksel veriler ve siyenitlerin varlığı ile ortaya koymuşlardır. Ayrıca yörede volkanizmanın en azından 6 milyon yıl önce başladığını ortaya çıkarmışlardır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1 İnceleme Alanının Yeri

Çalışma alanı Isparta ilinin kuzeybatısında bulunan Göltaş Çimento Fabrikası çevresinde 00-00 boylamları ve 00-00 enlemleri arasında yer almaktadır. Yaklaşık x km²'lik bir alanı kapsayan bu çalışma alanı 1:25.000 ölçekli Isparta M25-b2, M25-a1, M25-a4 ve M24-b3 paftaları içerisinde bulunmaktadır (Ek 1).

3.1.2 İklim ve Bitki Örtüsü

Çalışma bölgesi coğrafik açıdan Akdeniz Bölgesi'nde yer almasına rağmen deniz seviyesinden olan yüksekliği ve batı torosların konumu nedeniyle hem Akdeniz hem de karasal iklim koşullarını göstermektedir. Çalışma bölgesi daha çok Akdeniz ikliminin bitki örtüsü olarak tanımlanan yoğun bir maki ile kaplıdır ve bazı bölgelerdeki bu bitki örtüsü yoğunluğu çalışmaları güçleştirmektedir.

3.1.3 Yerleşim Merkezleri ve Ulaşım

Çalışma alanı içerisinde Isparta-Ankara karayolu geçmektedir. Bölgedeki en önemli yerleşim alanı Isparta merkeze bağlı ve çalışma alanı dışında güney kesimde bulunmakta olan Koçtepe Köyü'dür. Koçtepe köyüne ulaşım köy garajı otobüsleri vasıtasıyla sağlanmaktadır. Önemli bir konum olarak çalışma alanı içerisinde Göltaş Çimento Fabrikası bulunmaktadır. Çalışma alanına en yakın yerleşim yerleri olarak doğuda Senir, batıda Gümüşgün ve kuzeyde ise Gönen ilçesi bulunmaktadır.

3.2 Yöntem

3.2.1 Örnek Alımı ve Örneklerin Analize Hazırlanması

Arazi çalışmalarında iki türlü örnek alımı gerçekleştirilmiştir. Birincisi çalışma bölgesindeki formasyonları oluşturan birimlerin belli bölgelerinden kayaçların mineralojik ve dokusal ilişkilerini saptamak amacıyla alınan kayaç örnekleri, diğeri ise çalışmanın esasını oluşturan Eosen yaşlı Kayıköy formasyonuna ait kil yataklarından farklı kot seviyelerinden alınan kayaç örnekleridir. İnceleme alanından alınan örnekler SDÜ Jeotermal Enerji, Yeraltısuyu ve Mineral Kaynakları Araştırma ve Uygulama Merkezi bünyesinde yer alan örnek hazırlama laboratuvarında mineralojik ve kimyasal analizler için hazırlanmıştır. Bu amaçla Fritsch marka çeneli kırıcı ve Tungsten karbit öğütücü sistemli halkalı değirmen kullanılmıştır. Örnekler önce çeneli kırıcı yardımıyla 1 cm'den daha küçük bir boyuta indirgenene kadar kırılmıştır. Daha sonra kırılan bu örnekler Tungsten karbit öğütücü sisteminin diskleri arasına homojen bir şekilde dağıtılarak örneklerin ortalama sertliklerine göre belli bir devir ve süre ayarlanmış ve halkalı değirmende öğütülmüştür. Toz haline getirilen kayaç örneklerinden 10 tanesi nitrik asit (HNO_3), hidrojen florür (HF) ve hidrojen peroksit (H_2O_2) kullanılarak mikrodalga parçalayıcı sistemde çözelti haline getirilerek jeokimyasal analizler için hazırlanmıştır. Toz haline getirilmiş olan örnekler aynı zamanda kil ayırma işlemleri ve DTA analizleri içinde kullanılmıştır. Kil ayırma işlemi yapılan örneklerde öğütme süresi

ve devir parametreleri daha kısa tutulmuş ve böylece kil dışı minerallerinde kil boyutuna indirgenmesi önlenmiştir.

3.2.2 Analiz Yöntemleri

Çalışma bölgesinden elde edilen örneklerde sırasıyla XRD, TGA/DTA ve jeokimyasal analiz yöntemleri kullanılmıştır. Yapılan analizlerin tümü SDÜ bünyesinde bulunan Jeotermal Enerji, Yeraltısuyu ve Mineral Kaynakları Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde gerçekleştirilmiştir.

X-Işınları Difraktometre çalışmaları Panalytical marka PW3040/X'Pert Pro model XRD cihazı kullanılarak yapılmıştır. Toplam 10 örnekte XRD-TK (5-70°) ve 4 adet örnekte de kil fraksiyonu fiziksel ve kimyasal yöntemlerle ayrılarak XRD-KF (2-40°) çekimleri gerçekleştirilmiştir. Yapılan bu analizler için şu aletsel parametreler kullanılmıştır:

Anot: Cu ($K\alpha$:1.5405)

Diverjan slit: Slit fixed 1/4°

Anti-scatter slit: Slit fixed 1/2°

Program receiving slit: 0.50mm

Soller slit: 0.04 rad.

Voltaj: 45kV

Akım: 40mA

XRD-KF analizleri için kil yataklarından farklı kot seviyelerinden alınan 4 örnek kullanılmıştır. Bu örnekler kırma öğütme işlemlerinden geçtikten sonra sırasıyla yıkama, dekantasyon, asitleme, santrifüjleme, sedimantasyon (3 saat 40 dakika bekletme) ve plaketleme işlemlerine tabi tutulmuştur. Plaketleme işlemi ile killerin 001 yansımalarının daha net elde edilmesi sağlanmıştır. Örneklerin plakamsı kil mineralleri, difraktometrenin düzlemsel yüzeyine paralel ise bazal yansımaların şiddeti artar (Çelik-Karakaya, 2006). Elde edilen bu kil fraksiyonu (çoğunlukla $<2\mu$) 3 ayrı işleme tabi tutulmuştur. Bunlardan ilki havada kurutulmuş haliyle normal çekim, diğeri 16 saat

60°C’da etilen glikol buharında desikatörde bekletme, diğeri ise 400 ve 550°C’lik fırında 1 saat ısıtıl işlem uygulanmasından oluşmaktadır. Şişen kil minerallerinin belirlenmesinde kullanılan birkaç yöntem daha bulunmaktadır ancak Novich ve Martin (1983)’e göre en tekrarlanabilir olanı 16 saat 60°C’da etilen glikol buharında bekletme işlemidir.

DTA analizleri Perkin Elmer marka TG/DTA cihazında gerçekleştirilmiştir. Bu analizler için kil fraksiyonu ayrılan örneklerden (<2µ) yaklaşık 20 mg alınarak, 50-1000°C sıcaklık aralığında, dakikada 25°C ısıtma hızı ve 200 ml/dak N₂ atmosferi kullanılarak yapılmıştır. Bazı araştırmacılar ise ~10K/dak oranları mineralojik araştırmalarda hemen hemen standart olarak almaktadır, fakat bu doğal olarak doğruluğundan ziyade çoğunlukla geçmişten gelen alışkanlıklara göre alınır (Peterson ve Swaffield, 1987). Yapılan analizlerde yaklaşık 25°C’lik kısmen yüksek ısıtma hızının kullanılmasının nedeni, düşük ısıtma hızlarında birden fazla mineralin karakteristik veya diğer tanıtan piklerinin aynı sıcaklık aralığında gözlenmesi ve bu nedenle piklerin aşırı yayvan veya hiç gözlenmemesinden kaynaklanmaktadır.

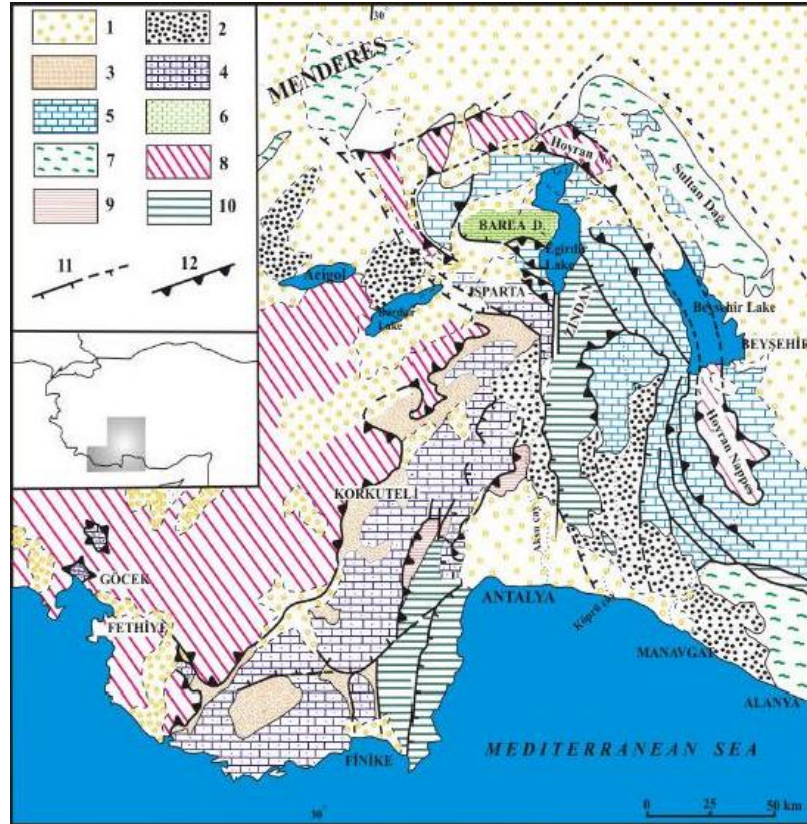
Bununla birlikte toplam 10 adet örneğin jeokimyasal analizleri Perkin Elmer marka ICP-OES cihazı kullanılarak yapılmıştır. Bu amaçla mikrodalga parçalayıcı sistem vasıtasıyla çözünmesi sağlanan örnekler için jeokimyasal analizlerde kullanılacak elementlere göre standartlar hazırlanmış ve bu şekilde ölçümler gerçekleştirilmiştir.

İnceleme alanından alınan el büyüklüğündeki bazı örneklerden de SDÜ Jeoloji Mühendisliği bünyesindeki ince kesit laboratuvarında toplam 3 adet ince kesit yapılarak bulunan petrografik özellikleri görüntülü analiz sistemi yardımıyla incelenmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Bölgesel Jeoloji

İnceleme alanı Ketin (1966) tarafından Toridler olarak tanımlanır ve bugünkü yapısını Alpin orojenezi ile aldığı belirtilmiştir. Antalya Körfezi kuzeyinde, Toros kuşağının kuzeye doğru yönelmiş yaklaşık ters "V" biçimli olan bu kesimi Blumenthal (1963) tarafından "**Isparta Büklümü**" isimlendirilmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Isparta Büklümü yapısal haritası (Poisson ve diğ.,1984)

- (1) Denizel Sedimanlar, (2) Antalya Formasyonu, (3) Beydağları Masifi,
(4) Beydağları Platformu, (5) Karbonat Platform, (6) Barla Dağ ve Zindan Masifi,
(7) Metamorfik Seri, (8) Likya ve Beyşehir-Hoyran Napları, (9,10) Antalya Napları,
(11,12) Bindirme Fayı

Kuzey kesimi "Göller Bölgesi" olarak da anılan Isparta Büklümü, genel olarak Denizli, Fethiye, Alanya, Antalya, Akseki, Ahirli, Seydişehir, Beyşehir, Akşehir, Çay, Afyon, Sandıklı ve Çivril ile sınırlanır (Koçyiğit, 1983).

Isparta Büklümünde kaya birimleri, platformdan okyanusal alana kadar uzanan farklı ortam koşullarında gelişmiş olup bir kısmı otokton, bir kısmı da allokton konumludur (Şenel, 1997). Otokton birimler, Antalya Körfezi batısında Beydağları platformu, doğusunda ise Anamas-Akseki platformlarını içeren iki Mesozoyik karbonat platformudur (Yağmurlu ve diğ., 1997). Bu platformlar ayrılmışlardır ve tektonik olarak güneydeki Antalya napları tarafından üstlenirler (Poisson ve diğ., 1984; Dilek ve Moores, 1990; Dilek ve Rowland, 1993). Bölgedeki allokton birimler ise, Isparta Büklümü'nün batı tarafında yer alan Likya napları ve doğusunda yer alan Beyşehir-Hoyran naplarıdır. Antalya ofiyolitik napları ise güney kesiminde yer alır (Yağmurlu ve diğ., 1997).

Isparta Büklümü, Orta Tersiyer'den günümüze kadar geçirdiği sıkışma ve genişleme tektonik olaylarıyla biçim kazanmıştır. Ege plakasında grabenlerin oluşumu ve Kuzey Anadolu Fayı'nın şekillenmesi esnasında plakalar, güneybatıya doğru harekete geçmiş ve büklümün şekillenmesinde etkili olmuştur. Bunun yanında, Likya, Beyşehir-Hoyran ve Antalya naplarının Toros Karbonat Platformu üzerine yerleşmesiyle, Kıbrıs Helenik Yayı şekillenmiş ve bu yaylar boyunca Afrika ve Avrasya Plakaları birbirine yaklaşarak, Isparta Büklümü bölgesinde K-G doğrultulu sıkışma tektoniğinin oluşmasıyla sonuçlanmıştır. Ege plakasının güneybatı yönde genişlemesi ve Anadolu plakasının batıya olan hareketi, Isparta Büklümü batısındaki Likya bloğunun Burdur fayı boyunca GB doğrultuda saat yönünün tersi yönde dönmesiyle, büklümün doğu kanadının ise saat yönünde dönmesiyle sonuçlanmıştır.

4.2 İnceleme alanının Jeolojisi

4.2.1 Stratigrafi ve Petrografi

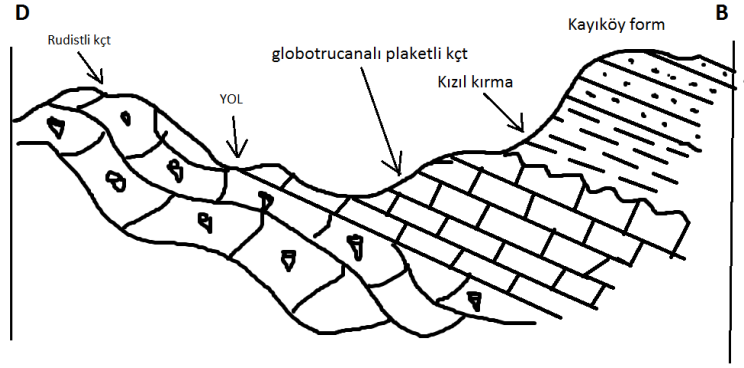
İnceleme alanında Üst Kretase, Tersiyer ve Kuvaterner yaşı tortul birimler gözlenmektedir. Bunlar stratigrafik olarak Senomaiyen-Turoniyen yaşı kalın katmanlı, masif yapılı Söbüdağı kireçtaşları, Meastrihtiyen yaşı plaketli kireçtaşı, Paleosen yaşı Kızılkırma Formasyonu, Eosen yaşı Kayıköy Formasyonu, oligosen yaşı İncesu formasyonu ve Kuvaterner yaşı alüvyon ve yamaç molozları şeklindedir (Ek 1 ve 2; Şekil 4.3).

MESOZOYİK	SENZOYİK						ÜST SİSTEM
	T E R S İ Y E R						SİSTEM
	KRETASE		ÜST PALEOSEN / ALTEOSEN	ORTA EOSEN	OLİGOSEN	KUATERNER	SERİ
	SENOMANIYEN TURONIYEN	ORTA MAESTRİHTİYEN	TANESIYEN İPRESİYEN	LÜTESİTEN			KAT
	SÖBÜDAĞ KİREÇTAŞI	SENİRCE KİREÇTAŞI	KIZIL KIRMA FORMASYONU	KAYIKÖY FORMASYONU	İNCE SU KONİLOMERALLERİ	ALÜVİYON / YAMAÇ İNÇOLU	FORMASYON
500 m.		70-80 m.	110-120 m.	600-750 m.	50-60 m.		KALINLIK
Krs		Krse	Tk	Tka	Tin	Qal / Qym	SİMGE
LİTOLOJİ							
							Alüvyon/ Yamaç Molozu
							İyi pekleşmiş Karbonat cimentolu çakıltısı
							Kumtaşı, şeyl, çamurtaşı ve kireçtaşı ardalanmalı
							Çamurtaşı Kumtaşı
							uyumsuzluk
							Plaketli kireçtaşı
							Masif kahr katmanlı kireçtaşı

Şekil 4.3 Çalışma bölgesine ait genelleştirilmiş stratigrafik sütun kesit

4.2.1.1 Söbüdağı Kireçtaşları

Söbüdağı kireçtaşları adını Isparta ili Çünür Köyü'nün kuzeyinde bulunan Söbüdağı'ndan almaktadır (Sarıiz, 1985; Yalçınkaya ve diğ., 1985; Karaman, 1994). Isparta-Ankara karayolunun her iki tarafında olmak üzere Büyük Söbü Tepe, Küçük Söbü Tepe, Göлтаş Çimento Fabrikası güneyi ve Bozanönü dolaylarına olmak üzere yaklaşık 9-10 km²'lik bir alanda yüzeylenme verir (Ek 1 ve 2 ; Karaman, 1994). Bu kireçtaşları litolojik olarak açık-koyu gri, bej renkli ve sıkı dokulu olup yer yer orta-kalın plakelere rağmen masif konumdadırlar (Ek 1 ve 2; Şekil 4.4). Genelde sıkı dokulu homojen yapıya sahip olan bu kireçtaşları bölgede bulunan yoğun tektonik olaylardan etkilendiğinden bol çatlaklı ve bu çatlaklar ikincil kalsit mineralleri tarafından doldurulmuş bulunmaktadır. Söbüdağı kireçtaşlarından alınan örneklerin ince kesitlerinde kayacın çoğunlukla biyomikritik-intraklastlı biyomikritik kireçtaşı özelliğinde olduğu gözlemlenmiştir. Birim içinde tektonik olaylar nedeniyle bol miktarda kıvrımlanma, kırık, çatlak ve faylanmalar bulunmaktadır. Söbüdağı kireçtaşları Isparta-Ankara karayolu boyunca yüksek açılı bir ters fayla (Söbüdağı Fayı) Eosen yaşlı birimler üzerine itilmiş bulunmaktadır (Karaman, 1994). Çalışma alanında bulunan bu fay boyunca yer yer diyabaz benzeri ofiyolitik birimlere rastlanmaktadır. Bölgede Söbüdağı kireçtaşlarından daha yaşlı birimler bulunmadığından bu birimlerle olan stratigrafik seviye tanımlanamamıştır. Karaman (1994) bu kireçtaşları üzerine uyumsuz olarak çalışma alanında Orta Maestrihtiyen yaşlı Senirce Formasyonunu koymuştur. Söbüdağı kireçtaşlarının taban dokanağını oluşturan kayaçlar tam olarak tanımlanamadığından kalınlığı jeolojik harita ve topoğrafya yorumlarından yaklaşık 500 m olarak tahmin edilmektedir. Birimin değişik seviyelerinden alınan örneklerin ince kesitlerinde gözlenen *Triloculina* sp., *Quinqueloculina* sp, *Pseudolittionella reicheli* Marie, *Cuneolina* sp., *Nezzazata* sp., *Nummoloculina* sp., Textulariidae, Miliolidae gibi fosil kapsamına göre, yaşının Senomaniyen- Turoniyen (Üst Kretase) olduğu belirlenmiştir (Karaman ve diğ., 1988).



Şekil 4.4. Çalışılan alanın önemli bir bölümünü oluşturan Söbüdağı kireçtaşları ve diğer kayaçlar ile ilişkisi

4.2.1.2 Senirce Kireçtaşları

Birim adını inceleme alanının kuzeyinde ve Senirce köyünden alır. Yörede başlıca Büyük Söbü ve Küçük Söbü tepelerin güneybatısında, Göltaş Çimento Fabrikası, Senirce köyü ve Bozanönü köyü dolaylarında yaklaşık 4-5 km²'lik bir alanda yüzeylenmektedir (Ek 1 ve 2).

Birim egemen olarak açık krem, boz renkli plaketli pelajik kireçtaşlarından oluşmaktadır. Üst seviyelere doğru kireçtaşlarının içerdiği kil oranı yükselir. Tabanda ince orta katmanlı ve sert yapılı, üst seviyelere doğru ise plaketli yer yer laminalı, nispeten daha gevrek ve kırılgandır. Birimin üst kesimlerinde sık olarak çört yumruları bulunur (Şekil 4.5). Kireçtaşları çoğu kez konkoidai kırılma yüzeylidir ve stilolit yapıları içerir (Karaman, 1994). Söbüdağ kireçtaşlarına oranla daha az çatlak düzlemine sahiptir ve bunların içleri ikincil kalsit ile doldurulmuştur. Değişik kesimlerden biyomikritik kireçtaşlarından oluştuğu görülmüştür. Kireçtaşları Söbüdağın güneybatı eteklerinde düzgün, batıya eğimli, plaketli ve yer yer laminalı katmanlar şeklinde yüzeylenmektedir. Senirce köyü batısında nispeten daha kolay ayrışmaya elverişli, kırılgan, gevrek yapılı ve yer yer de topraklaşmış bir gölünüm sergiler.



Şekil 4.5. Araştırma alanının güneybatı kesimde bulunan plaketli ve mikritik özellikteki Senirce kireçtaşları.

Kil oranı daha yüksek olan gevrek yapılı ve çört içermeyen üst seviyedeki kireçtaşları yakındaki çimento fabrikasında hammadde olarak kullanılır.

Senirce formasyonunun taban tavan dokanak ilişkileri ve stratigrafik istiflenmesi, Söbüdağın güneybatı eteklerindeki vadi boyunca açık ve belirgin olarak izlenir. Birim, tabanda Senomaniyen- Turoniyen (Üst Kretase) yaşlı Söbüdağ formasyonu üzerine uyumsuz olarak oturur. Ancak bu iki birimin ortak dokanaklarının çizilmesi çok yerde güçlük gösterir. Aralarında çoğunlukla belirgin litolojik farklılıklar bulunmasına rağmen, bu iki birimin çizilmesi, büyük ölçüde paleontolojik bulgulara dayandırılmıştır. Senirce formasyonunun tabanında her hangi bir karasal aşınma izinin yokluğu veya taban konglomerası bulunmayışı; alttaki Söbüdağ formasyonunun su yüzüne çıkarak aşınmadığını, ancak belli bir zamanda (Koniasiyen-Santoniyen), çökme havzasının ve çökme koşullarının tortul birikimini engellediği, böylece Senirce formasyonu ile Söbüdağ formasyonu arasında paleontolojik verilerle ortaya çıkartılan uyumsuzluğu oluşturduğu düşünülür. Bu iki birim arasındaki dokanak farklı litoloji ve çoğu kez de

paleontolojik verilere dayandırıldığı için, jeoloji haritası üzerinde kesikli çizgilerle gösterilmiştir. Senirce formasyonunun tavanında ise, yine uyumsuz olarak Üst Paleosen-Alt Eosen yaşlı Kızılkırma formasyonu yer alır. Senirce formasyonunun kalınlığı, Söbüdağ-Kabak tepe arasında yapılan ölçülü stratigrafik kesitinde yaklaşık 70-80 m. civarında bulunmuştur (Karaman ve diğ., 1988). Fosil topluluğu ve yaşı: Senirce formasyonunun farklı seviyelerinde saptanan *Globotruncana arca* (Cushman), *G. gagnebi* Tilev, *Globotruncanella stuarti* (de Lapparent), *Glc. stuartiformis* (Dalbiez), *Ganserina gansseri* (Bolli), *Globotruncanella* sp., *Globigerinelloides* sp., *Hedbergella* sp., *Rugoglobigerina* sp., *Heterohelix* sp. ve *Pseudotextukina* sp. gibi planktik foraminifer kapsamına göre birimin yaşı Orta Maestrichtiyen olarak belirlenmiştir (Karaman ve diğ., 1988).

4.2.1.3 Kızılkırma Formasyonu

Bu birime adı inceleme alanının güneybatısında /yer alan Kızılkırma tepesine dayanarak Karaman ve diğ., (1988) tarafından verilmiştir. Formasyon kuzeyde Göltaş Çimento Fabrikasından başlayarak güneye doğru Söbüdağın batısındaki vadi boyunca düzgün bir şerit şeklinde yüzeylenme verir (Ek 1). Formasyonun egemen litolojisi, açık kırmızı, bordo ve yer yer açık yeşilimsi-kirli gri renkli şeyl, kıltaşı, çamurtaşı, türbiditik kumtaşı ve killi kireçtaşı düzeyleri ile bunlarla arakatkılı çakıltaşı ve detritik kireçtaşı seviyelerinden oluşur. Birimin alt kesimlerinde yoğun demiroksit boyamalarından kaynaklanan belirgin oranda açık kırmızı pembe-bordo renk hakimdir. Bu özelliği ile üzerinde yer aldığı Kretase yaşlı kireçtaşlarından kolayca ayırt edilir. Alt kesimlerde bulunan 20-40 m. kalınlıktaki şeyi ve çamurtaşı laminalı, kolay kırılğan ve dağılğan bir yapı sunar. Şeyl ile arakatkılı olan kilce zengin kireçtaşları ince kesitlerde pelajik foraminiferli biyomikrit karakterdedir. Killi kireçtaşı ve çamurlarında böbreğimsi ayrışma yapıları egemendir. Daha üstlere doğru genellikle iri kum tane boyutunda kalın bir türbiditik seri yer almaktadır. Bu kesimlerde gözlenen ve yer yer kıltaşı, killi kireçtaşı düzeyleri ile arakatmanlanma gösteren açık yeşilimsi gri renkli kumtaşı mikrobreş, çakıltaşı ve detritik kireçtaşı orta kalın katmanlı bir yapı sunar. Bunlar ofiyolitli karmaşıktan ve Kretase yaşlı kireç taşlarından türemiş bol kırıntılı gereç

içerirler. Kireçtaşı kırıntıları içerisinde Üst Kampaniyen-Alt Maestrihtiyen yaşlı plankuk foraminiferler içeren karbonat kayaç parçaları çoğunluktadır. Ayrıca birim içerisinde bol oliyolitik gereçlere rastlanması ofiyolitli karmaşığın bölgeye ilksel yerleşiminin bu birimin çökmesinden önceye rastladığını ortaya koyar. Kumtaşı, çakıltası ve detritik kireçtaşı içerisinde yer alan tanelerdeki boyanma çok iyi gelişmiştir. Çakıltalarında tane boyutu 2-4 cm. arasında değişir ve bunların bağlayıcısı çoğunlukla sparitik kalsit ve kildir. Tabakalar içerisinde genel olarak altta iri taneler, üstte ise ince taneler yer alır. Çoğunlukla belirgin bir derecelenme izlenir ve tabaka altı akıntı yapılarına rastlanır. Kumtaşı, mikroskop incelemelerinde bol terijen malzemeli ve biyomikrit parçalarından oluşmaktadır. Bunlar mikritik-sparik karbonat çimento içerisinde kireçtaşı, kuvars, serpantin, çört, opak mineraller ve bol miktarda kavrı içerirler.

Birim Orta-Üst Maestrihtiyen yaşlı Senirce Formasyonunu uyumsuz olarak üstler. Üst sınırında ise Orta Eosen yaşlı Kayıköy formasyonu tarafından uyumlu olarak örtülür. Kızılkırma formasyonunun taban ve tavanı Söbüdağ batısındaki vadi boyunca net olarak gözlemlendiği için, kalınlığı da bu kesimlerde ölçülebilmekte olup, kalınlığı ortalama 120 m olarak belirlenmiştir.

Kızılkırma formasyonunun değişik seviyelerinden derlenen örneklerde; bentik foraminiferlerden *Alveolina (GlomalveoUna) sp.*, *Nummulites sp.*, *Assilina sp.*, *Miscellanea cf. primitive* Rahaghi, *Keramosphaera sp.*, *Rotalia sp.*, *Kathina sp.*, *Planorbulina cretae* (Marsson), *Discocyclina sp.*, *Astengerina sp.*, *Textulariidae*; planktik foraminiferlerden *Globigerina tri local i no ide s* Plummer, *Morozovella aragonensis* (Nuttall), *M. cf. formosa formosa* (Bolli), *M. formosagracilis* (Bolli), *M. lensiformis* (Subbotina), *Acanninasoldadoensis soldadoensis* (Brönnimann), *A. Bullhrooki* (Bolli), *Globorotalia sp.*, *Truncorotaloides sp.*, *Planorotaloides sp.*; alglerden *Dislichoplax biserialis* (Dietrich), ile *Eihelia alba* (Pfender) saptanarak birimin yaşı Üst Paleosen-Alt Eosen olarak belirlenmiştir (Karaman ve diğ., 1988).

4.2.1.4 Kayıköyü Formasyonu

Birimin adı, özelliklerinin en iyi sergilendiği yer olan Kayıköy'e dayanılarak Karaman ve diğ., (1988) tarafından verilmiştir. Formasyon başlıca kuzeyde Göltaş Çimento Fabrikası ve Kızılkırma Tepe batısından başlamak üzere, daha güneye doğru Koçtepe Köyü, Kabak Tepe batısı ve Kayıköy Köyü dolaylarında olmak üzere oldukça geniş bir alanda yüzeyleme verir (Ek 1).

Kayıköyü Formasyonu sığ denizel koşullarda oluşmuş olup kumtaşı, kumlu çakıltası, çakıltası, kırıntılı kireçtaşı ile bunlarla arakatlı kıltaşı, killi kireçtaşı ve çamurtaşı seviyelerinden oluşur. Birim arazide açık gri, yeşil, kirli sarı renkleri gösterir. Formasyon değişik tür litolojilerin yer yer ritmik ardalanmasından oluştuğu için, yanal ve düşey yönlerde çok değişken litofasiyesler sunar. Genel olarak alt seviyelerde yaygın olarak izlenen açık yeşil, sarımsı boz ve gri renkli türbiditik kumtaşları, ince tabakalı ve yer yer kumlu çakıltası ve mikrokonglomera görünümündedir. Bunlar ince kesit incelemelerinde çoğunlukla kilce zengin karbonat çimento içerisinde serpantin, çört kireçtaşı ve fosil kavkılarından oluşmaktadır. Bunlar içerisinde kısmen iri bentik foraminiferler ve algler içeren seviyelere rastlanır. Taneler çoğunlukla karbonat çimento ile bağlanmıştır. Açık krem renkli killi kireçtaşı ve çamurtaşları mikritik dokulu ve sıklıkla biyoturbasyonludur. Bunlar böbreğimsi ayrışma yapıları sunar ve bol miktarda *Globigerina* sp, *Globorotalia* sp ve *Discocyclina* sp. fosilleri içerir. Her düzeyde yaygın ara katmanlanma gösteren detritik kireçtaşları açık krem ve kirli beyaz renkli çoğunlukla türbiditik özelliktedir.

Bunlar içerisinde terijen kırıntı ve biyomikrit klastlar yoğun olup, taneleri oluşturan materyaller çoğunlukla intraformasyonel çakıltası, kireçtaşı, serpantin, çört, radyolarit, Kretase yaşlı kireçtaşı ve fosil kavkılarıdır. Kırıntılı kireçtaşlarında gözle görülebilecek büyüklükte ve yoğunlukta *Nimmutites*'im görmek olağandır. Kumtaşı ve çakıltası düzeyleri daha çok Kayıköy Köyü batısındaki Kaleyığı ve Cevizliburun Tepe civarında yaygınken, Gölbaşı ve Koçtepe Köyleri çevresinde bol fosil içeren

biyomikritik killi kireçtaşlarına rastlanır. Erenler tepe çevresinde arazide doğudan batıya doğru yapılan gözlemde alüvyonlara yakın olan kesimlerde yoğun kıvrımlı, kırıklı kumtaşı ve killi kumtaşlarının bulunduğu, bunları üste daha batıya doğru killi kireçtaşı, kırmızı renkli kiltası, marn ve düzgün tabakalı ve bol *Nummulites*'li kumtaşı ve killi kireçtaşları ile devam ettiği görülmektedir. Koçtepe köyü kuzeydoğusunda formasyon şeyl, kumtaşı, marn ve çakıltaşlarından meydana gelmekte olup, şeyl bol laminalı ve açık yeşil renklerde görülmekte, kumtaşı ise, şeyl arasında sert tabaka çıkıntıları vermektedir (Şekil 4.6). Ortalama 3-10 cm kalınlıklı kumtaşı ve çakıltaşı tabakaları bol miktarda ofiyolitik gereç içermekte ve bu kesimlerdeki bol fosilli tabakalar şiddetli bir şekilde kıvrılmıştır. Öte yandan formasyonun alt seviyelerindeki açık pembe ve yer yer koyu gri renkli killi kireçtaşı ve çamurtaşları içerisinde ince düzeyler halinde ara katmanlanma gösteren linyit içeren seviyelere rastlanmıştır. Harita alanında özellikle Kayıköy ve Erenler tepe civarında yüzeylenme veren bu linyitli düzeyler, bölgede yapılan bazı sondajlarla da kesilmiştir. Formasyonu oluşturan litolojilerin nispeten daha dayanımsız karakterli olması nedeniyle, bölgesel tektonizma bu birimi daha fazla etkilemiş ve kıvrımlandırmıştır.

Kayıköy Formasyonu tabanında, Kızılkırma formasyonu üzerinde uyumlu olarak bulunur (Ek 1). Gökçebağ dolaylarında ofiyolitik karmaşığı uyumsuz olarak örter (Karaman, 1994). Üst sınırında Gölcük formasyonunun tüfleri ve geniş alüvyonlarla örtülüdür. Karaman (1994)'e göre Burdur çevresinde bazı kesimlerde ise ofiyolitik karmaşık tarafından tektonik olarak üstlenir. Kayıköy formasyonunun kalınlığı 650-700 m olarak tahmin edilmektedir.

Formasyonun farklı düzeylerinden alınan örnekler içerisindeki bentik foraminiferlerden *Alveolina* sp., *Nummulites* sp., *Assilina* sp., *Discocyliina* sp., *Actinocyliina* sp., Miliolidae ve yine planktik foraminiferlerden *Morozovella* cf. *Lehneri* (Cushman ve Jarvis), M. cf. *quetra* (Bolli), *Acahnina* cf. *hrodermanni* (Cushman ve Bermudez), *A. matt hewsae* Blow, *Turborotalia* cf. *cerroazulensis* *cerroazulensis* (Cole),

Truncorotaloides cf. *rohri* (Brönniman ve Bermudez), *Hantkenina* sp., *Pseudohastigerina* sp., *Ot - bulinoides* sp., *Pkinorotalides* sp. saptanmış ve birimin yaşı Orta Eosen olarak belirlenmiştir (Karaman ve diğ., 1988).



Şekil 4.6. Göлтаş Çimento Fabrikası yakınında bulunan kil yatağının Eosen yaşlı Kayıköyü formasyonu içindeki görünümü

4.2.1.5 İncesu Konglomeraları

Bu birimi ilk kez Gutnic ve diğ. (1979) Keçiborlu yakınlarında bulunan İncesu lokasyonundan ötürü İncesu konglomeraları olarak adlandırmışlardır. Bunun yanında Koçyigit (1984) Senirkent yakınlarında bulunan benzer birimi İncesu formasyonu, Karaman ve diğ. (1988) Gönen çevresinde bulunan benzer birimi Gönen konglomeraları ve Yalçinkaya ve diğ. (1986) Yavuzlar formasyonunu İğdecik formasyonu olarak belirlemişlerdir. Bu çalışma kapsamında birim İncesu konglomeraları olarak tanımlanacaktır.

İncesu konglomeraları çalışma alanının kuzey kesiminde yer alır (Ek 1), değişik tipte kırıntılı kayalarla temsil edilir, açık grimsi bej renklidir, çoğunlukla masif görünümlüdür ve yer yer orta kagmanlı kayalardan oluşmaktadır. Bu konglomeraları oluşturan çakılların önemli bir bölümünü kireçtaşları oluşturmaktadır. Buna ek olarak çört, kumtaşı, diyabaz ve serpantinler çakılların bu birim içinde bir kısmını meydana getirmektedir. Bu birim tabanda kumtaşları ile başlar, kalın tabakalı konglomeralar ile devam eder ve kalkarenitik seviyelerle sona erer (Görmüş ve Özkul, 1995).

İncesu konglomeralarından alınan örneklerin ince kesit incelemelerinde egemen çakıllar iri-orta taneli ve mikritik yapıli kiraçtaşı çakılları olup bunları takiben çört, serpantin ve diyabaz gibi ofiyolitik parçalar, kumtaşı taneleri, kuvars ve feldispat gibi mineraller ile bunları birbirine bağlayan karbonat ve kısmende silis bileşimli bağlayıcı malzemeden oluşmaktadır.

İncesu formasyonu Orta Eosen yaşlı Kayıköy formasyonunu uyumlu ve geçişli bir dokanakla üstler. Çalışma alanının üst kısımlarında bu geçiş belirgin bir şekilde göze çarpmaktadır. İstifin yaşı önceki araştırmacılar Görmüş ve Özkul (1995) Orta-Üst Lütésiyen, Yağmurlu (1994) ve Gutnic (1977) Oligosen, Karaman ve diğ. (1989) Orta-Üst Miyosen olarak belirlemişlerdir. İncesu formasyonunu oluşturan tortulların bileşimsel ve sedimantolojik özellikleri bunların egemen olarak alüvyonal yelpaze ortamında depolanmış tortullar olduğunu yansıtır. Üste doğru kabalaşan tortul istif ve devirsel tortul düzeyler, çökelme ile yaşıt gelişen tektonikliğin etkin olduğunu ve havza ekseninin beslenme alanına doğru sürekli yer değiştirdiğini yansıtır. İncesu çakıltaşları içinde ölçülen tane uzun eksen yönleri ve binik çakıllar, genellikle yörede kuzeyden güneye doğru gelişen bir tortul beslenmenin varlığını belgeler (Yağmurlu, 1994).

4.2.1.6 Alüvyon ve Yamaç Molozları

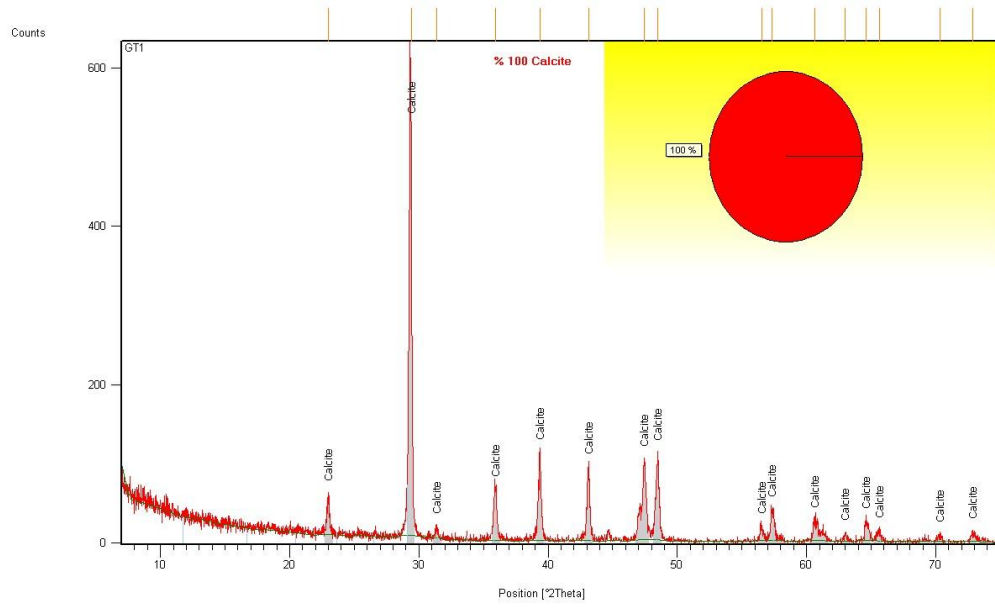
İnceleme alanının çeşitli kesimlerinde alüvyon, yamaç molozu ve özellikle Isparta ovasında birikinti konileri bulunmaktadır (Ek 1 ve 2). İnceleme alanının doğu kesiminde

bulunan Isparta ovası yer yer 150 metreden fazla kalınlığa sahip alüvyonlarla örtülüdür. Bu alüvyonları malzeme sağlayan birimler kireçtaşları, ofiyolitli karmaşık, denizel klastik seri ve Gölcük volkanizması ürünleridir. Isparta ovasındaki alüvyon içerisinde gevşek tuf, ignimbrit ve pomzadan oluşan piroklastik malzeme seviyeleri mercekler ve ara tabakalanmalar şeklinde bulunmaktadır. İnceleme alanındaki alüvyonlar ve yamaç molozları daha çok Söbüdağı kireçtaşı, Senir Kireçtaşı, Kızılkırma formasyonu ve Kayıköyü formasyonu ürünlerinden oluşmaktadır.

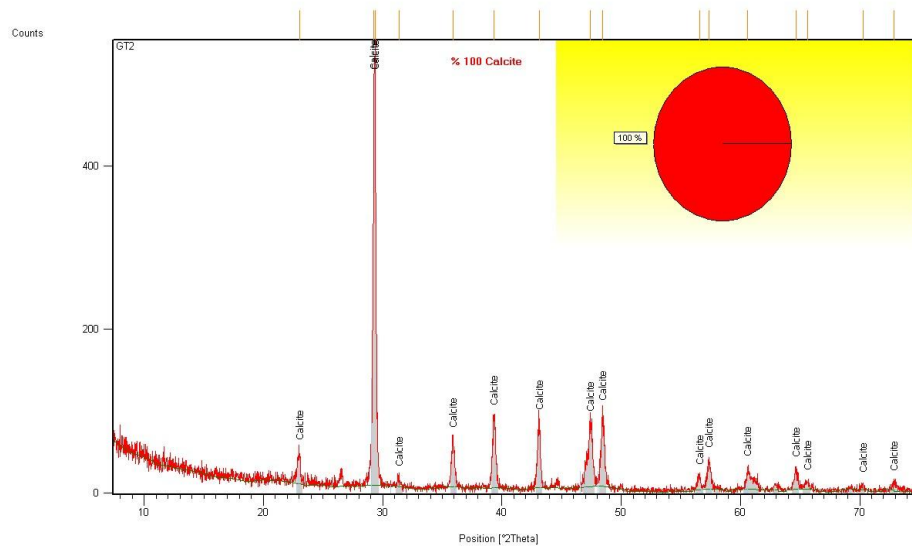
4.3. Eosen yaşı Kayıköyü Formasyonunda bulunan Killerin Mineralojisi

4.3.1. XRD Tüm Kayaç Analizleri (XRD-TK)

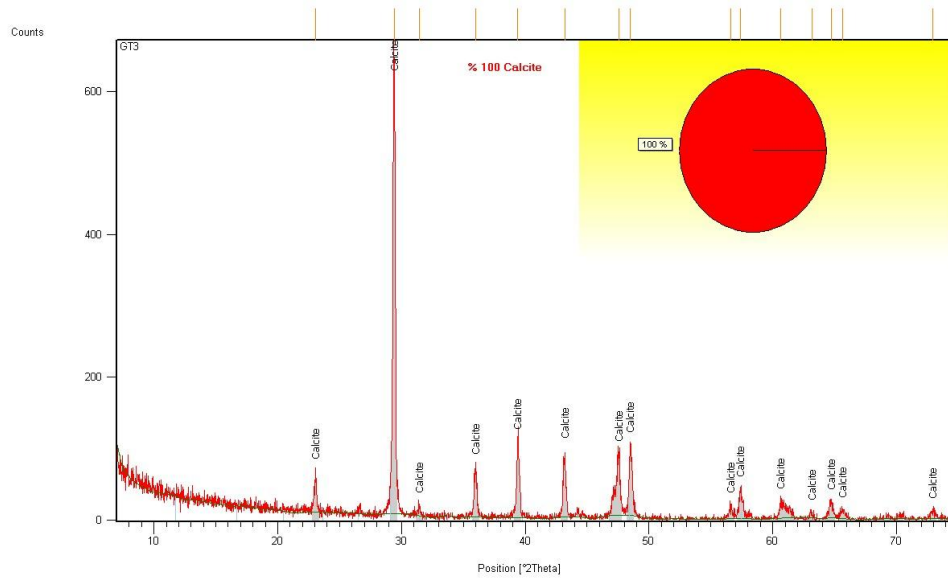
XRD-TK analizleri üç adedi kireçtaşlarında ve 7 adedi killerde olmak üzere toplam 10 adet örnekte yapılmıştır. Bu analizler için 2θ : 7-75° arası taranarak XRD difraktomları elde edilmiştir (Çizelge 4.1). Özellikle kil içeriği yüksek lokasyonlardan elde edilen kayaç örnekleri çeneli kırıcı ve değirmen kullanılarak toz haline getirilmiştir. Daha sonra çeyrekleme yapılarak herhangi bir işleme tabi tutulmadan XRD-TK çekimleri yapılmıştır (Şekil 4.7-4.14). Çalışma alanının kuzey kısmında yüzlek veren ve Göltaş Çimento Fabrikası tarafından çimento elde edilmesinde kireçtaşı olarak kullanılan Senirce kireçtaşları XRD tüm kayaç analizlerinde beklenildiği gibi mineralojik olarak sadece kalsitten oluşmaktadır. Göltaş Çimento Fabrikası Eosen yaşı Kayıköyü formasyonu içinde bulunan kil yatağından alınan örneklerde genellikle kalsit, kuvars ve kil minerali olarak illit tespit edilmiştir. Alınan örneklere göre bu minerallerin türü ve miktarı da değişiklik göstermektedir. Chung (1974) yöntemi (RIR: Reference Intensity Ratio) baz alındığında tüm örneklerdeki illit oranının % 15-30 arasında olduğu belirlenmiştir.



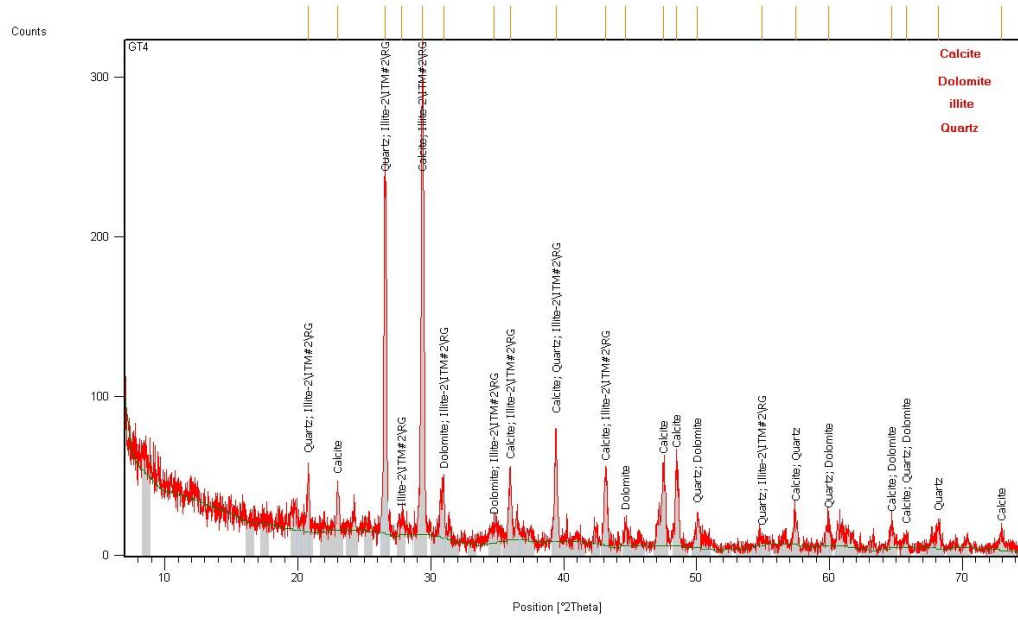
Şekil 4. 7. Kireçtaşı GT-1 örneğine ait XRD-TK difraktomu (kalsit)



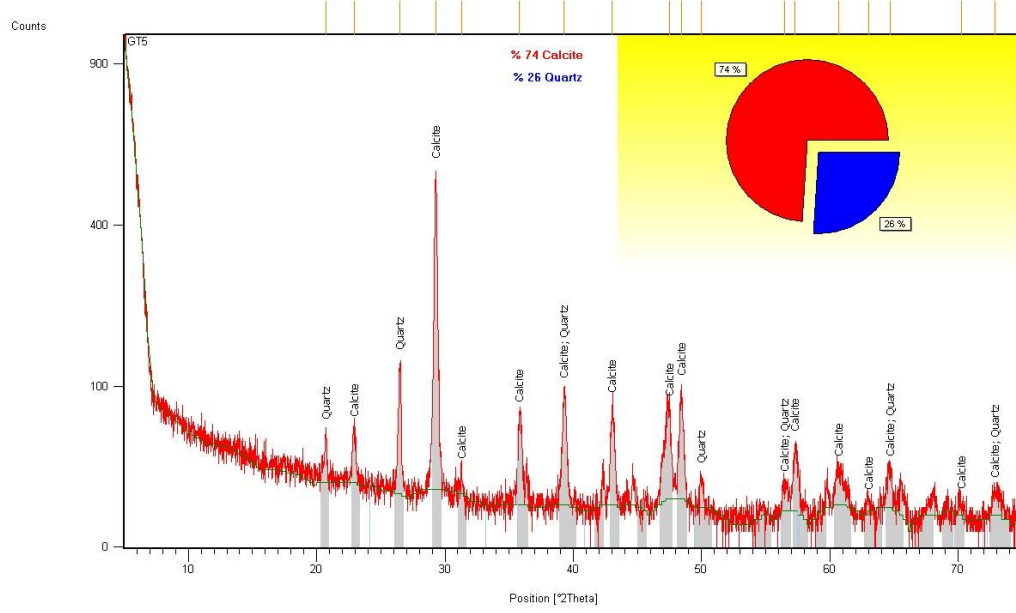
Şekil 4.8. Kireçtaşı GT-2 örneğine ait XRD-TK difraktomu (kalsit)



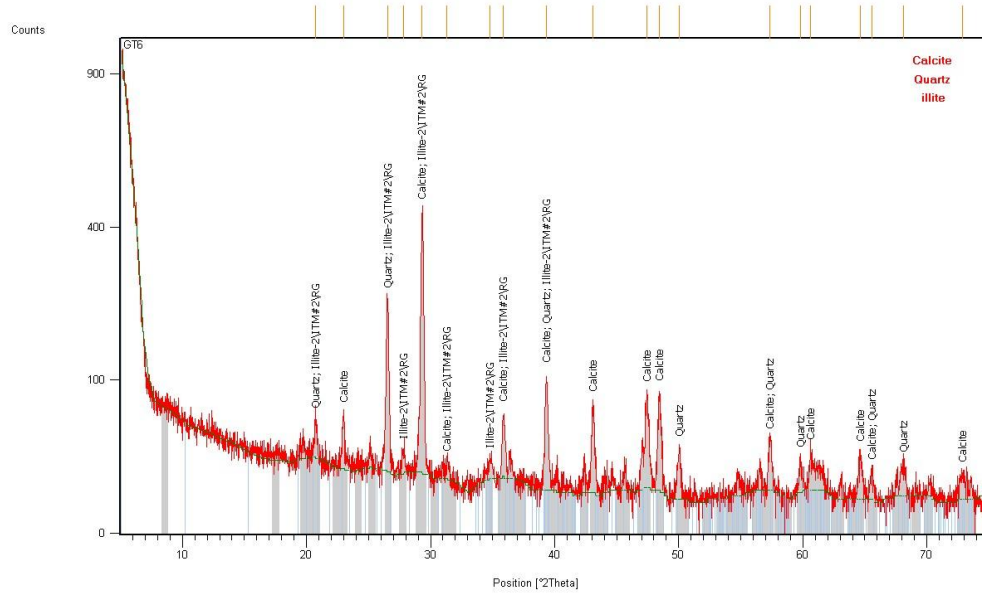
Şekil 4.9. Kireçtaşı GT-3 örneğine ait XRD-TK difraktomu (kalsit)



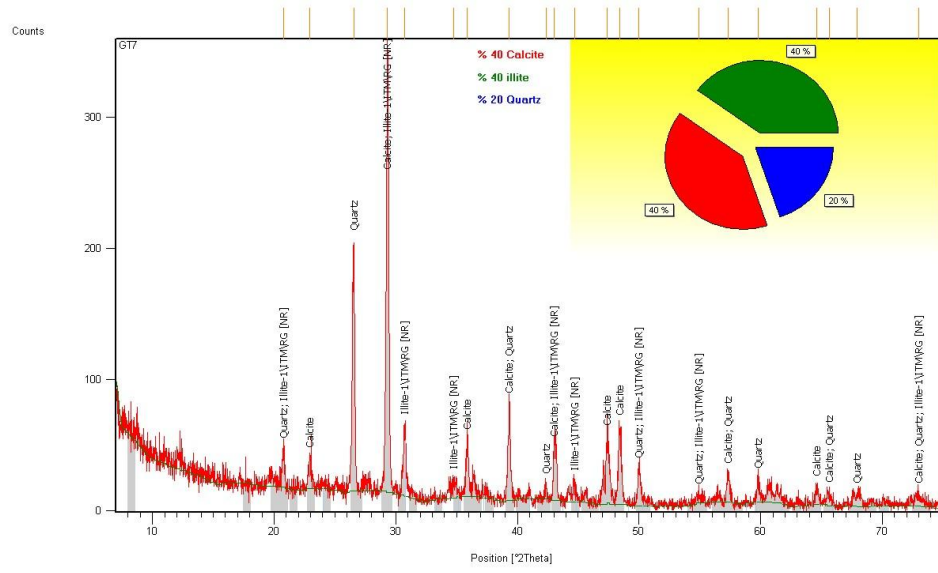
Şekil 4.10. GT-4 örneğine ait XRD-TK difraktomu (kalsit, kuvars, illit ve dolomit)



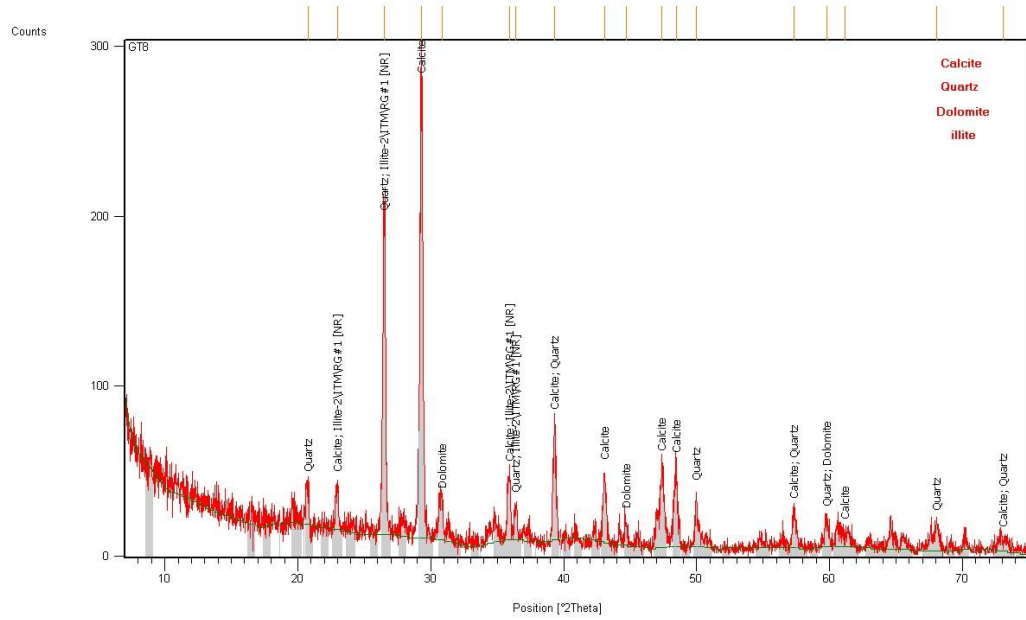
Şekil 4.11. GT-5 örneğine ait XRD-TK difraktomu (kalsit, kuvars)



Şekil 4.12. GT-6 örneğine ait XRD-TK difraktomu (kalsit, kuvars illit)



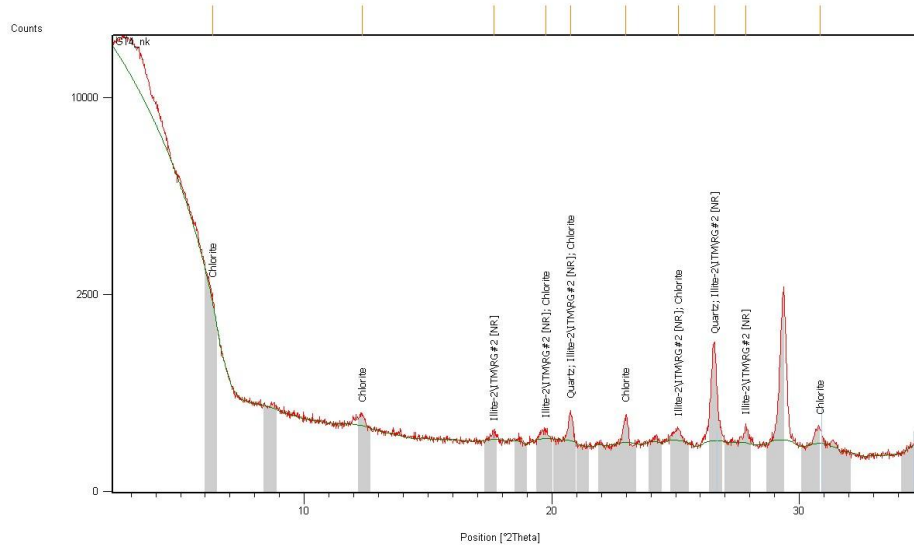
Şekil 4.13. GT-7 örneğine ait XRD-TK difraktomu (kalsit, kuvars, illit)



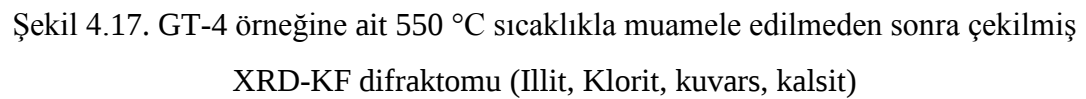
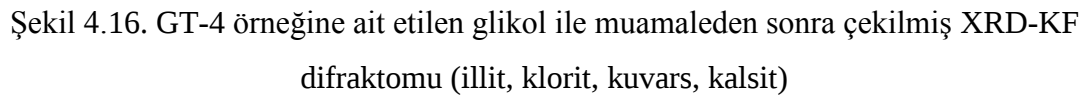
Şekil 4.14. GT-8 örneğine ait XRD-TK difraktomu (kalsit, kuvars, dolomit, illit)

4.3.2 XRD Kil Fraksiyonu Analizleri (XRD-KF)

Kil fraksiyonu ayrılan örneklerde normal koşullarda çekilen XRD-difraktomunda egemen mineral olarak İllit bulunmaktadır (Şekil 4.16; Çizelge 4.1). Aynı şekilde etilen glikol ve 550 °C sıcaklıkta muamele edilen kayalarda da aynı durum izlenmektedir (Şekil 4.16 ve 4.17). d_{001} yansıması 14.47-14.95 Å arasında değişen değerler Ca-smektitin varlığını işaret etmektedir (Brindley ve Brown, 1980). İllit mineralini takiben klorit minerallerine rastlanmıştır. Aynı zamanda kil fraksiyonu ayrılan tüm örneklerde kuvars ve kalsit mineralleri de bulunmaktadır. 2 μ 'dan küçük fraksiyonda fazla miktarda kuvars bulunması, numune hazırlama tekniğinden kaynaklanır ve buzul kayalarının tozundan veya diyatome veya radyolarya gibi çoğunlukla genç kayalarda bulunan orjinal iskeletini opalin silikanın oluşturduğu silisli mikrofosillerden kaynaklanır (Karakaya, 2006). Kalsit mineralinin de ortamda bulunması kil ayırımı tekniğinden kaynaklanabilir.



Şekil 4.15. GT-4 örneğine ait normal koşullarda çekilmiş XRD-KF difraktomu (illite, klorit, kuvars, kalsit)

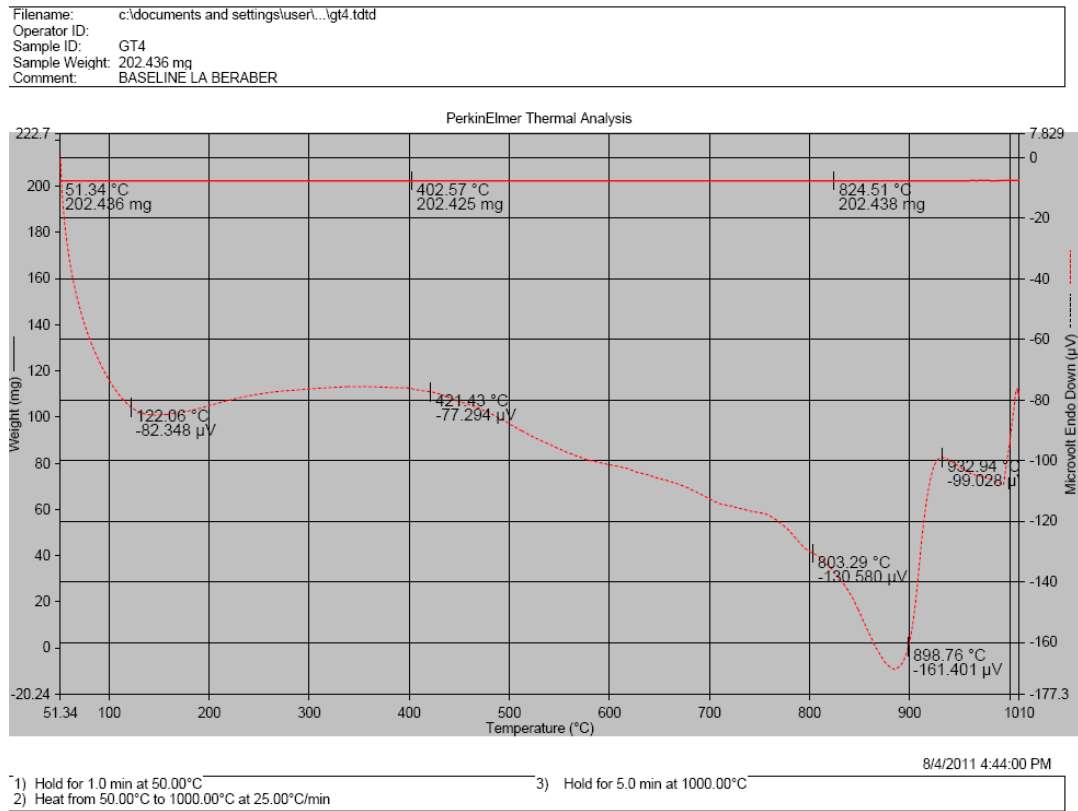


Çizelge 4.1. XRD-TK ve XRD-KF analizleri yapılan örneklere ait mineraller

Örnek No	XRD-TK	XRD-KF
GT-1	Kalsit	
GT-2	Kalsit	
GT-3	Kalsit	
GT-4	Kalsit, kuvars, dolomit, illit	İllit, klorit, kuvars, kalsit
GT-5	Kalsit, kuvars	
GT-6	Kalsit, kuvars, illit	
GT-7	Kalsit, kuvars, illit	
GT-8	Kalsit, kuvars, illit, dolomit	

4.3.3. Diferansiyel Termal Analiz (TG/DTA) Çalışmaları

Bu çalışma kapsamında GT-4 örneğinde sistematik kil ayrımı yapılmış ve daha sonra bu killerin normal koşullarda, etilen glikol ile muamelesi sonrasında ve 550 °C sıcaklık altında kalması sonrasında XRD kil fraksiyonu difraktogramları çekilmiş ve bunlar değerlendirilmiştir. Arazi çalışmaları sırasında alınan 10 adet örnekten en çok kil minerali içeren birinin (GT-4) TG/DTA diyarmayı çekilmiştir (Şekil 4.18).



Şekil 4. 18. GT4 örneğine ait normal koşullarda çekilmiş kil fraksiyonu DTA analizi

Bu diyagramda 122.06 °C sıcaklığında ortaya çıkan endotermik pikin doğrudan illiti karakterize ettiği düşünülmektedir. İllitler çoğunlukla 550 °C üzerindeki dehidroksilasyon pikleri ile tanınırlar (Bor, 2008). İllitten hidroksilin ayrılması ortalama 400 °C’da başlar ve 900 °C’ye kadar devam edebilir (Özpınar vd., 2006). Bu açıdan GT-4 örneğine ait 421,43 °C ve 803 °C sıcaklıklar da endotermik pikler illit mineraline ait dehidroksilasyon pikleridir. XRD difraktomlarında tespit edilmesine rağmen Kuvars mineraline ait polimorfik değişimi karakterize eden yaklaşık 573 °C’deki ekzotermik piklerin gözlenememesi hem ısıtma hızının yüksekliğinden hem de illit ve klorit gibi minerallerin ana endotermik piklerinin 500-600 °C arasında olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Elde edilen DTA eğrileri genel olarak yorumlandığında XRD analizlerinden elde edilen mineralojik tanımlamalar ile uygunluk göstermektedir.

4.4. Jeokimya

Jeokimyasal analizler Süleyman Demirel Üniversitesi Jeotermal Enerji, Yeraltısuyu ve Mineral Kaynakları Araştırma ve Uygulama Merkezi bünyesinde yer alan ICP-OES cihazında gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla toplam 10 örnekte CaO, SiO₂, MgO, Al₂O₃, Fe₂O₃, Na₂O, K₂O, MnO, TiO₂, P₂O₅ ve ateş kaybı değerleri tespit edilmiştir (Çizelge 4.2).

Bu jeokimyasal analiz sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde killerin jeokimyası ile karşılaştırma amacıyla alınan kireçtaşı örneklerinde (GT-1, GT-2 ve GT-3) CaO değerleri % 50,33 ile % 53,23 arasında, MgO değerleri % 0,19 ile % 1,34 arasında, Al₂O₃ değerleri % 0,11 ile % 0,46 arasında, Fe₂O₃ değerleri % 0,06 ile % 0,31 arasında, SiO₂ değerleri % 0,65 ile % 3,92 arasında ve ateş kaybı değerleri de % 42,43 ile % 44,65 arasında değişim göstermektedir (Çizelge 4.2). Bunun yanında bir başka örnek (GT-5) CaO % 42,21, MgO % 0,79, Al₂O₃ % 1,11, Fe₂O₃ % 0,99, SiO₂ % 17,91 ve ateş kaybı % 36,33 değerleri ile temsil edilmektedir. Jeokimyasal analiz ve XRD toplam kayaç analizi bu örneğin daha çok kil içeren kireçtaşı olduğunu ortaya koymaktadır. Aynı şekilde bu elemente ait SM: 8,5 ve AM: 1,12 değerleri bu örneğin diğer kil oranı

fazla olan örnekler ile kıyaslandığında daha çok kireçtaşı içeriği fazla olan örnek olarak ortaya çıktığı görülecektir.

Çizelge 4.2. Çalışma bölgesinden alınan kil örneklerine ait kimyasal analiz sonuçları
(S.M.: Silikat Modülü, A.M.: Alüminyum Modülü)

Sıra no	Örnek	CaO (%)	MgO (%)	Na ₂ O (%)	K ₂ O (%)	Al ₂ O ₃ (%)	MnO (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	TiO ₂ (%)	SiO ₂ (%)	P ₂ O ₅ (%)	Ateş kaybı (%)	Toplam (%)	SM	AM
1	GT-1	52,96	0,19	0,01	0,04	0,11	0,02	0,06	0,01	0,65	0,02	44,65	98,72	-	-
2	GT-2	50,33	1,34	0,10	0,07	0,46	0,13	0,31	0,02	3,92	0,02	42,43	99,14	-	-
3	GT-3	53,23	0,23	0,01	0,03	0,13	0,03	0,12	0,01	1,07	0,02	43,71	98,58	-	-
4	GT-4	23,73	3,62	0,40	1,15	5,57	0,04	2,80	0,29	34,28	0,04	26,54	98,46	4,09	1,99
5	GT-5	42,21	0,79	0,12	0,16	1,11	0,04	0,99	0,09	17,91	0,01	36,33	99,75	8,5	1,12
6	GT-6	24,50	2,12	0,40	1,12	8,99	0,03	2,23	0,27	32,14	0,04	26,25	98,09	2,86	4,03
7	GT-7	21,42	3,19	0,34	1,26	7,87	0,04	2,84	0,31	35,50	0,07	25,24	98,08	3,32	2,77
8	GT-8	22,33	3,08	0,29	0,93	7,44	0,04	2,43	0,25	35,97	0,04	26,03	98,82	3,64	3,06
9	GT-9	24,96	3,22	0,27	0,98	5,47	0,04	2,48	0,25	32,85	0,04	28,58	99,12	4,13	2,21
10	GT-10	22,29	3,21	0,32	1,19	7,35	0,04	2,84	0,28	34,52	0,04	26,64	98,72	3,38	2,58

6 adet yüksek oranda kil içeren örneklerde CaO değerleri % 21,42 ile % 24,50 arasında değişmektedir. Bu CaO değerleri bu kayaçların içerdiği kalsit mineralinden kaynaklanmaktadır. Bu durum XRD toplam kayaç analizleri ile doğrulanmaktadır. Aynı şekilde bu kil örneklerinde MgO değerleri % 2,12 ile % 3,62 arasında değişmektedir. Bu değerler bu kayaçlar içinde az miktarda bulunan dolomit minerali fazına dayanmaktadır.

6 adet kil örneğinde Al₂O₃ değerleri % 5,47 ile % 8,99 arasında değişmekte olup bu değerler daha çok kil minerali olan illite dayanmaktadır. Ayrıca bu kayaçlarda bir miktar da feldspat mineralinin de bulunması olağandır. Bu altı adet örnekte Fe₂O₃ değerleri % 2,23 ile 2,84 arasında değişmekte olup bu kayaçlarda minör veya aksesuar halde bulunan ankerite bağlı olabilir.

Aynı şekilde 6 adet örnekte SiO₂ değerleri incelendiğinde bu değerler % 32,14 ile % 35,97 arasında değişmektedir. Bu değerler kayaçlar içinde bulunan kuvars ve kil minerali fazlarıyla bilindiği üzere ilişkili olmaktadır. Ateş kaybındaki bu yüksek

değerler (% 25,24-28,58) alınan kil örneklerinin büyük bir olasılıkla yüksek oranda kalsit ve dolomit mineral fazı ihtiva ettiğini göstermektedir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Göлтаş Çimento Fabrikası ve yakın çevresinde gerçekleştirilen bu çalışma çerçevesinde yaklaşık olarak 37 km²'lik bir alanın kaya birimleri tanımlanarak formasyon sınırları tespit edilmiş ve alanın 1:25.000 ölçekli jeoloji haritası ve farklı düzey ölçeklerde jeolojik enine kesitleri hazırlanmıştır (Ek 1 ve 2). Buradan ortaya çıkan sonuca bağlı olarak çalışma alanında en yaşlı kayaçları Senomaniyen-Turoniyen (Üst Kretase) yaşı ve yaklaşık 500 m kalınlığı ile Söbüdağı kireçtaşları oluşturmaktadır. Bu kayaçların altlayan birim bilinmemektedir. Bu kayaçların üzerine uyumlu olarak Orta Meastrihtiyen yaşlı ve 70-80 m kalınlıkta olan Senirce kireçtaşları gelmektedir. Üst Paleosen-Orta Eosen yaşlı ve 110-120 m kalınlıkta olan Kızılkırma formasyonu Senirce formasyonunu uyumsuz olarak örterek bir devrin kapanım bir başka devrin başlangıcına işaret etmektedir. Bu bir devrin başlangıcına işaret eden formasyon 650-700 m kalınlıkta olan ve kil yatakları içeren Orta Eosen yaşlı Kayıköyü formasyonu tarafından örtülür. Bu formasyonun üzerine uyumsuz olarak 50-60 m kalınlığı olan Oligosen yaşlı İncesu konglomeraları gelir. Kuvaterner zamanında tüm bu formasyonlar uyumsuz olarak alüvyon ve yamaç molozu tarafından üzerlenmektedir.

Çalışılan alandan kil mineralojisi ve killi kayaçların jeokimyasının tanımlanması amacıyla toplam 10 adet kayaç örneği alınmıştır (Çizelge 4.2). Bu kayaç örneklerinin üç adedi Senirce kireçtaşlarından alınmış olup jeokimyasal analiz sonuçlarının da doğruladığı gibi mineralojik olarak sadece kalsitten oluşmaktadır (Çizelge 4.1). Bu alınan örneklerden biri (GT-5) yüksek miktarda kalsit ve az miktarda CaO içermekte olup az kil içeren kireçtaşından oluşmaktadır. Diğer 6 adet örnek kalsit, kuvars ve kil minerali olarak illit içermektedir. Bu sonuçları aynı zamanda jeokimyasal analizler doğrulamaktadır. Kayıköyü formasyonundan alınan örneklerde gerçekleştirilen jeokimyasal analizlerde CaO kalsit, MgO dolomit, K₂O illit, Al₂O₃ kil mineralleri, Fe₂O₃ ankerit, SiO₂ kuvars ve yüksek ateş kaybı değerleri karbonatlı minerallere bağlı olarak gelişmektedir.

Kil fraksiyonu ayrılan 6 adet örnekte gerçekleştirilen termal analiz sonuçlarında illit mineral fazına ait pikler tanımlanarak bu sonuçların XRD sonuçları ile uyum sağladığı görülmüştür.

Jeokimyasal analiz sonuçlarından elde edilen veriler çimento hammaddesi olarak kullanılan üründe istenilen sınır değerlerle karşılaştırıldığında MgO değerlerinin % 2.12-3.62 değerleri arasında olduğu ve tüm örneklerde sınır değerler (Max.: % 5) içerisinde kaldığı, buna karşın Al_2O_3 değerlerinin % 5.47-8.99 arasında olduğu ve tüm örneklerde sınır değerin(min.: %4) altında kaldığı gözlenmektedir. Bununla birlikte maksimum % 31 civarında olması istenen SiO_2 değerlerindeki % 25,24-28.58 değerleri arasında olup arzulanan değer ile bir uyumluluk göstermektedir. Çimentoda kullanılacak malzemede miktarı sınırlandırılmış olan diğer bir bileşik olan alkali değerleri tüm örneklerde istenen sınırlar içerisinde (max.: % 2) yer almaktadır. Normal portland çimentosu için kabul edilebilir max. SO_3 içeriği $\leq$ % 3.5 olup tüm örneklerde çıkan sonuçlar % 0,05'in altında ve standartlar içerisinde yer almaktadır.

Jeokimyasal sonuçlardan SiO_2 , Fe_2O_3 ve Al_2O_3 değerlerinin kullanılmasıyla oluşturulan silikat ve alüminyum modülleri hesaplanmıştır. Standartlarda 1,9-3.2 arasında olması istenen ancak Türk çimento işletmelerinde kabul edilen sınır değerler 2.2-2.6 olan silikat modülleri, örneklerde 2.86 ile 4.13 arasında olup standart değer aralıklarıyla biraz uyumluluk göstermektedir. Alüminyum modülü ise standartlarda 1.0-4.0 arasında olup Türk çimento fabrikalarında uygun ve kabul edilebilir değerler 2.2-2.6 arasındadır. Genel standartlar baz alındığında 6 adet örnek 1,99 ile 4,03 arasında alüminyum modülü göstermektedir ve bu değerler eşit yaklaşık olarak verilen standartlara yakınlık göstermektedir. Bu da Türk çimento işletmelerinde kullanılması uygun görülen alüminyum modülü gözönünde bulundurulduğunda ise tüm örneklerdeki alüminyum modülünün standartlara uygun seviyede bulunduğu sonucuna varılmaktadır.

6. KAYNAKLAR

- Anonim, 2002. Genel Çimentolar-Bileşim, Özellikler ve Uygunluk Kriterleri. Türk Standartları Enstitüsü (TS EN 197-1). Ankara.
- Bailey, S. W., 1980, Structures of layer silicates: in: Brindley, G. W. and Brown, G. (eds.): Crystal structures of clay minerals and their X-ray identification, Monograph 5, Mineralogical Society, London, p. 1-123.
- Blumenthal, M., (1963). Le système structural du Taurus Sud-Anatolien: in Livre à la mémoire du Professeur P. Fallot. , 2, 611-622. Mém. hs. sér. Soc. Géol. France Paris.
- Bor, E., 2008, İğdecik yöresi (Isparta) Eosen yaşlı kil yataklarının endüstriyel hammadde olarak kullanılabilirliğinin araştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 60 S.
- Chung, F.H., 1974. Quantitative interpretation of X-ray diffraction patterns, I. Matrix-flushing method of quantitative multicomponent analysis, J. Appl. Cryst, 7, 513-519.
- Çelik-Karakaya, M., 2006. Kil minerallerinin özellikleri ve tanımlama yöntemleri. 640s. Ankara.
- Deniz, V., Ünal, S., Yağmurlu, F., 1999. Isparta Yöresi kil yataklarının seramiğe uygunluğunun araştırılması. 3. endüstriyel hammaddeler sempozyumu, 14-15 Ekim 1999, S. 73-80. İzmir.
- Dilek, Y., Thy, P., Moores, E. M., Ramsden, T. W., 1990. Tectonic evolution of the Troodos Ophiolite within the tethyan framework. Tectonics, 9, 811-823.
- Dilek, Y., Rowland, J., 1993. Evolution of conjugate passive margin pairs in Mesozoic southern Turkey. Tectonics, 12, 954-970.
- DPT, 2007, Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu, 2007. Dokuzuncu Kalkınma Planı (2007-2013), Yayın No: DPT: 2739-ÖİK:690, 15-17, Ankara.
- Duda, W.H., 1988. Cement-Data-Book., Bauverlag. S.519. Wiesbaden und Berlin.
- Elitok, Ö., Özgür, N., Yılmaz, K., 2008, Gölcük volkanizmasının (Isparta) jeolojik evrimi, GB Türkiye: Süleyman Demirel Üniversitesi, Tübitak Araştırma Projesi Final Raporu, 171 S.

- Elitok, O., Ozgür N., Drüppel , K., Dilek, Y., Platevoet, B., Guillov, H., Poisson., Satır, M., Siebel , W., Yılmaz, K., Bardintzeff, J.M. and Deniel, C., 2010, Origin and geodynamic evolution of late Cenozoic alkali potassium rich series within Isparta Area , SW Turkey. *International Geology Review* 52. S. 454-504.
- Kamacı, Z., Özgür, N., Yağmurlu, F., Sarı, C., Şentürk, M., Öksüm, E. ve Çiftçi, C., 2009, Isparta güneyinde bulunan Kışla dom yapısının jeolojik, jeokimyasal ve jeofiziksel yöntemlerle incelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, - TÜBİTAK Araştırma Projesi Final Raporu, 82 S.
- Karaman, M. E., Meriç, E., ve Tansel, İ., 1988. Çünür (Isparta) dolaylarında Kretase-Tersiyer geçişi. *Akd. Üniv. Isparta Müh. Fak. Derg.*, 4, 80-100. Isparta.
- Karaman, M. E., Meriç, E., ve Tansel, İ., 1989. Gönen-Atabey arasındaki bölgenin jeolojisi. *Cum. Üniv. Müh. Fak. Derg.*, Sivas.
- Karaman, M. E., 1990. Isparta güneyinin temel jeolojik özellikleri. *TJK Bülteni*, 57-67, Ankara.
- Karaman, M. E., 1994. Isparta-Burdur arasının jeolojisi ve tektonik özellikleri. *TJK Bülteni*, 119-134. Ankara.
- Karaman, M. E., Meriç, E., ve Tansel, İ., 1988. Çünür (Isparta) dolaylarında Kretase-Tersiyer geçişi. *Akd. Üniv. Isparta Müh. Fak. Derg.*, 4, 80-100. Isparta.
- Ketin, İ., (1966). Tectonic units of Anatolia. *Bulletin of the Mineral Research and Exploration Institute of Turkey*, No: 66, 35. Ankara.
- Kissel, C., Averbuch, O., Lamottle, D., Monod, O., Allerton, 1993. First paleomagnetic evidence for a post-Eocene clockwise rotation of the Western Taurus Belt east of the Isparta reentrand (SW-Turkey). *Earth Planet. Sci. Lett.* 117, 1-14.
- Koçyiğit, A., 1981. Isparta Büklümü'nde (Batı Toroslar) Toros Karbonat Platformunun Evrimi. *Türkiye Jeo. Kur. Bült.* 24, 15-23.
- Koçyiğit, A., 1983. Hoyran Gölü (Isparta Büklümü) dolayının tektoniği. *Türkiye Jeo. Kur. Bült.* 26, 1-10.
- Koçyiğit, A., 1984a. Güneybatı Türkiye ve yakın dolayında levha içi yeni tektonik Gelişim. *Türkiye Jeo. Kur. Bült.* 27, S. 1-15.
- Koçyiğit, A., 1984b. Tectono-stratigraphic characteristics of Hoyran Lake region (Isparta Bend). In: *Geology of the Taurus Belt Proceed. Int. Symp.* (Tekeli, O., ve Göncüoğlu, M. C. eds.), 53-68, Ankara.

- Novich, B. E. and Martin, R. T., 1983, Solvation methods for expandable layers. *Clays clay minerals* 31, 235-238.
- Ozgun, N., Yağmurlu, F., Ertunç, A., Karagüzel, R., Görmüş, M., Elitok, Ö., Yilmaz, K. ve Çoban, H., 2008, Assesment of tectonics and volcanic hazards in the area of Isparta around the Gölcük volcano. Süleyman Demirel Üniversitesi, TÜBİTAK Araştırma Projesi Final Raporu, 46 S.
- Özpınar, Y., Hançer, M. ve Semiz, B., 2006, Belevi (Çal) kil yatakları, Çal Sempozyumu, 1-3 Eylül 2006, Pamukkale Üniversitesi, Denizli. 2006.
- Peterson, E. and Swaffield, R., 1987. Thermal analysis, 99-132, in: a handbook of determinative methods in clay mineralogy, (Wilson, M.J., ed.), Blackie, London.
- Poisson, A., 1977. Recherches géologiques dans les Taurides occidentales (Turquies), Thèse d'état., Univ. de Paris-Sud Orsay, 795s.
- Poisson, A. 1984. The extension of the Ionian trough into southwestern Turkey. In: Dixon, J.E. and Robertson, A.H.F. (eds). The geological evolution of the Eastern Mediterranean. *Geol. Soc. London Spec. Publ.* 17, 241-250.
- Poisson, A., Akay, E., Dumont, J.F. ve Uysal, Ş., 1984, The Isparta Angle: A Mesozoic Paleorift in the Western Taurides. *Geology of the Taurus Belt* (eds., Tekeli, O., and Göncüoğlu, M.C.). International Symposium. 11-26. Ankara.
- Poisson, A., Yağmurlu, F., Bozcu, M. and Şentürk, M., 2003. New insights on the tectonic setting and evolution around the apex of the Isparta Angle (SW Turkey): *Geol. J.* 38: 257-282.
- Sarız, K, 1985, Keçiborlu kükürt yataklarının oluşumu ve yörenin jeolojisi: Anadolu Üniversitesi yayınları: Yayın no:21, Doktora tezi, Eskişehir.
- Şenel, M., 1997. 1:250 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Isparta paftası. MTA yayınları No:4, 47s., Ankara.
- Yağmurlu, F., 1994, Isparta güneyinde yeralan Tersiyer yaşlı türbitidik birimlerin fasiyes özellikleri: *Geosound-Yerbilimleri Dergisi*, 24, 17-28, Adana.
- Yağmurlu, F., Savaşçın, Y. ve Ergün, M., (1997). Relation of alkaline volcanism and active tectonism within the evolution of the Isparta Angle, SW-Turkey. *The Journal of Geology.* 105, 717-728.
- Yağmurlu, F., Savaşçın, Y. ve Bozcu, M., (2000). Neotectonic events within the SW-Turkey and importance of tectonic evolution of Isparta Angle. *International Earth Sciences Congress on Aegean Regions, Abstracts*, 43s. İzmir.

Yalçinkaya, S., Ergin, A., Avşar, Ö. P. ve Taner, K., 1985, Isparta bükümünün yapısal evrimi: Akdeniz Üniversitesi Isparta Mühendislik Fakültesi III. Mühendislik Haftası Bildiri Özleri Kitabı, S. 30-31, Isparta.

Yalçinkaya, S., Ergin, A., Afşar, Ö. P., Taner, K. ve Dalkılıç, H., 1986. Batı Torosların jeolojisi; Isparta projesi raporu. MTA Genel Müdürlüğü raporları (yayınlanmamış), Ankara.

Yalçinkaya, S., 1989. Isparta-Ağlasun (Burdur) dolaylarının jeolojisi. İ. Üniv. Fen Bilimleri Ens., Doktora tezi (yayınlanmamış), 176s., İstanbul.

ÖZGEÇMİŞ



Adı Soyadı : Tuğba Arife Çalışkan

Doğum Yeri ve Yılı : Kırıkkale, 1983

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce, Almanca

Eğitim Durumu

Lise : Bahçelievler Deneme Lisesi, Bahçelievler/Ankara

Lisans :Süleyman Demirel Üniversitesi
Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Isparta