

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MANİSA-KÖPRÜBAŞI-RAĞILLAR KÖYÜ URANYUM
CEVHERLEŞMELERİNİN JEOKİMYASAL
ÖZELLİKLERİ

Yüksek Lisans Tezi

Ezgi GÜRGENÇ

Anabilim Dalı: Jeoloji Mühendisliği

Danışman: Doç. Dr. Leyla KALENDER

MAYIS-2015

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MANİSA-KÖPRÜBAŞI-RAĞILLAR KÖYÜ URANYUM
CEVHERLEŞMELERİNİN JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Yüksek Lisans Tezi

EZGİ GÜRGENÇ

121116107

Anabilim Dalı: Jeoloji Mühendisliği

Danışman: Doç.Dr. Leyla KALENDER

MAYIS-2015

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MANİSA-KÖPRÜBAŞI-RAĞILLAR KÖYÜ URANYUM
CEVHERLEŞMELERİNİN JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Yüksek Lisans Tezi

EZGİ GÜRGENÇ

121116107

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 17 Nisan 2015

Tezin Savunulduğu Tarih: 12 Mayıs 2015

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Leyla Kalender (F.Ü)
Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Ahmet ŞAŞMAZ (F.Ü)
Prof. Dr. Mehmet ÖNAL (İ.Ö)



MAYIS-2015

ÖNSÖZ

‘Manisa-Köprübaşı-Rağılar Köyü Uranyum Cevherleşmelerinin Jeokimyasal Özellikleri’ başlıklı bu çalışma 2012-2015 yılları arasında Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği, Maden Yatakları-Jeokimya Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır. Fırat Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından FÜBAP MF.14.29 no’lu proje ile desteklenmiştir. Araştırmayı maddi açıdan destekleyen Fırat Üniversitesi Rektörlüğü’ne ve Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (FÜBAP)’ ne teşekkür ederim.

Bu çalışmanın her safhasında bana yol gösteren ve yakın ilgisi ile büyük destek sağlayan danışman hocam Sayın Doç. Dr. Leyla KALENDER’e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Mikroskop çalışmalarında yardımcı olan Sayın Doç.Dr Calibe KOÇ TAŞGIN’a teşekkür ederim.

Tezin hazırlanması sürecinde yardımlarını gördüğüm Jeoloji Mühendisliği’nin Bölüm Teknisyeni Fuat İSTEK ve Tuncay ÖZDEMİR’e teşekkür ederim.

Her zaman desteklerini gördüğüm, varlıklarıyla mutlu olduğum değerli ailem ve eşime teşekkürlerimi sunarım.

ELAZIĞ-2015

Ezgi GÜRGENÇ

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	I
İÇİNDEKİLER.....	II
ÖZET	III
SUMMARY.....	IV
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	V
TABLolar LİSTESİ.....	VII
SEMBOLLER LİSTESİ.....	VIII
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı	3
1.2. Önceki Çalışmalar	3
2. BÖLGESEL JEOLojİ.....	7
2.1. Menderes Masifi.....	7
2.2. Köprübaşı Formasyonu.....	12
2.3. Okçular Volkanitleri.....	13
2.4. Adala Formasyonu.....	14
2.5. Tektonizma.....	14
3. MİNERALojİ VE PETROGRAfİ.....	17
4. JEOKİMYA.....	22
5. TARTIŞMA	36
6. SONUÇLAR	40
KAYNAKLAR.....	41
ÖZGEÇMİŞ.....	46

ÖZET

Bu tez çalışmasında, Manisa'nın Köprübaşı ilçesine bağlı Rağıllar Köyündeki uranyum cevherleşmelerinin dağılımı ve etki eden faktörlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma alanı civarında, Köprübaşı- Kasar ve Selendi uranyum cevherleşmeleri ile ilgili önceki yıllarda yapılmış olan çalışmalar daha çok genel jeoloji üzerine yoğunlaşmış olup, Rağıllar bölgesi U cevherleşmeleri ve jeolojisini kapsamamaktadır. Köprübaşı- Rağıllar bölgesinde, Paleozoyik yaşlı Menderes Masifi, yüksek uranyum içeren Orta Miyosen yaşlı Köprübaşı Formasyonu, Orta Miyosen yaşlı Okcular Formasyonu ve Geç Miyosen yaşlı Adala Formasyonuna ait birimler gözlenmektedir. Bu çalışma kapsamında Rağıllar köyü civarında Gamma Spektrometre ile ölçümler sonucu en yüksek uranyum değerleri veren (1179-9078 cps) örnek noktalarından on altı adet tüm kayaç örneği alınmış, mineralojik ve kimyasal özelliklerin belirlenmesi için SEM-EDS, XRF, ICP-MS ve Leco yöntemleriyle analiz edilmiştir. Mineralojik özellikler, uranyum zenginleşmelerinin, kalsit matriksli kireçtaşı, kiltası ve marn örnekleri içerisinde ve kalsit dolgulu kırık ve çatlak sistemleri içerisinde flourapatitçe zengin kayaçlarla ilişkili olduğunu göstermektedir. Jeokimyasal veriler, organik karbon, U dağılım grafikleri ve U ile P_2O_5 arasındaki kuvvetli pozitif korelasyonun varlığını göstermektedir. Aynı zamanda bu veriler, uranyumun fosfor bileşikleri halinde birincil minerallerden (Menderes Masifine ait gnayslardan) çözünerek, kırık, çatlak ve geçirimli kumtaşı birimleri içinden taşınarak, karbonatlı ve killi seviyeler boyunca, negatif Eu anomalilerinin işaret ettiği gibi oksidasyon kuşaklarında çökeldiğini işaret etmektedir. Bu tez çalışmasıyla, Rağıllar bölgesindeki uranyum zenginleşmelerinin (% 0.042) minimum uranyum işletme tenörü (%0.035) üzerinde olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Rağıllar, uranyum cevherleşmesi, Manisa, Türkiye.

SUMMARY

Manisa-Köprübaşı-Rağılar Village geochemical feature of uranium mineralization

Purpose of this study is to determine distribution of uranium mineralization and physical and chemical factors affecting in the Rağıllar village. In Köprübaşı-Rağıllar region are observed Paleozoic aged Menderes Massive, Middle Miocene aged Köprübaşı Formation which includes high uranium content, Middle Miocene aged Okçular Formation and overlying Upper Miocene aged Adala Formation. In this study, sixteen whole rock samples (which were measured the highest natural radioactivity values range from 1.179 to 9.078 cps by Gamma Spectrometre) were collected from the samples setting around Rağıllar village and to determination mineralogical and geochemical features were analyzed by SEM-EDS, XRF, ICP-MS ve Leco method. Mineralogical features show that uranium enrichments associated with calcite matrix limestone, claystone and marl and fluorapatite-rich rocks inside calcite-filled fractures and cracks systems. Geochemical data shows a strong positive correlation presence of between U and P_2O_5 . Also these data indicate that, uranium is deposited in the oxidation zone by dissolving the primary minerals (Gneisses of the Menderes Massif) as phosphorus compounds due to circulations of groundwaters, passing through fracture, crack and permeables and stone units, carbonate and clay levels along, as pointed out the negative Eu anomaly. It was determined that, the average of uranium composition (0.042 % wt) in the Rağıllar area are higher than minimum uranium cutoff grade (0.035% wt).

Key words: Rağıllar, uranium mineralizations, Manisa, Turkey.

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1.	a: Türkiye haritası, b: Çalışma alanının yer bulduru haritası, c: Uydu görüntüsü.....	2
Şekil 2.1.	Bölgesel jeoloji haritası.	7
Şekil 2.2.	Bölgesinin genelleştirilmiş stratigrafik kesiti	9
Şekil 2.3.	Çalışma bölgesindeki ölçülü sedimantolojik kesitler ve fasiyeslerin dağılımı ve uranyum cevherleşmeleri.....	10
Şekil 2.4.	Köprübaşı - Demirci Havzasının Erken (Orleniyen) Miyosen ve sonrası paleocoğrafik gelişimi	11
Şekil 2.5.	Köprübaşı Formasyonu ve yanıl-düşey geçişli Okçular Volkanikleri. Bakış yönü GB.	12
Şekil 2.6.	Köprübaşı Formasyonu üzerine uyumlu gelen Adala Formasyonu. Bakış yönü,GB.	13
Şekil 2.7	Köprübaşı Formasyonu, kumtaşı, marn seviyeleri içerisindeki uranyum ve demir cevheri içeren hematit.....	13
Şekil 2.8.	Adala Formasyonunun killi marnlı seviyelerinin genel görünümü.....	14
Şekil 3.1.	Kireçtaşı örneklerine ait SEM görüntüleri (a,b). c, kireçtaşları içerisindeki Ruterfordine ve kalsit. d, kilaşlarındaki biosparit ve kil mineralleri.	17
Şekil 3.2	Bazı kireçtaşı örneklerine ait EDS spektrumu.	18
Şekil 3.3	a,b Mikrit matriksli kireçtaşının mikroskop görünümü. T.N.....	18
Şekil 3.4.	Okçular Formasyonuna ait yarı kristalli porfirik dokulu volkanik kayalar. T.N.....	19
Şekil 3.5	a: Kalsitler içerisindeki opak uranyum mineralleri. b: Kalsit dolgulu kırıklar içerisindeki opak uranyum mineralleri. T.N.....	19
Şekil 3.6	a,b ve c Ç.N d ve e T.N Mikrit matriksli kireçtaşının mikroskop görünümü	20
Şekil 3.7	a,b Mikrit matriksli kireçtaşının mikroskop görünümü. T.N.....	21
Şekil 3.8	a,b,c a: birincil kalsit, b, c: birincil kalsit ve ikincil kalsit dolgulu kırıklar ve apatit (iğnemsî ve şeffaf görünümlü).....	21
Şekil 4.1.	TOT/S ile U dağılım grafiğı.....	28
Şekil 4.2	TOT/C ile U dağılım grafiğı	28
Şekil 4.3.	Organik karbon uranyum dağılım grafiğı.	29

Şekil 4.4.	U-Th-SO ₄ dağılım grafiği.	29
Şekil 4.5	U ile P ₂ O ₅ dağılım grafiği.	30
Şekil 4.6	U ile SiO ₂ dağılım grafiği.	30
Şekil 4.7.	Al ₂ O ₃ -Fe ₂ O ₃ -U dağılım grafiği.	31
Şekil 5.1.	NTE /Kondrit örümcek dağılım grafiği.	38
Şekil 5.2.	Ce /kondrit/ Yb /kondrit arasındaki ilişki	39

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 4. 1.	Ana oksit, bazı iz elementlerin XRF yöntemiyle ve TOT/C, TOT/S, SO ₄ ile C/ORG Leco ile yapılan analiz sonuçları.	24
Tablo 4.2.	Tüm kayaç örneklerinin ICP-ES/MS yöntemiyle belirlenen analiz sonucu.	26
Tablo 4.3.	Ana oksit ve iz elementlere ait özet istatistiksel değerler. n= 16.	27
Tablo 4.4	Ana oksit, iz element ve tali element Pearson korelasyon katsayıları.....	32

SEMBOLLER LİSTESİ

D.L.A	: Dedeksiyon Limitinin Altındaki değerleri
GPS	: Küresel konumlama sistemi
ICP-MS	: Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometer
MTA	: Maden Tetkik Arama enstitüsü
NTE	: Nadir toprak elementleri
SEM	: Scanning Electron Microscopy
EDS	: Energy Dispersive X-Ray Analysis
T.N	: Tek nikol
Ç.N	: Çift nikol
D.L	: Dedeksiyon Limitleri

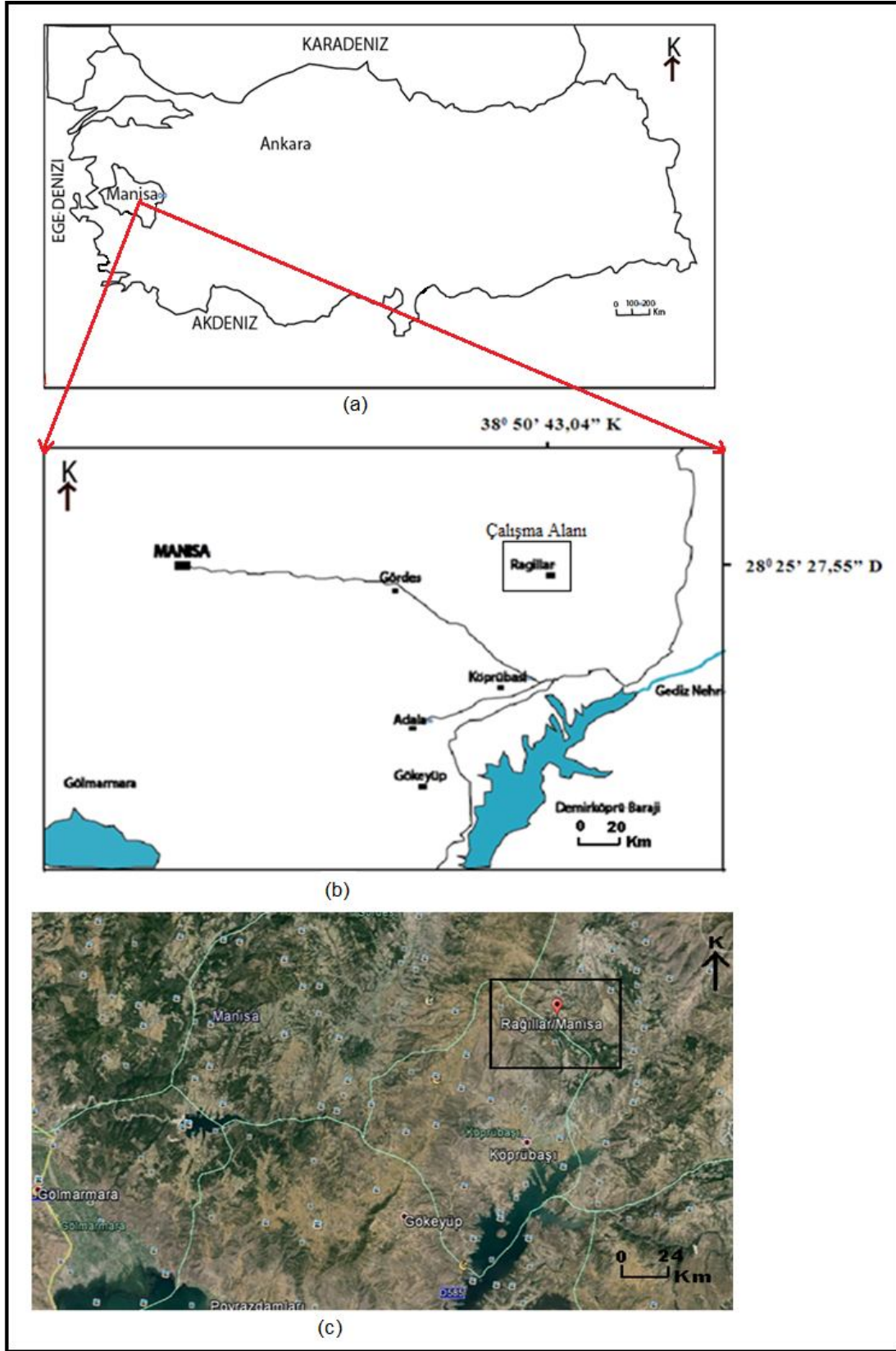
1. GİRİŞ

İnceleme alanı Manisa-Köprübaşı-Rağıllar Köyü bölgesini kapsamaktadır (Şekil 1.1 a,b,c). ‘Manisa-Köprübaşı-Rağıllar Köyü Uranyum Cevherleşmelerinin Jeokimyasal Özellikleri’ başlıklı bu çalışma 2012-2015 yılları arasında yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Giderek artan enerji ihtiyacını karşılamak üzere 20. Yüzyılın ikinci yarısında alternatif enerji kaynaklarının araştırılması yoğunlaşmış ve yeni enerji kaynakları arasında teknolojisi en çok gelişen nükleer enerji olmuştur. Nükleer enerji günümüzün en önemli konuları içindedir. Nükleer enerjinin ana hammaddesi uranyumdur. Doğada az bulunan ve radyoaktif duraysız elementlerden birisi olan uranyumun yer kabuğundaki miktarı yaklaşık 2,6 ppm civarındadır. Uranyum elementinin yer kabuğundaki genel dağılımının çok az olmasına karşın, belli ortamlardaki uranyum konsantrasyonlarının artışı, ekonomik uranyu yataklarının oluşumuna neden olmuştur. Bu yataklar arasında sedimenter uranyum yatakların önemi oldukça büyüktür (Kaçmaz, 2007).

Bu nedenle, Türkiye’de öncelikle Neojen yaşlı çökellerde sedimenter tip uranyum yataklarının aranmasına başlanmıştır, bu çalışmalar sonucunda düşük tenörlü, küçük uranyum yatakları bulunmuştur. Daha sonra en uygun jeolojik hedefin metamorfik masifler ve granitler çevresindeki Eosen yaşlı çökeller olduğu anlaşılmıştır, tenörü öncekilerden yüksek, ama dünyada işletilenlerden çok daha küçük yeni sahalar belirlenmiştir. Türkiye’nin bilinen uranyum sahalarında toplam rezerv 9129 ton U_3O_8 e karşılık gelmektedir. Bu yatakların bir bölümü %0,04-0,08 U_3O_8 tenörlü ve çoğunlukla Batı Anadolu’da toplanmış yataklardır. Bunların arasında % 0,05 U_3O_8 ortalama tenörlü Manisa-Köprübaşı önemli bir yer tutmaktadır (Kaçmaz, 2007).

Bu yüksek lisans tezi kapsamında, Rağıllar uranyum cevherleşmelerinin; jeolojisi, cevher ve yan kayaç mineralojisi ve ana ve iz element jeokimya çalışmaları ile kökeni ve ekonomik yönden bazı özellikleri incelenmiştir.



Şekil 1.1. a: Türkiye haritası, b: Çalışma alanının yer bulduru haritası, c: Uydu görüntüsü.

1.1. Çalışmanın Amacı

Rağılar Köyünde bugüne kadar uranyum cevherleşmelerinin jeokimyasal özellikleri ve ekonomik önemi belirlenmemiştir. Bu tez kapsamında varlığı belirlenmiş ancak detaylı çalışma yapılmamış olan Rağılar uranyum cevherleşmelerinin; jeolojik özellikleri, cevher ve yan kayaç mineralojisinin belirlenmesi, ana ve iz element jeokimya çalışmaları yardımıyla kökeninin belirlenmesi hedeflenmektedir. Bu tez çalışmasıyla jeolojik, mineralojik ve jeokimyasal özellikleri ortaya çıkarılan Rağılar Köyü uranyum cevherleşmesinin bundan sonraki detay etüt çalışmalarına model oluşturulması amaçlanmaktadır.

1.2. Önceki Çalışmalar

Bu tez çalışması çevresinde önceki yıllarda yapılmış olan genel jeolojik, petrografik ve jeokimyasal amaçlı çalışmalar aşağıda özetlenmiştir. Bu çalışmalar, Kasar ve Selendi U cevherleşmeleri ve jeolojisi üzerine yoğunlaşmış olup Rağılar bölgesi U cevherleşmeleri ve jeolojisini kapsamamaktadır.

Schuiling (1961), Kasar-Köprübaşı anomalisine dair raporda Kasar anomali sahası incelenmiş, sahada harita, yarma ve numune alımı çalışmaları yapılmış %0,016 U_3O_8 tenörü tespit edilmiş ve sahada detay etüt ile sondaj çalışmalarının yapılması önerilmiştir. Yine aynı araştırmacı Türkiye'nin Güneybatısındaki Menderes migmatit kompleksinin petrolojisini, yaşını ve yapısını incelemiş, Menderes Masifini, çekirdek ve örtü olmak üzere 2 ana birime ayırmıştır.

Akkuş (1962), Kütahya-Gediz arasındaki sahanın jeolojisi çalışmasında Kütahya-Gediz arasındaki sahanın jeolojisi çalışılmıştır.

Utku (1973), Köprübaşı Bölgesine Ait Uranyum Cevherlerinin Licing Denemeleri adlı çalışmada Köprübaşı uranyum cevherleri üzerinde licing denemeleri yapılmıştır.

Tümer (1972), Manisa Salihli Köprübaşı uranyum aramaları kapsamında uranyum sahasında jeofizik-resistivite çalışmaları yapılmıştır.

Uçakçı (1976), Köprübaşı Bölgesi Uranyum Yatakları adlı çalışmada Köprübaşı uranyum sahasındaki sondajlar sonucunda havzanın uranyum rezervleri görünür hale getirilmiştir.

MTA (1976), tarafından Köprübaşı bölgesinde yapılan çalışmalarda uranyum cevherleşmelerinin kaynağı olarak metamorfik kayalardan yeraltı suları aracılığıyla yıkanarak gelen uranyum gösterilmiştir. Uranyum taşıyan oksitleyici yeraltı sularının

sedimentler içerisinde hareket ederek, pirit ve organik madde içeren indirgen ortamlarda uraninit ve kofinit gibi birincil (VI) uranyum minerallerinin oluşumunu sağladığı, ancak devam eden erozyon koşullarında bu yatakların yüzeye yaklaşılarak oksitlenmesi sonucunda torbernit ve otünit gibi ikincil uranyum oluşumlarına sebep olduğu görüşünü öne sürülmüştür.

Ercan ve diğ., (1977), Uşak yöresinin jeolojisi ve volkanitlerin petrolojisi adlı çalışmasında Uşak yöresindeki Neojen havzalarının jeolojisini çalışmışlardır.

Şenol ve Karabıyıkoglu (1977), Kula ve Köprübaşı yöresinde uranyum içeren Neojen dolgularının sedimantolojisi çalışmasında Kula ve Köprübaşı yöresindeki uranyum içeren Neojen alanları çalışılmıştır.

Ercan ve diğ., (1978), Uşak yöresindeki Neojen havzalarının jeolojisine dair raporda Uşak civarındaki Neojen havzalarının jeolojisi çalışılmıştır.

Akdeniz ve Konak (1979), Simav-Emet-Tavşanlı-Dursunbey-Demirci yörelerinin jeolojisine dair raporda Demirci-Simav arasındaki alanın Miyosen ve sonrası birimlerin stratigrafisini ve Simav-Emet-Tavşanlı-Dursunbey-Demirci yörelerinin jeolojisini çalışmışlardır.

Ercan ve diğ., (1980), Kula-Selendi yörelerinin jeolojisi ve volkanitlerin jeolojisine dair çalışmasında Kula ve Selendi yörelerinin jeolojisi çalışılmıştır.

Yılmaz (1982), Köprübaşı (Manisa) uranyum yatağı ile ilgili yaptığı çalışmada Neojen sedimanter kayaçları içerisinde gözlenen uranyum yataklarının oksitsiz ve oksitli olmak üzere iki farklı tipte oluştuğunu belirterek, bu yatakların oluştuğu jeolojik birimlerin özelliklerini, uranyum yataklarının mineralojisi, jeokimyası ve kökeni ile ilgili çalışmalar yapmıştır. Ayrıca bölgedeki uranyum yataklarının kaynak kayacının metamorfik kayaçlar ve tüfler olduğunu ve yöredeki yatakların ortalama cevher tenörünün % 0.03-0.06 U_3O_8 arasında değiştiğini belirtmiştir.

Konak ve diğ., (1994), Türkiye Jeoloji Kurultayı'ndaki çalışmasında Menderes Masifinin yaygın nap yapılarına sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Işık ve Tekeli (2001), çekirdek ve örtü kayaçları arasında tektonik dokanak üzerine detaylı çalışmalar yapmıştır.

Kaçmaz (2007), Kasar, Ecinlitaş, Çetinbaş, Topallı, Uğurlu ve Kayran sektörlerindeki uranyum oluşumlarını incelemiştir. Bu oluşumların kumtaşı ve konglomeralar içerisinde oluştuğunu belirterek, yataklarda başlıca torbernit, meta-torbernit ve meta-otünit gibi uranyum mineralleri ile birlikte jarosit ve klorit gibi alterasyon

minerallerini saptamıştır.

Şen (2009), Köprübaşı (Manisa) uranyum yatağı çevresinde toprak, su ve bitki örneklerinde uranyum düzeyleri ve olası çevresel etkilerinin belirlenmesi, adlı çalışmada Köprübaşı uranyum yatağı ve çevresinde toprak, bitki ve sulardaki uranyum kirlilik potansiyeli incelenmiştir. Bu sayede uranyumun topraktaki ve bitkideki oranları kıyaslanarak, bitkilerin farklı elementleri alım kapasite ve toleransları ortaya konmuştur.

Banning ve diğ., (2012), Volcano –sedimenter kayaçlardaki uranyum ve arsenik dinamiği çalışmada volkano-sedimenter kayaçlardaki uranyum ve arsenik arasındaki ilişkiyi incelemiş ve bu tip kayaçlardaki bu iki iz element arasındaki korelasyonun son derece pozitif ilişkili olduğundan bahsetmiştir.

Al-Eshaikh ve diğ., (2013), Farklı ölçüm teknikleri kullanarak fosfat cevherindeki uranyum belirlenmesi çalışmada uranyum ile fosfat arasındaki ilişkiyi farklı analiz yöntemleri kullanarak belirlemeye çalışmış ve bu yöntemlerle uranyumun fosfatlı ortamlarda konsantrasyonun yüksek olduğunu söylemiştir.

Romaniello ve diğ., (2013), Karbonatlardaki U izotop oranları ve U konsantrasyonları çalışmada karbonatlardaki uranyum izotoplarının oranlarını ve konsantrasyonları incelemiş ve aynı zamanda uranyumun karbonatlı kayaçlarda çöktüğünden bahsetmiştir.

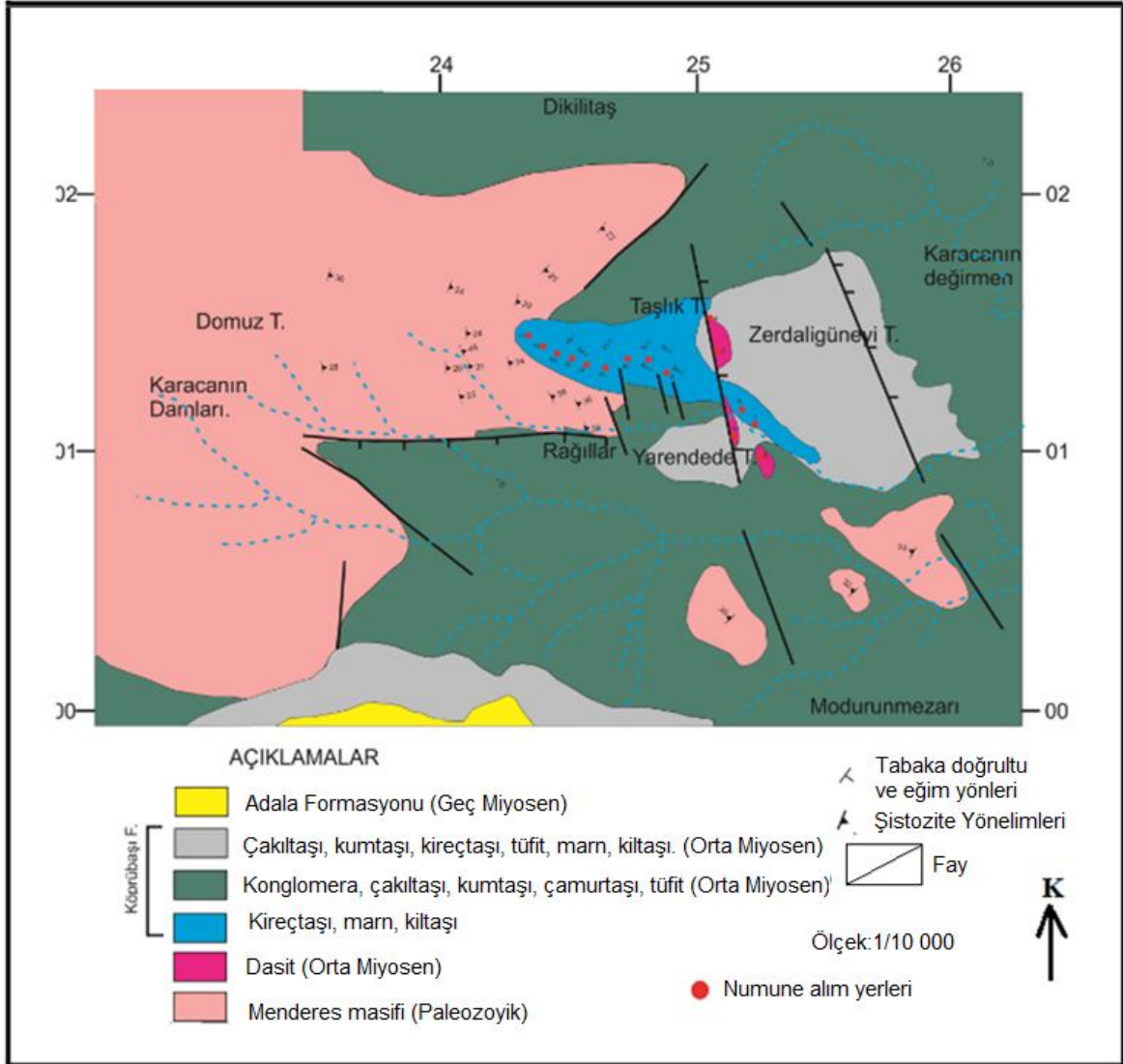
Szecsody ve diğ., (2013), Yüzey altındaki sedimentlerde bulunan uranyumun taşınmasında asidik ve alkali çözeltilerin etkisi adlı çalışmada asidik ve alkali çözeltilerin beraberce uranyumun taşınmasında etkili olduğunu söylemiş ve bununla beraber bu çözeltilerin uranyumun çökelme / ayrışma, soğurma reaksiyonlarında etkisi olduğunu fakat zamana ve derinliğe bağlı olarak etkisinin değişebileceğinden bahsetmiştir.

Wang ve diğ., (2014), Fosfat yatakları yakınında bulunan dere sedimentlerindeki uranyum dağılımı ve sudaki uranyum bozuşmasıyla ilişkisi adlı çalışmada korelasyon analizleri sonucunda fosfatın yüksek miktarda uranyum içerdiğinden ve uranyumun As,Se elementleri ile arasında güçlü bir pozitif korelasyon olduğunu ayrıca sedimentlerdeki U, As, Se nin kaynağının fosfattan kaynaklandığını son olarak sulardaki baskın uranyum türlerinin $\text{UO}_2(\text{HPO}_4)_2^{2-}$, $\text{Ca}_2\text{UO}_2(\text{CO}_3)_3$ ve $\text{UO}_2(\text{CO}_3)_3^{4-}$ içerdiğini ve bu türlerin dağılımının Ph ve sudaki toplam uranyum konsantrasyonu ile ilişkili olduğunu, Ph 7.6 dan daha düşük olduğu zaman fosfat yatakları yakınındaki deredeki temel uranyum türleşmesinin $\text{UO}_2(\text{HPO}_4)_2^{2-}$ olduğundan bahsetmiştir.

Philipps ve Watson., (2015), Dolomitik kayaçlar ve killi saprolitlerdeki uranyum dağılımı çalışmasında uranyumun bu tür kayaçlarda yüksek oranda bulunduğunu söylemişir.

2. BÖLGESEL JEOLojİ

Çalışma alanı içerisindeki jeolojik birimler ve litolojik özellikleri Şekil 2.1’de verilmiştir.



Şekil 2.1. Bölgesel jeoloji haritası (Aksoy ve diğ., (2011)’ den düzenlenilerek alınmıştır).

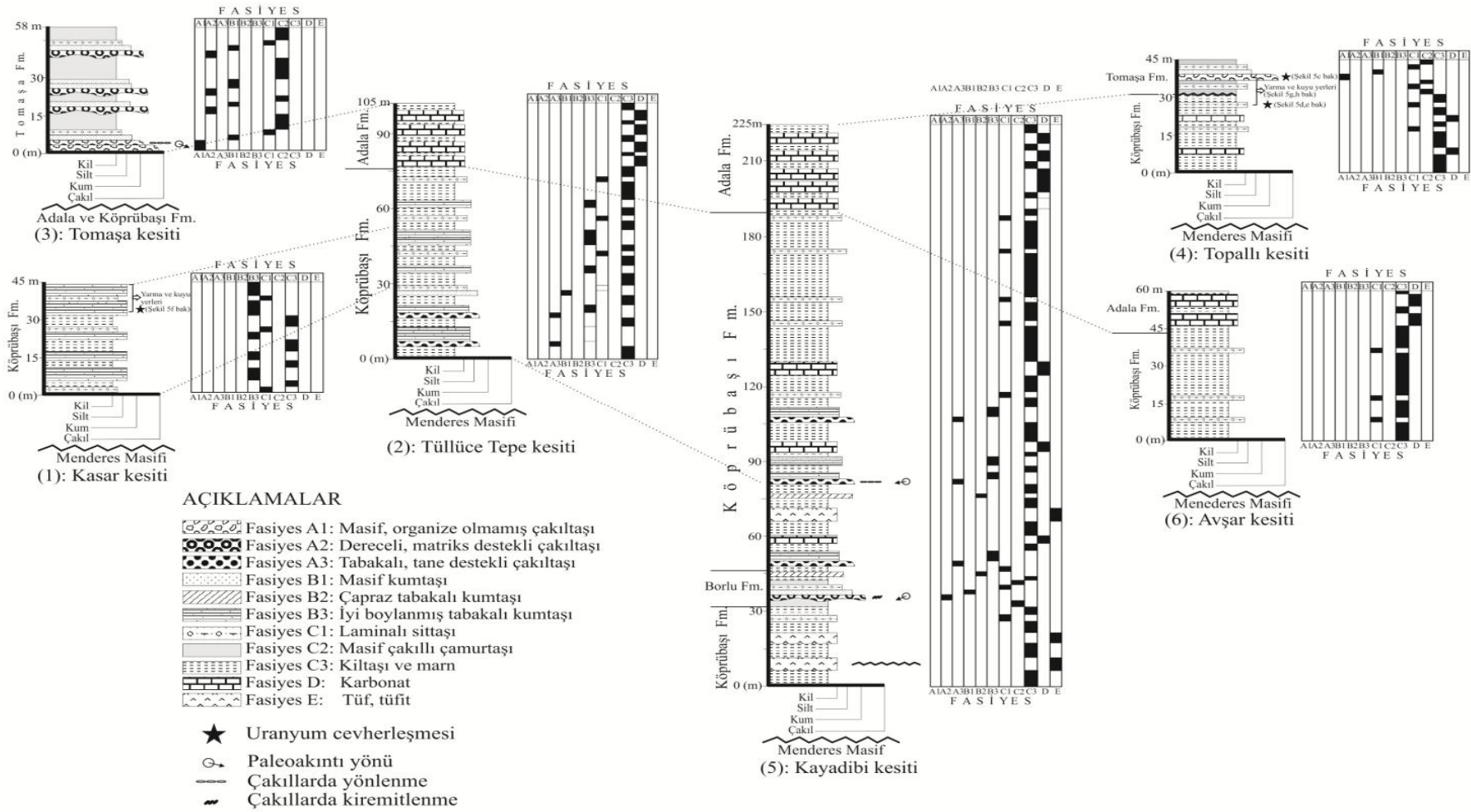
2.1.Menderes Masifi

Menderes Masifi kayaları hakkında ilk jeolojik tanımlama Hamilton (1840) tarafından yapılmıştır. Menderes Masifi Batı Anadolu’da 150 km genişliğinde 250 km uzunluğunda olup Türkiye’deki en büyük masiftir (URL-1, Yıldırım,2011). Kuzeyde İzmir-Ankara ofiyolit kuşağı, güneyde Batı Toroslar arasında olan ve bütün Ege’yi

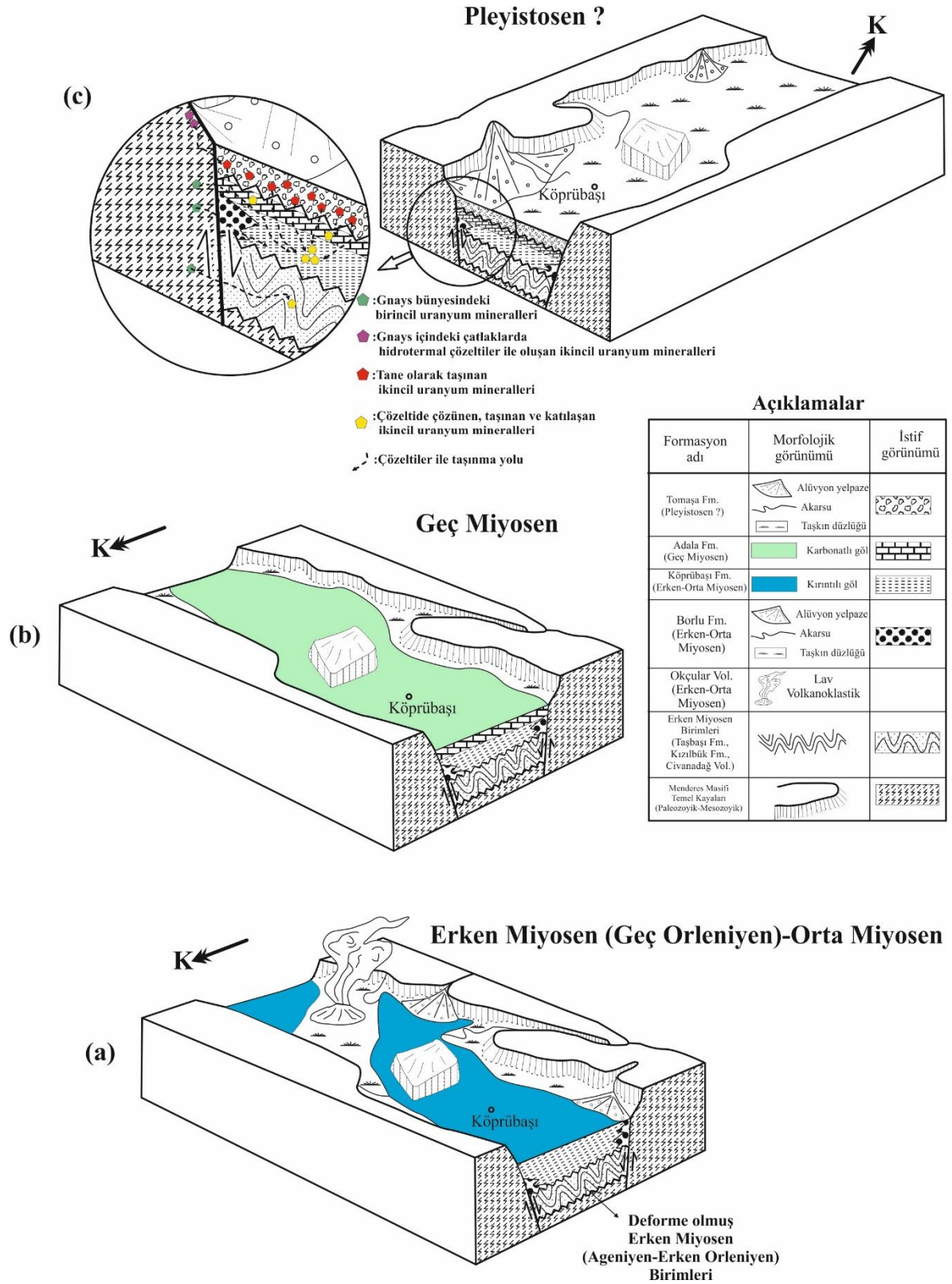
kaplayan masif Büyük Menderes, Küçük Menderes ve Gediz grabenleriyle yarılmış durumdadır (URL-1). Bu masif hemen hemen her çeşit metamorfizmaya uğramış kayaç topluluklarını içermektedir. Çalışma alanının temelini oluşturan birim Menderes Masifine ait olup, çalışma alanının kuzeyinde ve batısında yaygın olarak görülmektedir. Bu metamorfik temel, üzerini örten seriler içindeki derin vadilerde küçük mostralara vermektedir. Bu serinin gnays adaları şeklinde bir mostrası mevcuttur. Prekambriyen yaşlı bu seri, Erken Triyas yaşlı lökokratik metagranitler tarafından kesilmektedir. Bantlı gnayslar orta-iri ve çok iri taneli olup, baskın olarak plajiyoklas, kuvars, muskovit, K-feldispat ve az oranda granat içerir. Gnayslar ise ince-orta taneli olup, plajiyoklas, kuvars, muskovit, biyotit, K-feldispat ve granat içerir (Kaçmaz, 2007).

Sistem	Seri	Akdeniz Katları	Avrupa Karasal Katları	MN Zonları	Yaş (My)	Grup Formasyon	Simge	Litoloji	Fosil ve radyometrik yaş bulguları		
N e o j e n	Holosen				0.0115	Alüvyon		Gevşek çakıl, kum	250.000 yıl önceye ait ilk insan ayak izleri vardır (Ozansoy, 1969).		
	Pleyistosen					Kula Volkaniti		Bazaltik lav ve tüf içerir.			
	Pliyosen	Geç	Villaniyen	MN 17	1.81	Tomaşa Fm.		Çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı içerir.			
		Orta		MN 16							
		Erken	Rusiniyen	MN 15							
	Miyosen	Geç	Mesiniyen	Turoliyen	MN 14	5.33					
			Tortoniyen	Vallesiyen	MN 13						
					MN 12						
		Orta	Serravaliyen	Astarasiyen	MN 11	7.25					
					MN 10						
					MN 9						
		Erken	Langiyen		MN 7/8	11.61	Adala Fm.			Adala Formasyonu; kireçtaşı, marn, kilitaşı ve diatomlar içerir.	Polen yaşlar alınmıştır (İnci, 1984; Yılmaz vd. 2000) Volkaniklerden 14-18 My izotopik yaş alınmıştır (Ercan vd., 1985; Yılmaz, 1989; 1990, 1997; Yılmaz vd. 2000) <i>Pityosporites microalatus</i> , <i>Tricolporapollenites cingulum</i> , <i>Tricolporapollenites megaexactus</i> , <i>Tripopollenites robustus</i> , <i>Potiporapollenites undulosus</i> Wolff (Akdeniz ve Konak, 1979).
					MN 6		Köprübaşı Fm.			Köprübaşı Formasyonu; çakıltaşı, kumtaşı, tüfit, kilitaşı, marn, kireçtaşı içerir. Uranyum cevherleşmesi vardır.	
					MN 5		Okçular Vol.			Okçular Volkanik; andezitik lav, tüf, aglomera içerir. Uranyum cevherleşmesi vardır.	
		Burdigaliyen	Orleniyen	MN 4	15.97	Borlu Fm.		Borlu Formasyonu; çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı		Temel Kayalar	
			MN 3	Civanadağ Fm.			Tüfler; andezit, riyolit, riyodasit ve dasit karakterindedir. Lavlar; riyolit, andezittir.				
	Akitaniyen	Ageniyen	MN 2	Kızılıbük Fm.			Kumtaşı, marn, kilitaşı, killi kireçtaşı içerir. Yer yer mercekli kömür ve tüf seviyeleri vardır. 1,5-2 m kalınlığında linyit damarı vardır.				
			MN 1	23.03	Taşbaşı Fm.		Çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı içerir.				
Paleojen						Granitoid		Temel Kayalar			
Geç Kretase						Ofiyolitli Melanj					
Mesozoyik Paleozoyik						Menderes Masifi					

Şekil 2.2. Bölgesinin genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Akdeniz ve Konak, 1979; Ercan ve diğ., 1978, 1983; Yılmaz ve diğ., 2000).



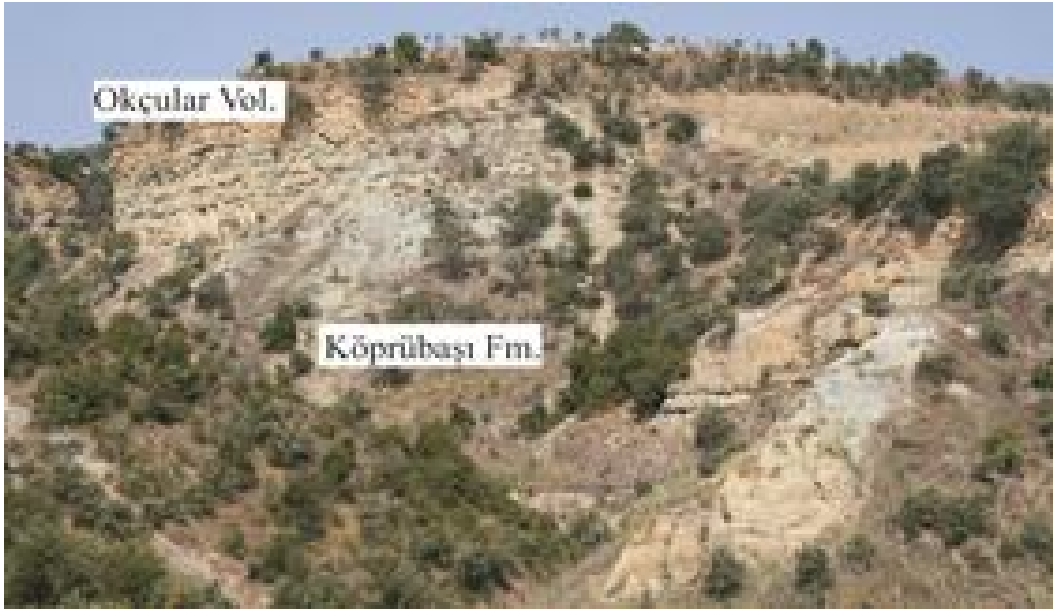
Şekil 2.3. Çalışma bölgesindeki ölçülü sedimantolojik kesitler ve fasiyeslerin dağılımı ve uranyum cevherleşmeleri (Aksoy ve diğ., 2011).



Şekil 2.4.Köprübaşı - Demirci Havzasının Erken (Orleniyen) Miyosen ve sonrası paleocoğrafik gelişimi (Aksoy ve diğ., 201

2.2. Köprübaşı Formasyonu

Bu formasyonu ilk defa Yılmaz ve diğ., (2000) tanımlamıştır. Çalışma alanı içerisinde büyük bir yer kaplayan Köprübaşı Formasyonu Dikilitaş, Karacanın Değirmeni, Zerdali Güneyi Tepe, Yarendede Tepe ve Modurun mezarı civarında yüzeylemektedir (Şekil 2.1). Bu formasyon üsteki Adala Formasyonu ile uyumludur. Köprübaşı Formasyonu çalışma alanı içerisinde üç farklı litolojik istif sunmaktadır. Birinci istif, çakıltaş, kumtaş, tüfit, kiltaş, marn ve kireçtaşlarından oluşur. Bu istif beyaz, açık sarı renkli olup tabakalar yatay ve yataya yakın, en çok 15°'lik eğim sunarlar. Yer yer çapraz tabakalanma, laminalanma, oygu-doygu yapıları, kuruma çatlakları, sürüklenme izleri görülür. Killi düzeylerde bitki kök ve parçaları bulunmaktadır. İkinci istif ise konglomera, kumtaş, çakıltaş, çamurtaş ve tüfitten oluşmaktadır. Üçüncü istif ise kireçtaş, marn ve kiltaşlarından oluşmaktadır. Uranyum cevherleşmesi görülür. Yaşı Orta Miyosen'dir.



Şekil 2.5. Köprübaşı Formasyonu ve yanal-düşey geçişli Okçular Volkanikleri. Bakış yönü GB.



Şekil 2.6. Köprübaşı Formasyonu üzerine uyumlu gelen Adala Formasyonu. Bakış yönü, GB.



Şekil 2.7 Köprübaşı Formasyonu, kumtaşı, marn seviyeleri içerisindeki uranyum ve demir cevheri içeren hematit.

2.3.Okçular Volkanitleri

Okçular Volkanitini ilk defa Yılmaz ve diğ., (2000) tanımlamıştır. İnceleme alanındaki dasitleri Okçular Formasyonu temsil etmektedir. Bu volkanitler Demirci Havzasının orta kesimlerinde yaygın olarak bulunmaktadır. Okçular Volkanikleri Borlu ve Köprübaşı Formasyonları ile yanal-düşey geçişlidir.

Litolojik olarak andezitik lav, tuf ve aglomeralardan oluşur. Tüflerde yer yer birincil uranyum cevherleşmesi görülmektedir.

Okçular Volkanitleri ve diğer Ege grabenlerindeki benzer volkaniklerden 14-18 My (Erken-Orta Miyosen) yaş alınmıştır (Yılmaz ve diğ., 2000). Bu nedenle Okçular Volkaniklerin yaşı Erken-Orta Miyosen kabul edilmiştir.

2.4.Adala Formasyonu

Adala Formasyonunu ilk defa Yılmaz ve diğ., (2000) tanımlamıştır. Bu formasyonun alt sınırında uyumlu olarak Köprübaşı Formasyonu (Şekil 2.6) görülmektedir.

Tabakalanmanın yatay veya yataya yakın olduğu Adala Formasyonu genellikle kireçtaşı ve yer yer killi-marnlı seviyelerden oluşur (Şekil 2.8). Kireçtaşlarının içerisinde eş yaşlı volkanizma ile SiO_2 eriyikler ile taşınan silisler yer alır. Bu silisler diyatome gelişimine neden olmuştur. Bu Formasyondan İnci (1984) ve Yılmaz ve diğ., (2000) polen yaşları almış ve formasyona Geç Miyosen yaşı vermişlerdir.



Şekil 2.8. Adala Formasyonunun killi marnlı seviyelerinin genel görünümü.

2.5.Tektonizma

Batı Anadolu'da kabuk genişlemesinin yaşı, sonuçları ve kökeni hakkında 4 farklı model ile birlikte beşinci modelde tartışılmaya başlanmıştır. Bu modeller; yay gerisi genişleme modeli, tektonik kaçma modeli, orojenik çökme modeli, episodik 2 evreli graben modeli ve son olarak ortaya atılan konverjen yayılma hızı farklılığına bağlı olarak gelişen genişleme modelidir.

Yay gerisi genişleme modeli; Afrika Kıtasının Anadolu levhası altına daldığı Ege-Kıbrıs dalma-batma zonunun yay gerisinde Ege ve Batı Anadolu da kıtasal kabuk genişlemesi meydana getirmiştir. Bu genişlemenin başlangıç yaşı için 5 ile 60 milyon yıl arasında değişen zamanlar verilmiştir (McKenzie, 1978; Le Pichon ve Angelier, 1979; 1981; Jackson ve McKenzie, 1988; Kissel ve Laj, 1988; Meulenkamp ve diğ., 1988; Meulenkamp ve diğ., 1994; Thomson ve diğ., 1998; Gürer ve diğ., 2002; Avigad ve diğ., 1997; Jolivet ve diğ., 1998).

Tektonik kaçma modeli; Arap Levhası ile Avrasya Kıtasının levhasının çarpışması sonucunda Anadolu kamasının Geç Serravaliyen (Orta Miyosen)'de KAF ve DAF doğrultu atımlı fayları ile batıya doğru tektonik kaçıışı ile Batı Anadolu'da genişleme rejimi başlamıştır (Şengör ve diğ., 1985; Dewey ve Şengör, 1979; Şengör, 1979; 1982; Görür ve diğ., 1995). Bu modelde KAF'nın yaşı anahtar bir rol oynamakta olup genelde Geç Miyosen ile Pliyosen arasında değişen yaşlar verilmiştir. [Ketin (1948; 1966) (Geç Miyosen); Erinç (1973) (Geç Miyosen-Erken Pliyosen); Tatar (1978) (Geç Miyosen sonrası); Barka (1981; 1985; 1992) (Tortoniyen sonrası); Şengör ve diğ., 1985 (Geç Serravaliyen); Barka ve Kadinsky-Cade (1988) (Pliyosen); Gautier ve diğ., (1999) (Geç Miyosen-Pliyosen); Bozkurt (2002) (Pliyosen); Barka ve diğ., (2000) (Geç Miyosen-Pliyosen)]. Bu yaşlardan farklı olarak Herece ve Akay (2003) çalışmasında ilk hareket yaşı olarak Geç Eosen verilmiştir.

Orojenik çökme modeli; Kuzeydeki Sakarya Kıtası ile güneydeki Anatolit-Torid platformu arasında yeralan Neotetis okyanusunun kapanması ve her iki kıtanın Geç Paleojen'de çarpışması ile oluşan İzmir-Ankara suture boyunca kalınlaşan kabuğun incilmesi ve orojenik çökmesi ile Batı Anadolu'da Geç Oligosen-Erken Miyosen döneminde genişleme rejimi başlamıştır (Işık ve Tekeli, 2001). Episodik 2 evreli graben modeli; Yukarıdaki modellerin hiçbirinin kabuk genişlemesinin kökeni ve yaşını tatmin edici olarak açıklayamadığını iddia ederek genişleme rejiminin 2 farklı yapısal tarzda geliştiğini belirtir (Koçyiğit ve diğ. 1999). Bu modele göre birincil graben modeli Erken-Orta Miyosen zaman aralığında çekirdek kompleksi oluşumuna bağlı olarak genişleme rejimi gelişmiş olup Geç Serravaliyen-Erken Tortoniyen zaman aralığında K-G yönlü sıkışma ile birincil genişleme rejiminin sona erdiği iddia edilir. Daha sonra Pliyo-Kuvaterner zaman aralığında ikincil graben evresinin hakim olduğu belirtilir. Bu modele kanıt olarak birincil graben evresinin oluşturan istiflerin kıvrımlanırken ikincil graben evresine ait istiflerin deforme olmadığı belirtilmektedir. Buna karşı farklı görüşlerde

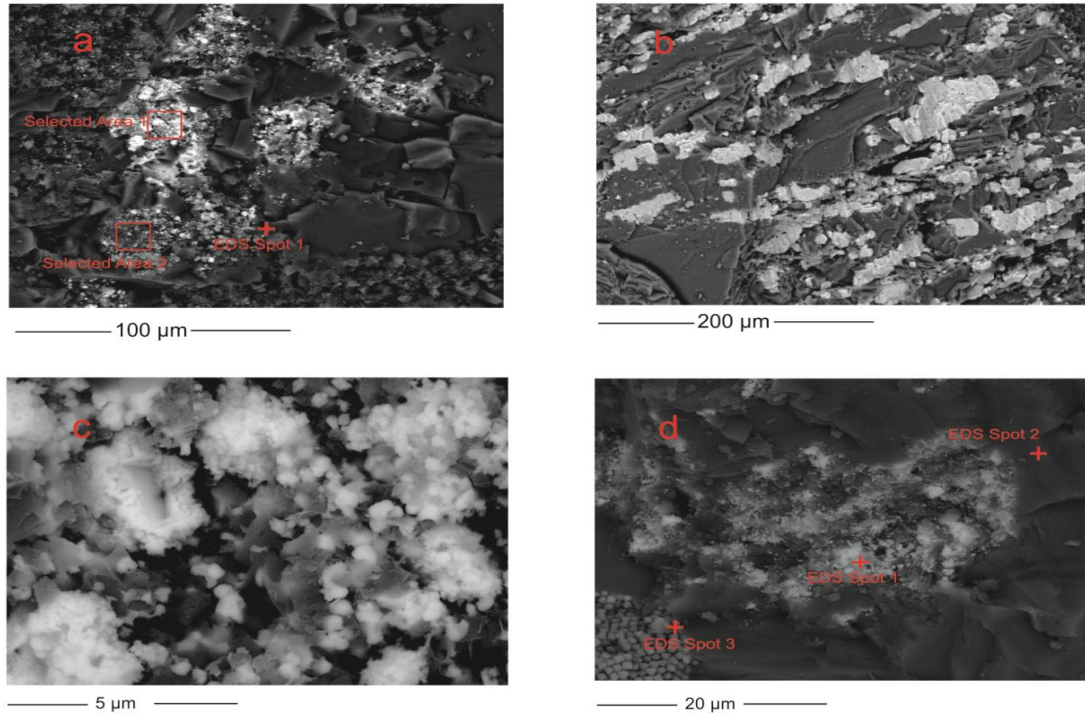
vardır. Özellikle Seyitoğlu ve diğ., (2000) bu kıvrımların genişleme kökenli (rollover) olduğunu savunurken, Sözbilir (2001, 2002) ise fay-rampa geometrisi ile ilgili olduğunu belirtir. Ayrıca farklı havzalarda yapılan çalışmalarda 2 evreli graben modelinin geçerli olduğu iddia edilmiştir (Bozkurt, 2000; 2001; 2003; Yılmaz ve diğ., 2000; Cihan ve diğ., 2003; Koçyiğit, 2005; Sözbilir, 2005; Rojay ve diğ., 2005). Episodik 2 evreli model için Bozkurt ve Mittewede (2005) çalışmasında, birincil evre graben gelişimine hem orojenik çökmenin hem de yay gerisi genişlemenin etkilediği belirtirken ikincil evre graben oluşumuna ise yay gerisi genişleme ile tektonik kaçma süreçlerinin beraberce etkilediğini ileri sürmüştür.

Yeni tartışılmaya başlayan bir modelde de Afrika bloğu ile Anadolu plakası arasındaki dalma-batma olayındaki yaklaşmanın (konverjan) farklı oranlarına bağlı olarak Batı Anadolu ve Ege'de genişleme rejimini oluşturduğu iddia edilmekte olup yaklaşma hızı Anadolu'ya oranla Ege'de daha hızlı oluşması ile genişleme rejimi olduğu iddia edilmektedir (Doglioni ve diğ., 2002; Bozkurt ve Mittewede, 2005). Ayrıca England (2003) görüşüne göre Ege Denizi ve Batı Anadolu'da genişlemenin sebebi; rijid plakalardan çok gravitasyonlu potansiyel enerjinin tersliği ile temsil edilen devamlı bir mekanizma ile açıklanır.

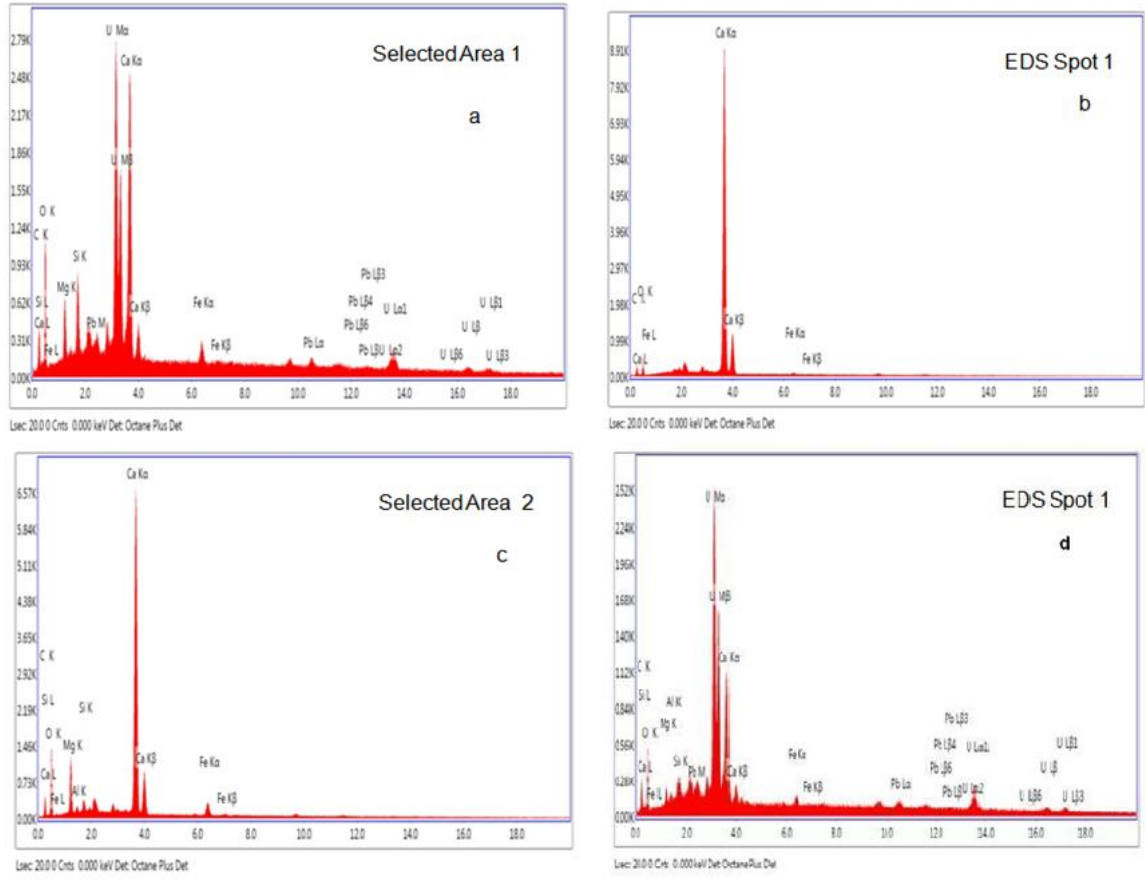
3. MİNERALOJİ VE PETROGRAFİ

Rağılar bölgesinde uranyum cevherleşmeleri ile ilişkili tüm kayaç örneklerinin mineralojik ve kimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla, ince-parlak kesitler, SEM görüntüleri ve EDX analizleri yapılmıştır. İnce kesitlerde en çok rastlanan mineraller spary kalsitlerdir ve bu mineraller, kireçtaşları içinde poligonal, özşekilsiz olarak bulunmaktadır. Spari kalsitler içerisindeki uranyum cevherleşmeleri (opak mineraller) kalsitin neomorfizması sonucu diyajenez süreci sonrasında süreksizlikler boyunca oluşan çimento ya da matriks dolgusu şeklinde yer almaktadır. Dolayısıyla en yüksek U konsantrasyonlarına, uraninite ve pirit kristallerinin birlikte gözleendiği çatlak dolgularında bulunan kalsit matrisi içerisinde gözlenmiştir. Ruterfordin (UO_2CO_3), karbonat çatlak dolgu sistemlerdeki uranyumca zengin fazdan oluşan ikincil uranyum cevher mineralidir. Bu nedenle süreksizlik zonlarının, ana kayaçtan sökülerek taşınan uranyumun kristalizasyonu için oldukça önemli rol oynadığı düşünülmektedir.

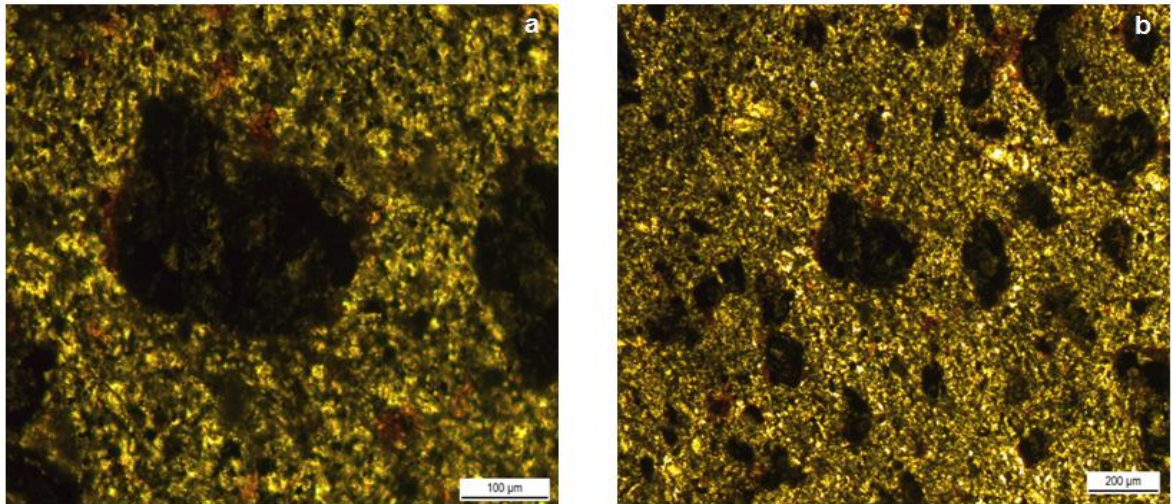
Spari kalsitler içerisinde gözlenen uranyum minerallerinin yanı sıra alınan örneklerde kireçtaşları ve kıltaşı içerisinde uranyum karbonat minerallerinden ruterfordine rastlanmıştır. EDS piklerinde biyosparit ve kıltaşı içerisinde uranyum mineralleri ile piritlerin varlığı dikkat çekmektedir.



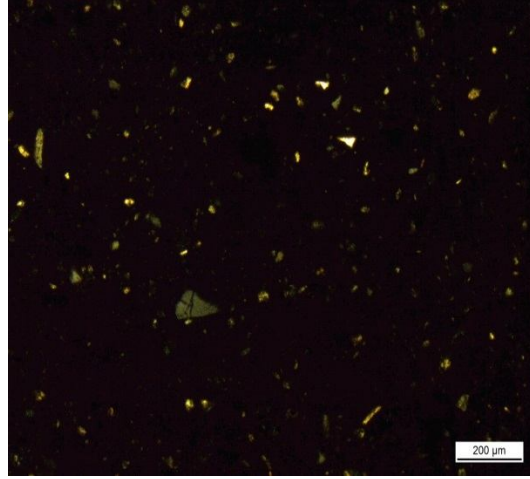
Şekil 3.1. Kireçtaşı örneklerine ait SEM görüntüleri (a,b). c, kireçtaşları içerisindeki Ruterfordine ve kalsit. d, kıltaşlarındaki biosparit ve kil mineralleri.



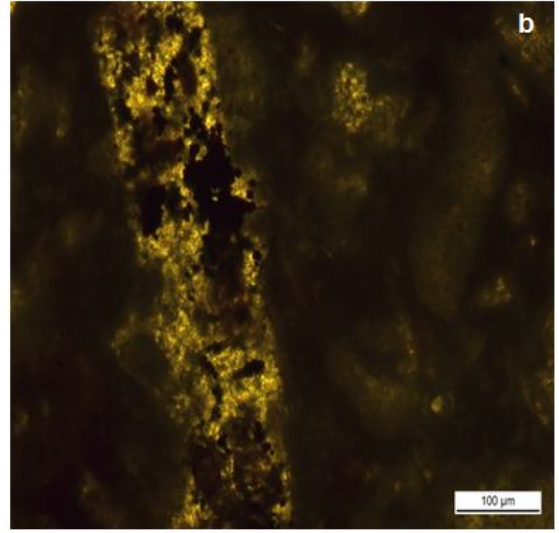
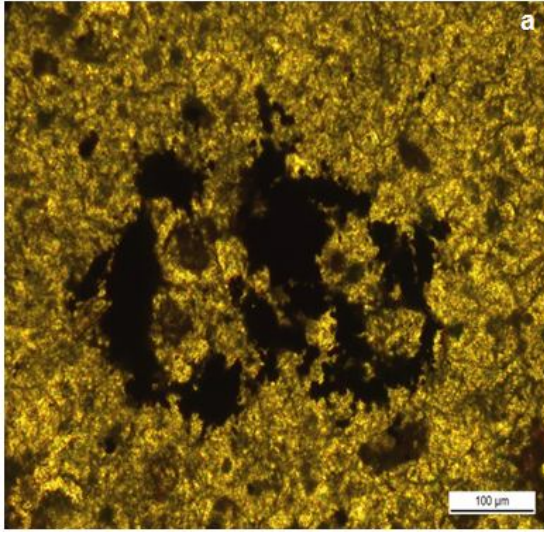
Şekil 3.2 Bazı kireçtaşı örneklerine ait EDS spektrumu.



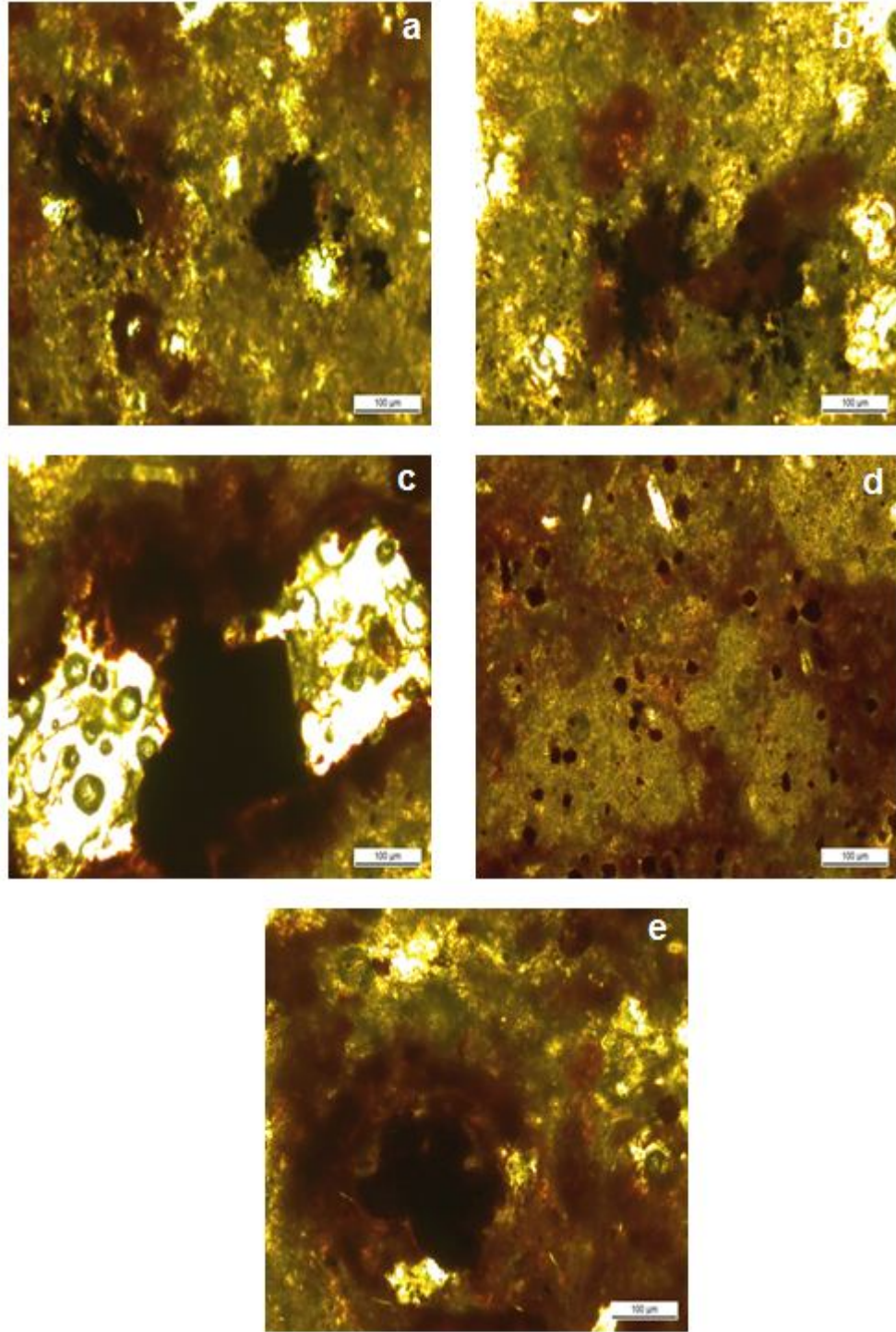
Şekil 3.3 a,b Mikrit matriksli kireçtaşının mikroskop görünümü. T.N



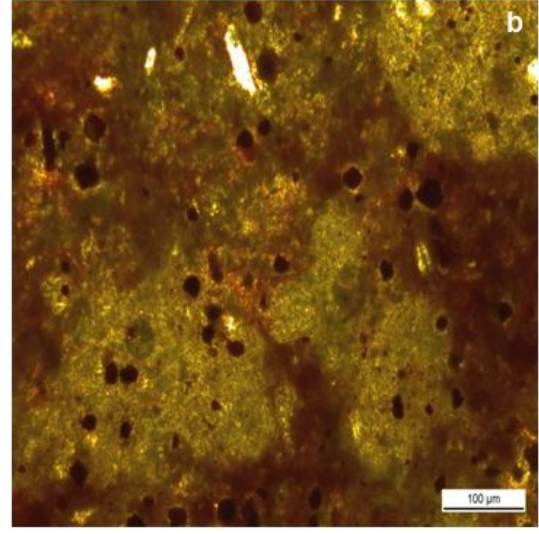
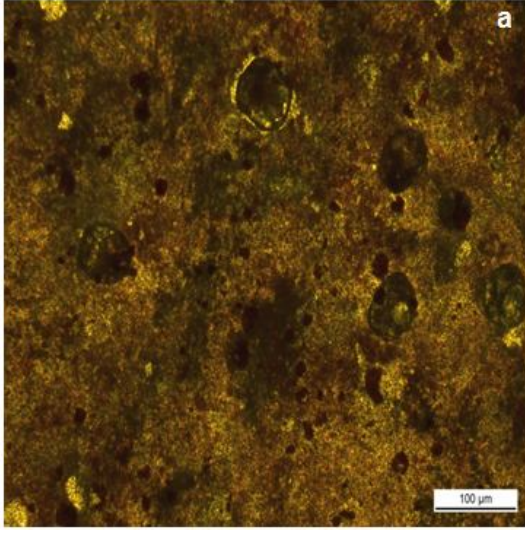
Şekil 3.4. Okçular Formasyonuna ait yarı kristalli porfirik dokulu volkanik kayaçlar. T.N



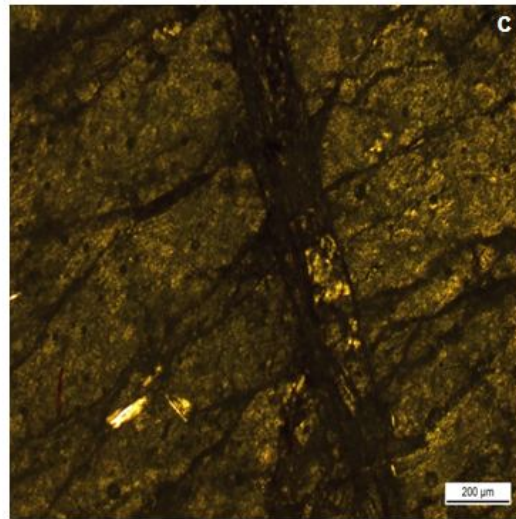
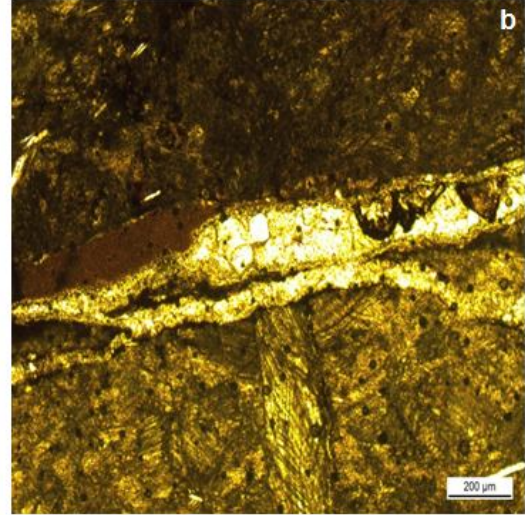
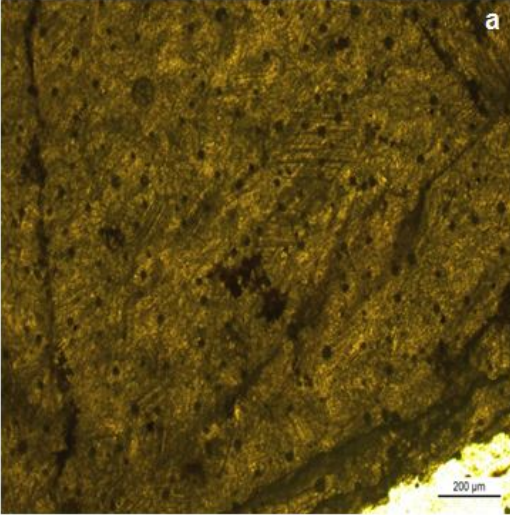
Şekil 3.5 a: Kalsitler içerisindeki opak uranyum mineralleri. b: Kalsit dolgulu kırıklar içerisindeki opak uranyum mineralleri. T.N



Şekil 3.6 a,b ve c Ç.N d ve e T.N Mikrit matriksli kireçtaşının mikroskop görünümü



Şekil 3.7 a,b Mikrit matriksli kireçtaşının mikroskop görünümü. T.N



Şekil 3.8 a,b,c a: birincil kalsit, b, c: birincil kalsit ve ikincil kalsit dolgulu kırıklar ve apatit (iğnemsî ve şeffaf görünümlü)

4. JEOKİMYA

Çalışma 2014-2015 yılları arasında arazi çalışmaları, laboratuvar çalışmaları ve büro çalışmaları olmak üzere birbirini takip eden üç aşamada gerçekleştirilmiştir.

Arazi çalışmaları 2014 yılında yapılmıştır. Bu çalışmalar sırasında Brunton tipi jeolog pusulası, gamma spektrometre, jeolog çekici, lup, Küresel konumlama sistemi (GPS) v.b. araçlardan yararlanılmıştır. Arazi çalışmaları sırasında radyoaktif ölçümler Gamma Spektrometre yardımı ile ölçülerek sistematik olarak petrografik ve jeokimyasal örnekler alınmış, gerekli görülen yerlerde ölçeşiz jeolojik enine kesitler çıkarılmıştır. Çalışma alanında yüzeyleyen jeolojik birimlerin karakteristik özellikleri resimlenmiştir.

Cevherleşmenin jeokimyasal özelliklerini belirlemek amacı ile mineralojik çalışmaların yapıldığı 16 adet örnek seçilmiştir. Seçilen bu örnekler kırma, öğütme aşamalarında geçirilmiş ve elementlerin kimyasal analize hazır hale getirilmesi için serbestleşmesi sağlanmıştır.

Alınan tüm kayaç örnekleri LF ve AQ kodları verilerek farklı çözündürme yöntemleri kullanılarak analize dılmıştır. ACME analiz laboratuvarlarında (Kanada) analizi yapılan tüm kayaç örnekleri hem XRF yöntemiyle (LF kodlu örnekler) HF, HNO₃ ve HClO₄ 1:1:1 oranında çözündürüldükten sonra, hem de ICP-MS yöntemi ile (AQ kodlu örnekler) HNO₃, HCl, 1:1 ana oksit, iz element içerikleri ve NTE içerikleri belirlenmiştir. Ayrıca inorganik materyallerde TOT/C, TOT/S toplam karbon ve kükürt konsantrasyonları HNO₃ licinden sonra, Leco 744 yanmalı infrared dedeksiyon tekniği ile analiz edilmiştir (Combustion Infrared Detection Technique). Örnekler 550 °C 'de yakıldıktan sonra SO₄ içeriği Leco 744 ile belirlenmiştir. Örneklerin organik karbon içeriği C/ORG 832 Leco ile belirlenmiştir.

Bu bölümde kimyasal analiz sonuçlarından elde edilen bulgular verilerek ve tüm veri ve bulgular istatistiksel olarak değerlendirildikten sonra yorumlanacaktır. Bu çalışma kapsamında, arazi çalışmaları sırasında Gamma Spektrometre ile ölçümü yapılan ve yüksek radyoaktivite değerleri (1.179-9.078 cps) ölçülen noktalardan alınan 16 adet tüm kayaç örneklerinde kimyasal analiz yapılmış ve analiz sonuçları Tablo 4.1 ile 4.2'de verilmiştir. İnceleme konusunu oluşturan kayaç örneklerinin ana oksit içerikleri Rağıklar köyü çalışma alanı içerisinde yüzeyleyen Köprübaşı Formasyonuna ait üç farklı kayaç grubunun varlığını işaret etmektedir. Örnek kodları dikkate alındığında, inceleme alanı

içerisinde, kireçtaşı (LF1, LF6, LF7, LF8, LF10, LF 11, LF 12,LF 13, LF 14, LF 15 ve LF 16), marn (LF 3, LF 4) ve kilaşı (LF 2, LF 5 LF 9) birimleri yüzeylemektedir.

Şekil 4.1 ve 4.2, 4.3 ve 4.4'de U ile TOT/S, TOT/C, organik karbon (ORGC) ve SO₄ arasındaki dağılım ilişkisi görülmektedir. Bu dağılım grafiğine göre toplam S ve SO₄ ile U arasındaki dağılım ilişkisinin, U ile toplam C ve organik karbon arasındaki dağılım ilişkisinden daha iyi olduğu belirlenmiştir. Ayrıca Th 'un SO₄ ile olan dağılım ilişkisinin U'dan daha farklı olduğu ve bu durumun çözeltilerdeki SO₄ derişimlerinin Th konsantrasyonu üzerinde etkili olmadığını işaret ettiği anlaşılmaktadır.

Şekil 4.5, 4.6 ve 4.7 U ile P₂O₅, SiO₂ ve Al₂O₃ ile Fe₂O₃ dağılım ilişkisini göstermektedir. Bu dağılım grafiklerinde U ile P₂O₅ arasında litolojik özellikten bağımsız olarak mükemmel dağılım ilişkisi gözlenirken, Fe₂O₃ bazı örnek noktaları (LF 2, LF 4, LF 5, LF 12, LF 13) dışında uranyumla aynı dağılımı sunduğu görülmektedir. U ile SiO₂ ve Al₂O₃ dağılımı incelendiğinde bu ana oksitler ile uranyum arasında herhangi bir dağılım ilişkisinin olmadığı görülmektedir.

Tablo 4.3 ana oksit ve iz element verilerinin özet istatistik analizini sunmaktadır. Bu veriler dikkate alındığında,örneklere ait ortalama P₂O₅ içeriğinin ortalama yerkağıu kilaşı içeriğinden 53.66 kat daha fazla olduğu hesaplanmıştır.

Tablo 4. 1. Ana oksit, bazı iz elementlerin (HF, HNO₃ ve HClO₄ ile çözdürüldükten sonra) XRF yöntemiyle ve TOT/C, TOT/S, SO₄ ile C/ORG Leco ile yapılan analiz sonuçları. Ana oksit, TOT/C, TOT/S SO₄ ve C/ORG değerleri % , diğer iz elementler ppm olarak belirlenmiştir.

		LF1	LF2	LF3	LF4	LF5	LF6	LF7	LF8	LF9	LF10	LF11	LF12	LF13	LF14	LF15	LF16	D.L
SiO ₂	%	8,39	46,60	25,28	29,27	56,79	7,76	7,92	9,23	55,17	8,21	8,32	1,11	1,90	1,36	8,08	8,60	0,01
Al ₂ O ₃	%	2,67	9,08	8,40	8,08	17,78	2,65	2,66	2,88	8,64	2,81	2,61	0,70	1,17	0,88	2,82	2,73	0,01
Fe ₂ O ₃	%	5,92	6,52	4,12	4,73	5,52	6,06	6,47	5,59	0,56	5,90	6,78	0,96	4,55	1,54	5,48	5,29	0,01
CaO	%	39,71	7,00	23,93	15,91	0,75	39,75	39,41	39,99	13,57	39,42	39,34	46,77	47,11	48,85	39,95	39,60	0,01
MgO	%	0,15	10,06	4,19	8,81	0,68	0,17	0,18	0,15	0,52	0,16	0,15	3,03	1,86	2,26	0,18	0,16	0,01
Na ₂ O	%	2,09	1,37	2,31	0,22	0,27	2,14	2,10	2,09	0,17	2,06	2,09	1,78	0,80	0,92	2,13	2,16	0,01
K ₂ O	%	1,88	5,82	1,70	7,00	12,79	1,62	1,72	2,11	8,00	1,73	1,89	0,14	0,13	0,12	1,69	1,88	0,01
MnO	%	0,04	0,10	0,21	0,10	0,04	0,03	0,05	0,02	0,02	0,06	0,03	0,07	0,18	0,14	0,05	0,03	0,01
TiO ₂	%	0,04	1,31	0,32	1,09	0,59	0,04	0,06	0,05	0,07	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,01
P ₂ O ₅	%	26,38	1,21	11,37	0,65	0,33	26,57	26,10	26,58	0,24	26,30	26,13	25,20	12,29	12,90	26,25	26,11	0,01
Cr ₂ O ₃	%	D.L.A	0,102	0,002	0,055	0,012	D.L.A	D.L.A	D.L.A	D.L.A	D.L.A	D.L.A	D.L.A	0,002	0,002	0,002	D.L.A	0,001
C/ORG	%	0,13	0,23	0,61	0,67	0,37	0,31	0,10	0,14	D.L.A	0,12	0,13	0,89	0,37	0,56	0,15	0,10	-
SO ₄	%	3,76	1,29	2,56	0,15	0,09	4,25	4,28	4,25	0,07	4,40	3,79	1,93	3,31	3,10	4,58	4,12	-
LOI	%	5,07	9,78	14,56	23,21	3,57	5,66	5,60	5,20	11,99	5,47	5,37	13,12	26,51	27,21	5,93	5,63	-
SUM	%	92,36	99,22	96,41	99,22	99,16	92,48	92,27	93,89	98,96	92,18	92,76	92,94	96,56	96,23	92,61	92,26	-
TOT/C	%	1,03	2,59	4,26	6,39	0,11	1,12	1,07	1,04	3,18	1,04	1,00	3,84	7,40	7,71	1,16	1,14	-
TOT/S	%	1,27	2,25	0,68	0,04	D.L.A	1,35	1,32	1,29	D.L.A	1,35	1,34	1,34	0,56	0,64	1,40	1,42	-
Ba	PPM	145	2478	230	899	474	158	159	147	168	164	142	64	61	62	182	152	1
Be	PPM	29	6	6	7	2	28	32	24	4	28	32	24	16	13	30	36	1
Co	PPM	6,1	36,8	9,8	24,8	18,3	5,1	6,4	4,1	4,4	5,5	5,0	0,8	0,9	0,9	5,2	4,3	0,2
Cs	PPM	D.L.A	28,1	5,6	2,2	7,2	D.L.A	D.L.A	0,1	2,6	0,1	D.L.A	0,1	0,3	D.L.A	0,2	D.L.A	0,1
Ga	PPM	8,0	14,0	10,8	11,5	26,3	6,8	9,0	7,3	9,9	7,6	7,0	2,8	4,3	2,2	7,6	6,7	0,5
Hf	PPM	10,1	18,2	2,5	11,7	2,8	8,9	10,3	11,3	1,9	10,2	11,8	10,2	4,5	5,2	10,3	10,3	0,1
Nb	PPM	1,9	31,1	4,9	26,9	17,6	1,7	1,8	1,4	10,2	2,0	1,5	0,8	0,6	0,5	1,2	1,2	1
Rb	PPM	29,6	81,0	71,2	82,8	267,4	24,7	28,8	28,6	109,0	29,2	27,5	7,6	14,0	10,7	25,8	32,1	0,1
Sn	PPM	D.L.A	7	1	4	8	1	D.L.A	1	1	1	D.L.A	D.L.A	D.L.A	D.L.A	D.L.A	D.L.A	1

Tablo 4.1 (devamı)

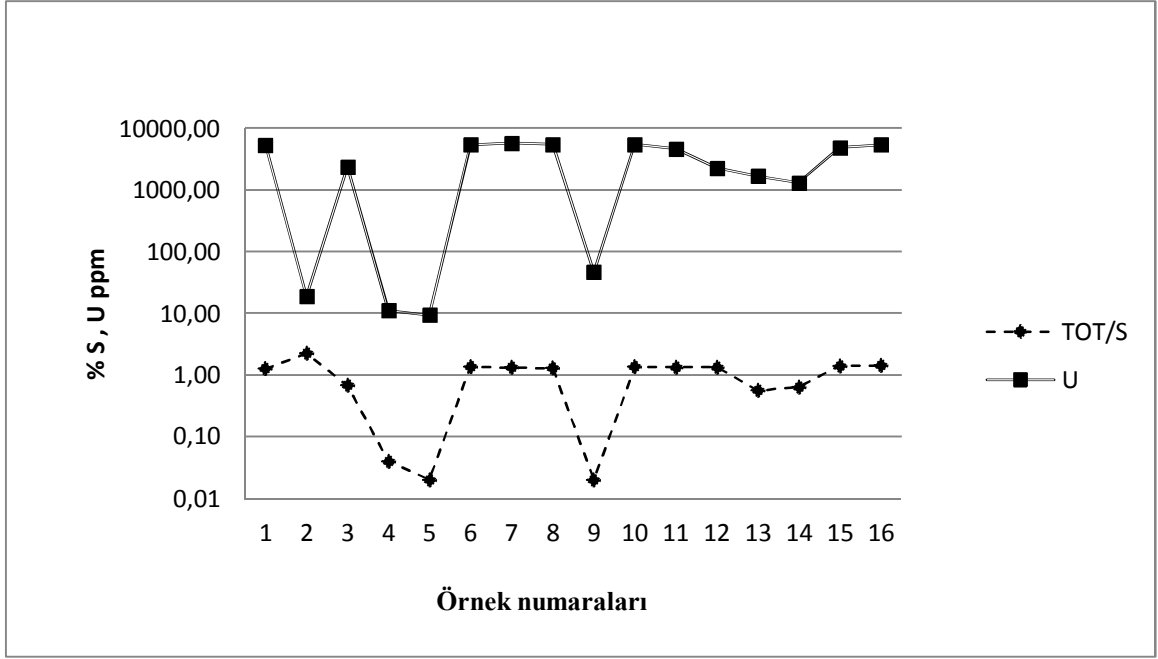
		LF1	LF2	LF3	LF4	LF5	LF6	LF7	LF8	LF9	LF10	LF11	LF12	LF13	LF14	LF15	LF16	D.L
Sr	PPM	687,1	1124,2	2245,6	789,6	62,7	691,4	748,0	617,8	79,4	720,4	605,1	510,5	369,7	364,4	641,1	685,2	0,5
Ta	PPM	0,3	2,0	0,6	1,4	1,4	0,3	0,4	0,4	1,6	0,5	0,4	D.L.A	D.L.A	D.L.A	0,3	0,3	0,1
Th	PPM	92,1	11,1	15,8	7,7	16,1	106,6	85,9	73,9	4,7	106,6	76,8	4,9	3,6	1,7	99,2	123,0	0,2
U	PPM	5406,0	18,8	2377,7	11,2	9,4	5474,5	5786,2	5508,7	47,0	5507,8	4650,0	2275,1	1681,3	1310,3	4901,8	5479,3	0,1
V	PPM	154	181	89	99	122	126	175	97	14	141	130	74	162	91	132	93	8
W	PPM	3,4	D.L.A	3,5	2,3	3,8	3,2	3,3	3,6	D.L.A	3,8	3,1	3,5	1,5	2,0	3,2	2,9	0,5
Zr	PPM	1320,7	575,0	224,8	271,8	110,4	1055,0	1277,8	1291,1	56,8	1347,4	1381,6	1115,9	519,9	610,5	1229,0	1333,1	0,1
Y	PPM	184,6	20,9	36,2	11,7	31,5	350,8	212,2	239,3	5,8	215,8	168,8	25,8	54,8	31,3	188,9	205,2	0,1
La	PPM	9,3	59,4	28,4	44,9	35,2	16,5	10,4	9,7	6,8	10,9	9,2	3,9	6,0	3,1	12,2	11,5	0,1
Ce	PPM	17,2	122,9	51,6	91,2	73,5	30,2	20,5	17,7	13,0	21,2	17,3	5,5	7,3	5,1	23,1	22,3	0,1
Pr	PPM	2,29	13,46	5,87	9,90	8,00	4,13	2,59	2,31	1,39	2,83	2,00	0,69	1,28	0,64	2,47	2,76	0,02
Nd	PPM	11,5	55,6	23,2	38,6	33,9	21,7	11,8	12,3	5,2	13,8	10,0	3,1	6,1	3,0	10,7	12,2	0,3
Sm	PPM	3,45	11,28	4,58	6,90	6,73	9,76	3,87	4,86	1,03	4,81	3,33	0,86	1,85	0,93	3,84	3,87	0,05
Eu	PPM	0,85	2,65	0,92	1,49	1,00	2,59	0,89	1,37	0,11	1,12	0,77	0,20	0,49	0,20	1,03	0,95	0,02
Gd	PPM	7,35	7,54	4,84	4,63	5,86	18,95	8,34	10,35	0,73	9,76	6,09	1,09	3,65	1,65	7,96	8,38	0,05
Tb	PPM	1,80	1,00	0,73	0,59	0,90	5,13	2,14	2,84	0,12	2,33	1,75	0,30	0,80	0,39	2,17	2,08	0,01
Dy	PPM	17,54	4,23	5,23	2,44	5,52	37,73	21,59	22,62	0,66	22,13	14,76	2,17	6,65	3,04	17,67	21,48	0,05
Ho	PPM	5,49	0,76	1,29	0,39	1,18	10,59	6,34	7,00	0,17	6,62	4,83	0,76	1,66	0,90	5,31	5,82	0,02
Er	PPM	18,90	2,14	3,75	1,17	3,22	38,77	21,79	27,57	0,51	21,73	19,19	3,23	4,91	3,36	20,45	20,73	0,03
Tm	PPM	2,98	0,23	0,56	0,16	0,40	6,67	3,65	4,56	0,06	3,47	3,22	0,64	0,78	0,54	3,78	3,70	0,01
Yb	PPM	22,58	1,35	4,38	0,85	2,67	39,79	27,58	28,73	0,56	26,70	21,75	4,77	6,26	4,06	26,84	31,00	0,05
Lu	PPM	4,34	0,23	0,83	0,13	0,47	6,98	4,96	5,48	0,09	5,05	4,31	1,02	1,10	0,85	4,44	5,07	0,01

Tablo 4.2. Tüm kayaç örneklerinin(HNO₃ -HCl ile çözündürüldükten sonra) ICP -ES/MS yöntemiyle belirlenen analiz sonucu. Au hariç tüm iz element sonuçları ppm olarak verilmiştir. * ppb. D.L.A= Dedeksiyon Limitinin Altındaki değerleri belirtmektedir.

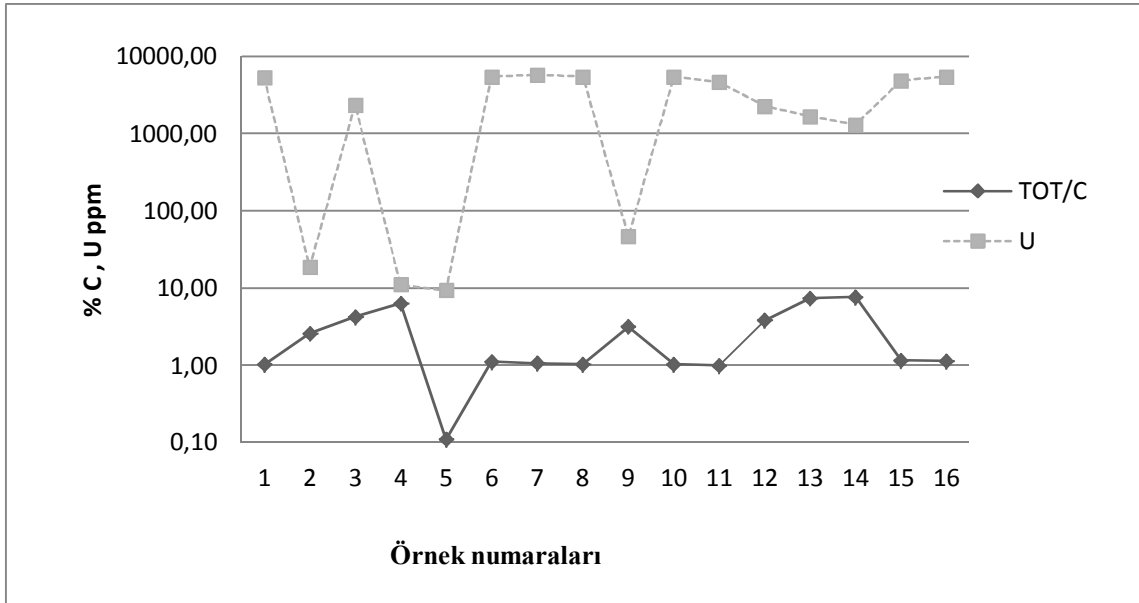
		AQ1	AQ2	AQ3	AQ4	AQ5	AQ6	AQ7	AQ8	AQ9	AQ10	AQ11	AQ12	AQ13	AQ14	AQ15	AQ16	D.L
Mo	PPM	5,5	1,7	0,6	2,4	0,6	5,5	5,2	5,5	0,4	4,4	6,7	1,3	4,8	1,6	4,4	4,6	0,1
Cu	PPM	7,8	80,3	33,8	52,0	37,2	11,5	11,1	11,5	3,5	11,4	7,9	2,1	4,3	1,5	12,0	10,5	0,1
Pb	PPM	57,3	9,0	39,3	12,3	17,7	64,7	58,0	50,1	20,6	62,5	52,7	11,1	25,6	12,2	54,2	59,1	0,1
Zn	PPM	14	51	799	26	58	17	17	16	22	16	13	9	22	10	16	14	1
Ni	PPM	38,6	285,5	8,9	137,9	34,3	41,1	39,0	35,4	10,1	47,2	44,7	4,8	8,6	4,4	34,2	34,0	0,1
As	PPM	1290,9	91,7	282,3	494,3	163,4	992,2	1299,3	1094,7	46,8	1105,4	1444,3	106,0	489,7	129,4	899,5	1168,2	0,5
Cd	PPM	D.L.A	D.L.A	3,3	D.L.A	D.L.A	0,2	0,2	D.L.A	D.L.A	0,1	0,1	D.L.A	0,2	D.L.A	0,1	D.L.A	0,1
Sb	PPM	9,8	1,0	5,3	2,1	1,1	9,5	10,5	8,5	1,2	9,5	11,3	0,8	1,8	0,8	8,5	9,5	0,1
Bi	PPM	0,2	D.L.A	0,4	0,2	0,9	0,3	0,3	0,3	0,6	0,3	0,2	D.L.A	D.L.A	D.L.A	0,3	0,2	0,1
Ag	PPM	D.L.A	D.L.A	D.L.A	D.L.A	D.L.A	D.L.A	D.L.A	D.L.A	D.L.A	D.L.A	D.L.A	D.L.A	D.L.A	D.L.A	D.L.A	D.L.A	0,1
Au	PPB	2,6	2,0	3,0	1,0	1,2	D.L.A	2,4	2,2	5,2	0,7	D.L.A	D.L.A	1,2	1,2	D.L.A	0,8	0,5
Hg	PPM	0,06	D.L.A	0,46	D.L.A	D.L.A	0,06	0,06	0,07	D.L.A	0,08	0,04	0,01	0,02	D.L.A	0,04	0,03	0,01
Tl	PPM	0,7	0,6	0,3	0,4	0,2	0,2	0,5	0,3	D.L.A	0,9	0,5	0,2	2,1	2,8	0,3	0,3	0,1
Se	PPM	D.L.A	D.L.A	D.L.A	D.L.A	D.L.A	D.L.A	0,8	0,9	D.L.A	D.L.A	1,0	D.L.A	D.L.A	D.L.A	0,5	0,6	0,5

Tablo 4.3. Ana oksit ve iz elementlere ait özet istatistiksel değerler. n= 16.

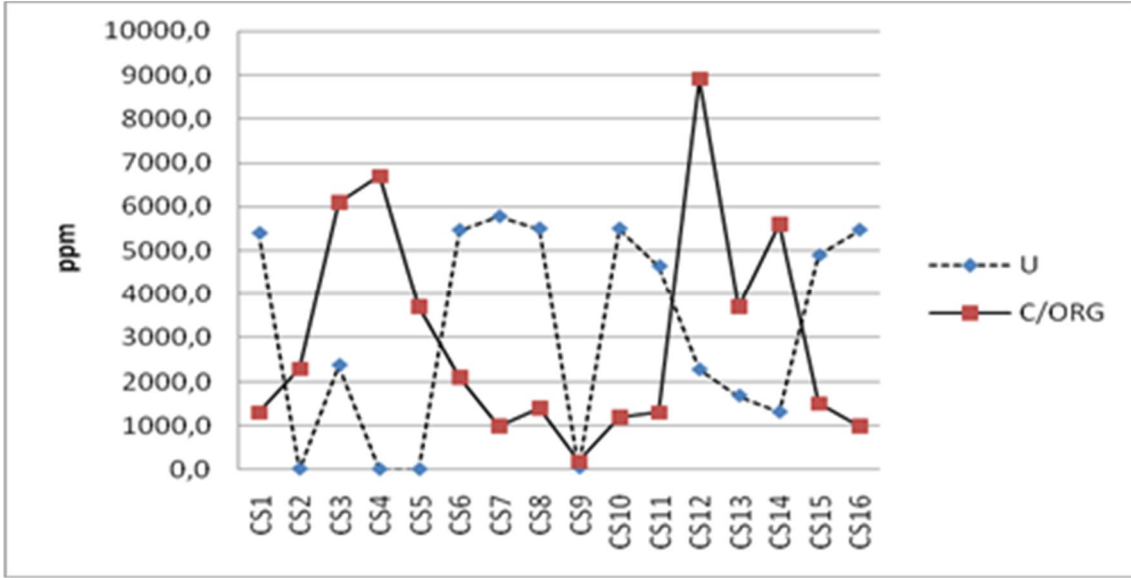
	Minimum Değer	Maximum Değer	Standart Sapma	Aritmetik ortalama
SiO ₂	1,11	56,79	17,7494	19,07294
Al ₂ O ₃	0,7	17,78	4,785	4,50925
Fe ₂ O ₃	0,56	6,78	4,7494	1,99005
CaO	0,75	48,85	32,5662	15,18474
MgO	0,15	10,06	2,0444	3,14322
Na ₂ O	0,17	2,31	1,5438	0,79277
K ₂ O	0,12	12,79	3,1388	3,48611
MnO	0,02	0,21	0,0731	0,05816
TiO ₂	0,04	1,31	0,2431	0,40315
P ₂ O ₅	0,24	26,58	17,1631	11,27089
Ba	61	2478	355,31	602,3488
Be	2	36	19,8125	11,80519
Co	0,8	36,8	8,65	9,81984
Cs	0,1	28,1	2,9437	7,05209
Ga	2,2	26,3	8,8625	5,55576
Hf	1,9	18,2	8,7625	4,31368
Nb	0,5	31,1	6,5813	9,85801
Rb	7,6	267,4	54,375	63,96386
Sr	62,7	2245,6	683,39	492,8855
Ta	0,1	2	0,6375	0,60319
Th	1,7	123	51,8562	46,65162
U	9,4	5786,2	3152,8	2385,53
V	14	181	117,5	42,53939
W	0,5	3,8	2,7562	1,08871
Zr	56,8	1381,6	857,55	500,753
Y	5,8	350,8	123,97	107,6804
La	3,1	59,4	17,3375	16,19287
Ce	5,1	122,9	33,725	33,94923
Pr	0,64	13,46	3,9131	3,62553
Nd	3	55,6	17,0438	14,49423
Sm	0,86	11,28	4,4969	2,98172
Eu	0,11	2,65	1,0394	0,73242
Gd	0,73	18,95	6,6981	4,40996
Tb	0,12	5,13	1,5669	1,26583
Dy	0,66	37,73	12,8412	10,62113
Ho	0,17	10,59	3,6944	3,16533
Er	0,51	38,77	13,2138	11,73722
Tm	0,06	6,67	2,2125	2,02346
Yb	0,56	39,79	15,6169	13,54478
Lu	0,09	6,98	2,8344	2,4098
Mo	0,4	6,7	3,45	2,14383
Cu	1,5	80,3	18,65	21,67299
Pb	9	64,7	37,9	21,47349
Zn	9	799	70	194,8842
Ni	4,4	285,5	50,5438	70,06231
As	46,8	1444,3	693,63	513,1769
Sb	0,8	11,3	5,7	4,24311
Bi	0,1	0,9	0,2875	0,20936
Au	0,5	5,2	1,5938	1,27042
Hg	0,01	0,46	0,0613	0,10917
Tl	0,1	2,8	0,65	0,74386
Se	0,5	1	0,5812	0,16419



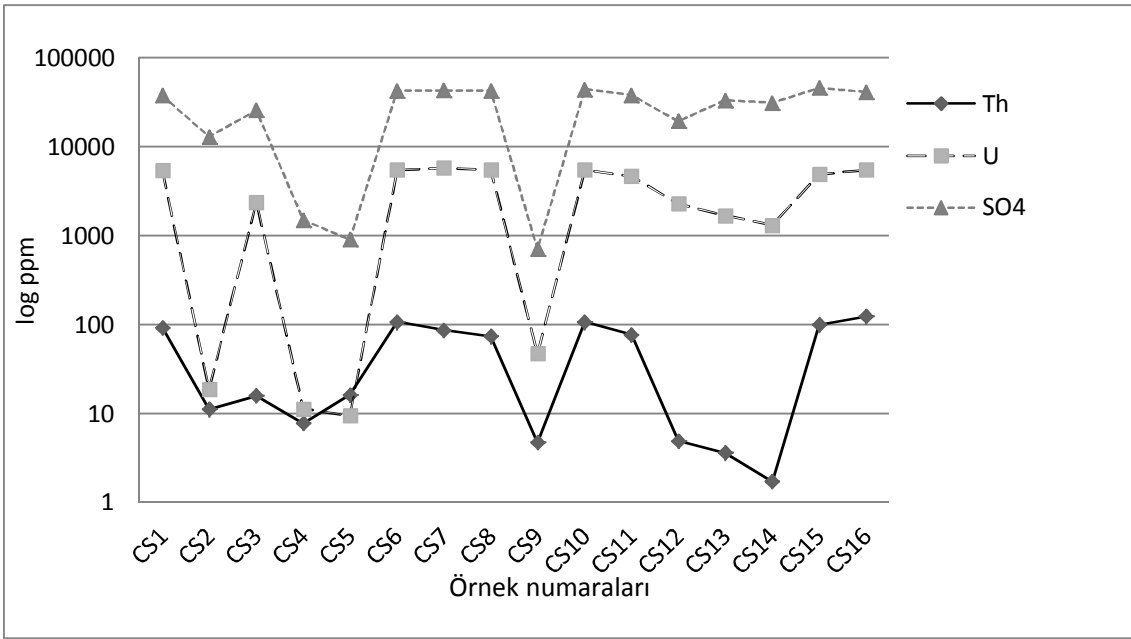
Şekil 4.1. TOT/S ile U dağılım grafiği.



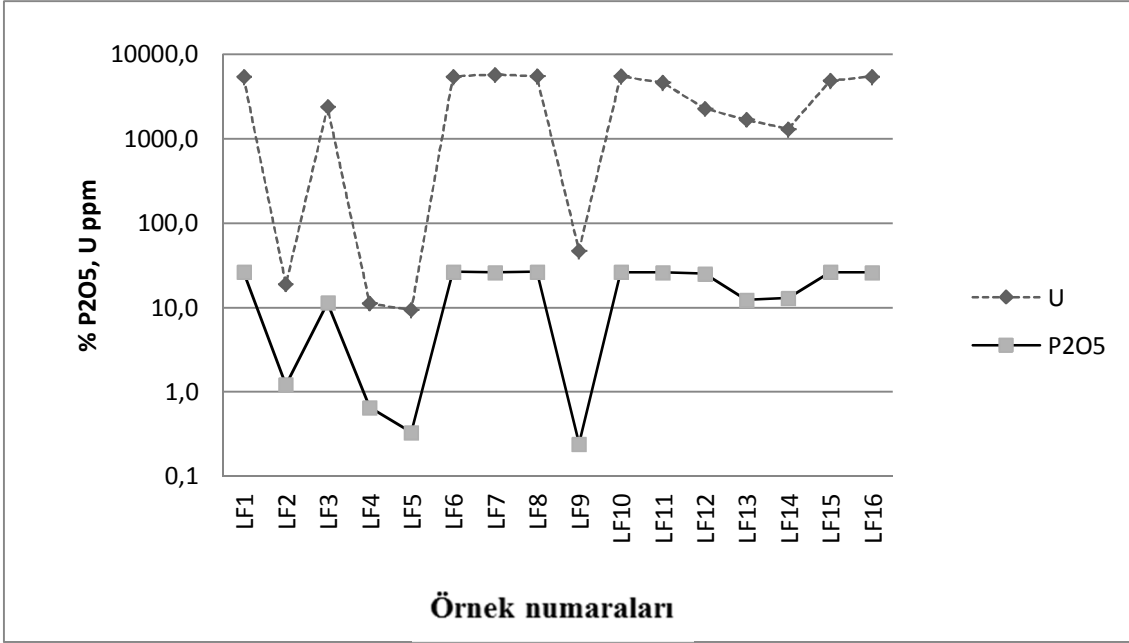
Şekil 4.2. TOT/C ile U dağılım grafiği



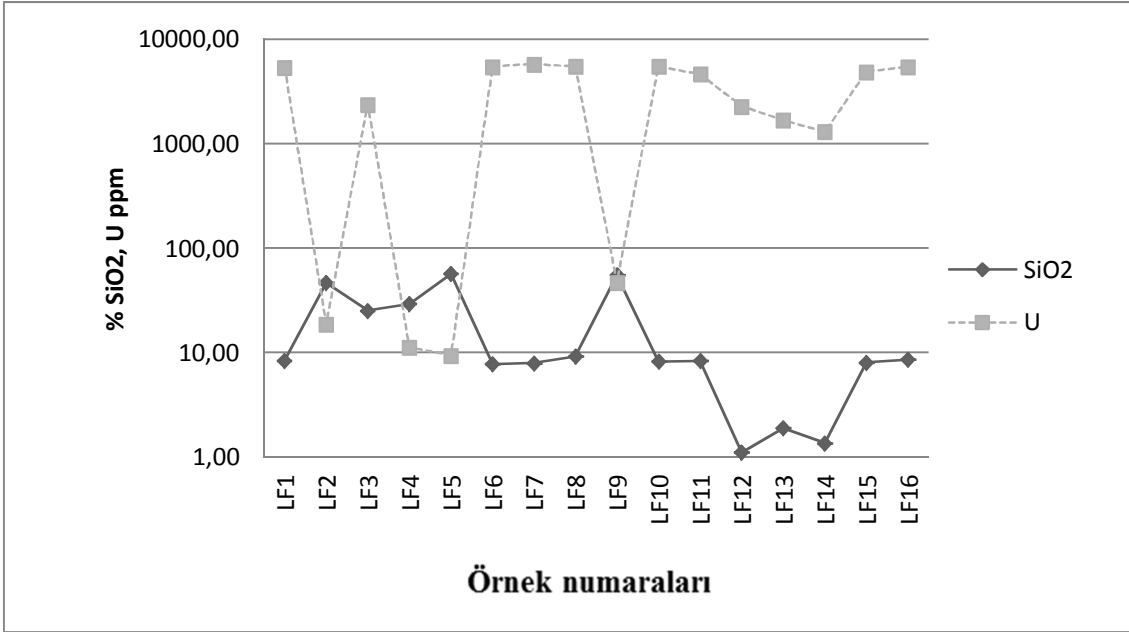
Şekil 4.3. Organik karbon uranyum dağılım grafiği.



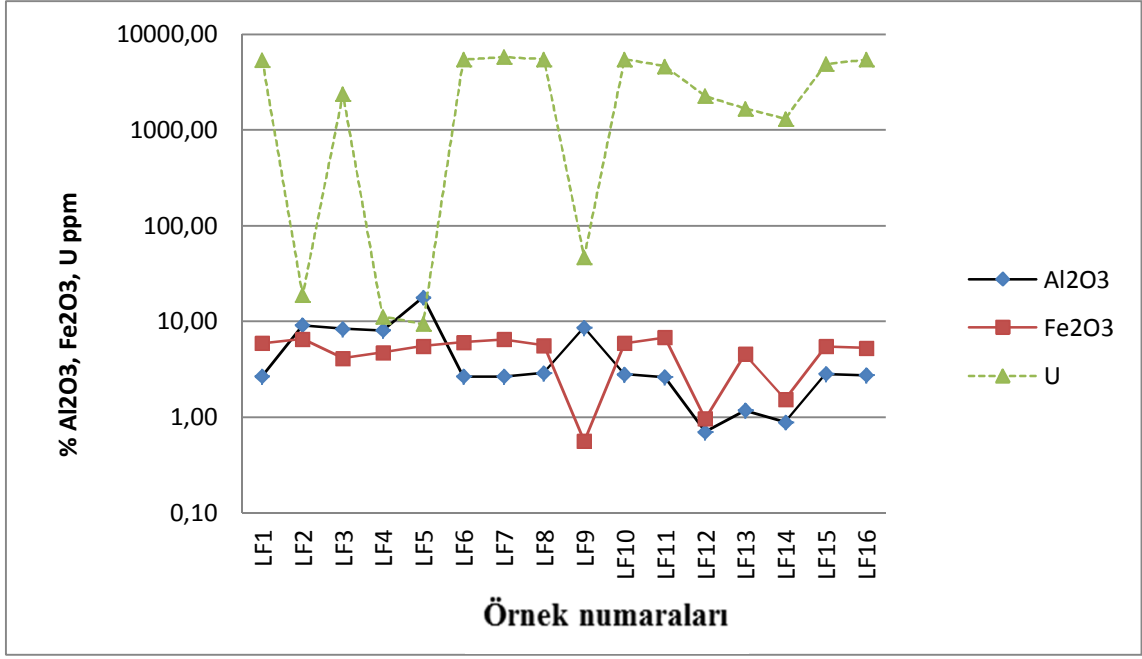
Şekil 4.4. U-Th-SO₄ dağılım grafiği.



Şekil 4.5 U ile P₂O₅ dağılım grafiği.



Şekil 4.6 U ile SiO₂ dağılım grafiği.



Şekil 4.7. Al_2O_3 - Fe_2O_3 -U dağılım grafiği.

Tablo 4.4 Ana oksit, iz element ve tali element Pearson korelasyon katsayıları. *: 0.95 düzeyinde anlamlıdır, **: 0.99 düzeyinde anlamlıdır

	SiO ₂										
SiO ₂	1	Al ₂ O ₃									
Al ₂ O ₃	,919**	1	Fe ₂ O ₃								
Fe ₂ O ₃	-0,091	0,06	1	CaO							
CaO	-,970**	-,947**	-0,059	1	MgO						
MgO	0,378	0,318	-0,045	-0,497	1	Na ₂ O					
Na ₂ O	-,618*	-,546*	0,446	,558*	-0,351	1	K ₂ O				
K ₂ O	,920**	,933**	0,016	-,920**	0,248	-,681**	1	MnO			
MnO	-0,08	-0,001	-0,224	0,029	0,484	-0,142	-0,249	1	TiO ₂		
TiO ₂	,629**	,623**	0,194	-,759**	,896**	-0,444	,587*	0,232	1	P ₂ O ₅	
P ₂ O ₅	-,825**	-,757**	0,31	,811**	-,627**	,853**	-,740**	-0,362	-,714**	1	Be
Be	-,769**	-,736**	0,398	,749**	-,587*	,763**	-,654**	-0,464	-,628**	,948**	1
Ga	,816**	,953**	0,302	-,873**	0,198	-0,403	,898**	-0,135	,573*	-,581*	-,540*
Hf	-0,203	-0,273	,527*	0,078	0,381	0,385	-0,189	-0,301	0,377	0,302	0,408
Nb	,766**	,711**	0,113	-,856**	,816**	-,573*	,731**	0,09	,970**	-,792**	-,684**
Rb	,857**	,967**	0,024	-,862**	0,137	-,588*	,942**	-0,109	0,478	-,685**	-,657**
Sr	-0,053	0,022	0,239	-0,072	0,401	,504*	-0,275	,540*	0,248	0,044	-0,071
Ta	,931**	,800**	0,018	-,943**	,601*	-,588*	,839**	-0,072	,807**	-,812**	-,712**
Th	-0,454	-0,397	,612*	0,415	-,585*	,727**	-0,343	-,577*	-0,458	,792**	,853**
U	-,686**	-,615*	,500*	,659**	-,648**	,856**	-,604*	-0,423	-,642**	,942**	,920**
V	-0,24	-0,119	,783**	0,113	0,107	0,315	-0,181	0,103	0,208	0,23	0,299
W	-0,418	-0,112	0,337	0,323	-0,49	,569*	-0,207	-0,227	-0,397	,630**	,499*
Zr	-,736**	-,710**	0,442	,701**	-0,484	,797**	-,635**	-0,483	-,519*	,939**	,957**
Y	-,521*	-0,462	,587*	0,491	-,596*	,707**	-0,411	-,531*	-,501*	,804**	,804**

Tablo 4.4 (Devam) . Bazı iz element ve NTE element Pearson korelasyon katsayıları. *: 0.95 düzeyinde anlamlıdır, **: 0.99 düzeyinde anlamlıdır.

	Nb				
Nb	1	Th			
Th	-0,476	1	U		
U	-,701**	,918**	1	Zr	
Zr	-,590*	,816**	,899**	1	Y
Y	-,528*	,918**	,912**	,774**	1
La	,922**	-0,315	-,521*	-0,479	-0,356
Ce	,933**	-0,307	-,523*	-0,469	-0,356
Pr	,919**	-0,276	-0,49	-0,448	-0,312
Nd	,892**	-0,212	-0,429	-0,393	-0,23
Sm	,629**	0,154	-0,056	-0,089	0,228
Eu	0,481	0,278	0,109	0,083	0,387
Gd	-0,129	,734**	,636**	0,478	,867**
Tb	-0,343	,799**	,753**	,598*	,949**
Dy	-0,469	,898**	,870**	,712**	,991**
Ho	-,514*	,909**	,902**	,756**	,999**
Er	-,521*	,898**	,899**	,766**	,997**
Tm	-,532*	,900**	,897**	,768**	,994**
Yb	-,569*	,953**	,942**	,821**	,988**
Lu	-,584*	,944**	,954**	,842**	,990**
Mo	-0,495	,769**	,821**	,806**	,817**

Tablo 4.4 (Devam). İz element Pearson korelasyon katsayıları. *: 0.95 düzeyinde anlamlıdır, **: 0.99 düzeyinde anlamlıdır.

	Ga	Hf	Nb	Rb	Sr	Ta	Th	U	V	W	Zr	Y
Cu	,615*	0,403	,913**	0,47	0,409	,777**	-0,327	-,510*	0,297	-0,301	-0,44	-0,376
Pb	-0,227	0,156	-,599*	-0,384	0,166	-,510*	,941**	,939**	0,286	,563*	,736**	,912**
Zn	0,156	-0,386	0,01	0,129	,841**	0,039	-0,233	-0,129	-0,161	0,163	-0,377	-0,246
Ni	0,331	,715**	,824**	0,157	0,23	,687**	-0,142	-0,325	0,427	-0,454	-0,134	-0,186
As	-0,256	0,381	-0,486	-0,433	0,027	-0,487	,885**	,899**	0,411	,516*	,825**	,841**
Sb	-0,23	0,313	-,526*	-0,413	0,188	-0,473	,928**	,937**	0,333	,566*	,801**	,880**
Bi	,781**	-,573*	0,183	,853**	-0,212	0,426	-0,076	-0,23	-0,295	0,193	-0,456	-0,102
Au	0,17	-0,379	0,153	0,236	0,098	0,43	-0,304	-0,273	-0,379	-0,432	-0,445	-0,307
Hg	0,04	-0,324	-0,16	-0,021	,865**	-0,117	-0,02	0,114	-0,094	0,311	-0,168	-0,018
Ti	-0,414	-0,194	-0,218	-0,324	-0,182	-0,345	-0,3	-0,172	0,205	-0,295	-0,092	-0,227
Se	-0,127	0,296	-0,271	-0,214	-0,038	-0,215	0,336	0,462	0,123	0,256	0,494	0,389

Tablo 4.4 de tüm kayaç örneklerine ait ana oksit iz element ve NTE içeriklerinin Pearson korelasyon katsayıları SPSS programı yardımıyla hesaplanmış ve basamak tablo halinde sunulmuştur.

Ana oksit iz element ve NTE arasındaki pozitif korelasyon ilişkisi Tablo 4.4'de verilmiştir. Bu veriler dikkate alındığında uranyumun anaoksitlerle olan ilişkisine bakıldığında zaman U ile Na_2O ve U ile P_2O_5 arasında kuvvetli pozitif korelasyonun varlığı görülmektedir. İz elementler ile uranyum ilişkisi incelendiğinde zaman U-Be, U-Zr, U-Y, U-Th, U-Pb, U-As, U-Sb arasında kuvvetli pozitif korelasyon ilişkisi ($r \geq 0,90$) vardır. İz elementler arasında kuvvetli pozitif korelasyon ilişkisi ($r \geq 0,90$) vardır. U ile Mo arasında orta pozitif korelasyon ilişkisi ($r = 0,70$ ile $0,90$) vardır. Uranyum ile NTE arasındaki kuvvetli pozitif korelasyon ilişkisi U-Ho, U-Er, U-Tm, U-Yb, U-Lu arasında gözlenmektedir. Nb-U arasında orta negatif korelasyon ilişkisi görülmektedir.

5. TARTIŞMA

Minaralojik ve jeokimyasal özellikleri belirlenen kayaçlardaki uranyum dağılımları ve etki eden faktörler bu bölümde güncel literatür ışığında tartışılacaktır. Köprübaşı Formasyonunun farklı birimlerinden (kireçtaşı, marn ve kiltası) alınan örneklerin karbonat matriksli ve kalsit dolgulu kırık ve çatlak sistemleri içerisinde opak uranyum mineralleri görülmektedir. Bu çalışmada XRD çalışmaları yapılmadığı için uranyum mineral isimleri belirlenememiştir. Jeokimyasal çalışmalar, ana oksit iz element ve NTE analiz sonuçlarının istatistiksel değerlendirilmesi ve yorumlanmasını kapsamaktadır.

Ana oksit içerikleri incelendiğinde, CaO ile P_2O_5 ve U arasındaki yüksek pozitif korelasyon ilişkisi, SiO_2 ile Al_2O_3 pozitif korelasyon ilişkisi, K_2O ile CaO arasındaki kuvvetli negatif korelasyonun varlığı, U 'un karbonatlı kayaçlar içerisinde fosfat ile bileşiklerini oluşturarak ikincil olarak çökelmiş olabileceğine işaret etmektedir.

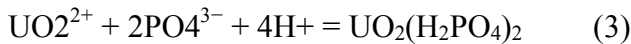
Al-Eshaikh ve diğ., (2013), Jalamed bölgesinde, fosfat zenginleşmeleri içerisinde P_2O_5 , MgO, Al_2O_3 , ve Fe_2O_3 konsantrasyonlarını belirlemiş ancak P_2O_5 , konsantrasyonunun diğer üç ana oksitten (% 30) daha fazla olduğunu aynı lokasyonlardaki CaO içeriğinin ise % 49-55 arasında değiştiğini ve fosfor pentaoksit derişiminin arttığı örneklerde U içeriklerinin 100 ppm çıktığını belirlemişlerdir. Ma ve diğ., (2014), çözülebilir mineral faz sistemi içerisinde kalsitin önemli bir mineral olduğunu, yeraltı sedimentler ortamlarda uranyumun taşınmasında etkili olabileceğini, özellikle dinamik yeraltı su karışım zonları boyunca kalsit reaksiyonlarının oluşumu, hidrolojik ve hidrojeokimyasal koşullar altında uranyum mobilitesinin etkilenebileceğini ve yeraltı sularının kimyasal bileşiminin değişimine neden olabileceğini belirtmektedirler.

Yapılan birçok çalışmada yeraltı sularının nehirlerle karışım noktalarında hidrolik ve jeokimyasal süreçlerin U^{4+} kontaminasyonuna neden olduğu bilinmektedir (Fritz ve diğ., 2007 ve Ma ve diğ., 2014). Bu çalışmalarda kalsitin yeraltı sularının pH nı artırma etkili olduğu ve uranyum taşıyan çözeltilerin sulu sistemler ile katı sistemler arasında katı fazı tercih ettiği belirtilmektedir. Bu durumun su tablasındaki mevsimsel yağışlara bağlı olarak değişiminden ziyade vadoz zon içerisindeki infiltrasyon ve reaksiyonların metal çökeliminde etkili olduğu belirtilmektedir.

Philips ve Watson (2015) yeraltı sularındaki U ve Th çökeli için yaptıkları çalışmalarda dolomitik çakılların su tablası altında (karışım zonu kuşaklarında) yeraltı

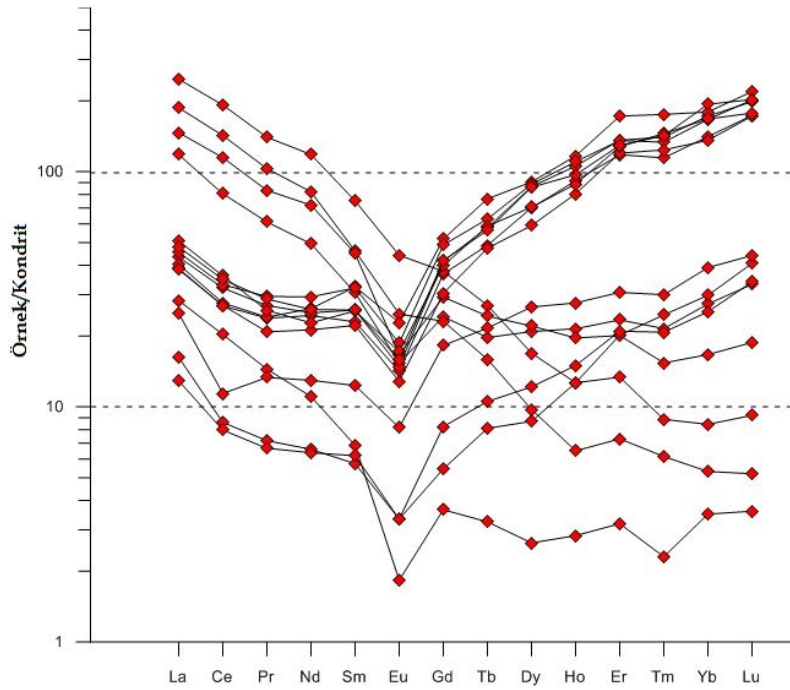
sularının pH'ını 3.2' den 6.5'a kadar yükselttiğini ve dolayısıyla kumlu ve şeyilli sedimentler arasından taşınan metallerin buralarda çökeldiğini ancak Th'un U'dan farkının daha derinlerde bırakılmış olmasıdır. Bu çalışmada, U 'un dolomitler üzerinde adsorbe olduğu belirtilmektedir. Yeraltı sularında Al^{3+} and SO_4^{2-} konsantrasyonlarının pH ın düşmesinde etkili olan en önemli katyon ve anyonik kompleksler olduğu belirtilmektedir. Aynı araştırmacı, uranyum ile birlikte zenginleşen yüksek sülfür derişiminin piritlerin(FeS_2) yeraltı suları ile reaksiyonu sonucu oluşan SO_4 bileşiklerinden kaynaklandığını vurgulamaktadır. Şekil 4.1 ve 4.3 de U ile toplam kükürt ve U ile SO_4^{2-} dağılım grafiği uranyumun asidik yeraltı suları ile taşındığını ancak karbonatlı ortamlarda ve yeraltı suyu nehir suyu karışım noktalarında PO_4 , CO_3 ve SO_4 bileşiklerini oluşturarak zenginleşmiş olabileceği söylenebilir. Tang ve diğ., (2013), pH'ın>5 olduğu ortamlarda ($Ca_2UO_2(CO_3)_3 \cdot 10H_2O$) liebijit gibi uranyumun karbonat minerallerinin oluşabileceğini belirtmektedirler.

Wang ve diğ., (2014) Çin'deki Mianyuanyan fosfat yatağı çevresindeki nehir sedimentlerinde uranyum dağılımını incelemiş ve U dağılımının organik bileşikler tarafından adsorbsiyonla kontrol edildiğini belirtmişlerdir. Bu çalışma kapsamında Şekil 4.2 toplam karbon ve organik karbon uranyum ilişkisinin (Şekil 4.3) U ile P_2O_5 kadar mükemmel olmadığı ve organik karbonlu bileşiklerin uranyum zenginleşmelerinde önemli olmadığı fikrini desteklemektedir. Bu nedenle uranyum minerallerinin, florapatit kaynaklı fosfor kompleksleri ile $UO_2(HPO_4)_2$ bileşikler halinde oluşmuş olabileceği ya da oksit bileşikler halinde olduğu düşünülmektedir. Guillaumont ve diğ., (2003) ve MINTEQA2 Dat a göre hesaplanmış uranyum bileşikleri çözünürlük katsayıları aşağıdaki termodinamik denklemlerde sırasıyla $\log K = -5.25$ (1), 9.94 (2) ve 44.7 (3) olarak hesaplanmıştır. Wang ve diğ., (2014) 'e göre nehir sedimentlerinde pH 7.2 ile 10.4 arasında en yaygın uranyum mineralleri olarak belirlenmiştir.

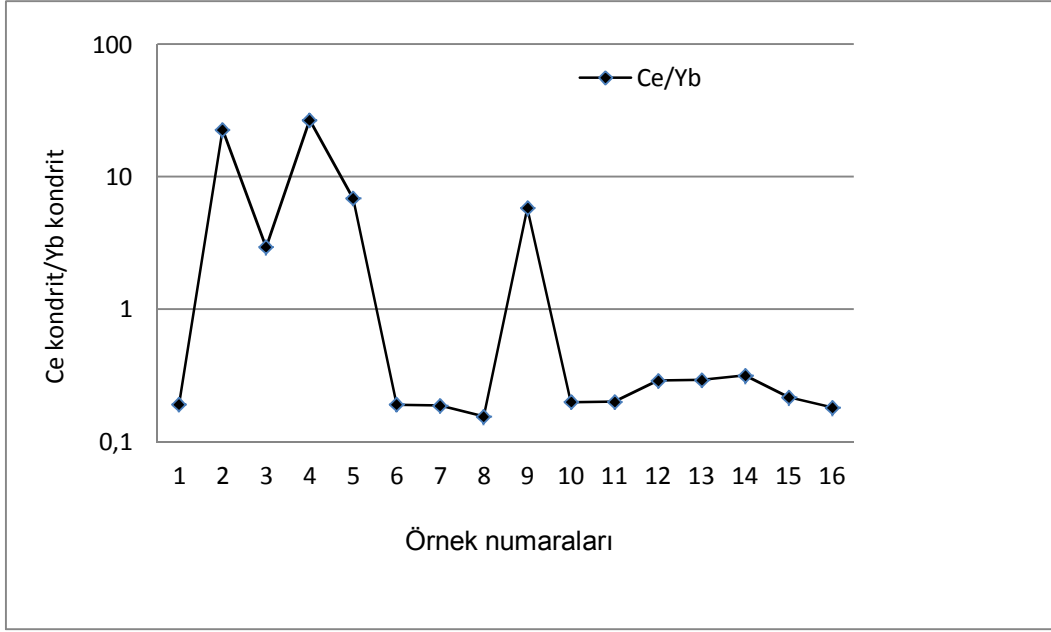


Tablo 4.7 U ile iz element korelasyon katsayılarını göstermektedir ve uranyumun yüksek pozitif korelasyon ilişkisi ($r > 0.90$) sunduğu elementlerle (U-Zr, U-Y, U-Pb, U-As, U-Sb) birlikte zenginleştiği ve Zr-Y ilişkisinin ise granitik kökenli kayaç kaynaklı olabileceğini göstermektedir. Şekil 5.1 kondrit normalize dağılım grafiği ve Şekil 5.2 ise, Ce/Kondrit Yb/Kondrit grafiği, negatif Eu anomalilerinin varlığı Graff (1978)'e göre

oksidasyon zonuna işaret etmektedir. Bununla birlikte, Şekil 5.2'de yüksek hafif NTE derişimleri (LF 2, LF 4 ve LF 9 nolu örneklerde) dasitik kayaç içerisinde fay zonlarına yakın alınan örnekleri temsil ettiğı belirlenmiştir. Ayrıca U 'un hafif NTE dense ağır NTE ile kuvvetli pozitif korelasyon ilişkisinin varlığı ağır NTE metalik özelliklerinin hafiflere göre daha yüksek olmasından kaynaklı olmalıdır. Bunun yanında Pb ve Sb de aynı ilişkiyi sunması bu metallerin aynı kaynaklı olabileceğini düşündürmektedir. Cu' ın Ce ve La ile pozitif korelasyon ilişkisinin varlığı, Cu'ın hareketli yeraltı suları tarafından sığ ortamlara taşındığını düşündürmektedir. Hidrotermal çözeltilerin negatif Ce anomalileri volkanojenik kaynaklı hidrotermal katkının varlığını ortaya koyarken (Graff, 1978), pozitif Ce anomalilerinin Pearce (1983) mobil yeraltı ve nehir sularında görüldüğü belirtilmektedir.



Şekil 5.1. NTE /Kondrit örümcek dağılım grafiğı.



Şekil 5.2. Ce /kondrit/ Yb /kondrit arasındaki ilişki

Türkiye'nin bilinen uranyum sahalarında toplam rezerv 9129 ton U_3O_8 ' e karşılık gelmektedir. Bu yatakların bir bölümü % 0,040-0,080 U_3O_8 tenörlü ve çoğunlukla Batı Anadolu'da toplanmış yataklardır. Bunların arasında % 0,050 U_3O_8 ortalama tenörlü Manisa-Köprübaşı önemli bir yer tutmaktadır (Kaçmaz, 2007). Bu çalışma ile kırık zonları ile ilişkili örnekler dışında (LF2, LF4, LF 5 ve LF 9) diğer örneklerin hesaplanan uranyum tenörü % 0.042 olarak saptamıştır. Dahlkamp (2010) uranyum işletme sınırının (cut off grade) % 0.035 olduğu belirtilmiş bu nedenle çalışma alanı içerisindeki U içeriğinin işletilebilir düzeyde olduğu belirlenmiştir. Ancak bu çalışmada rezerv hesaplamalarına yer verilmemiştir.

6. SONUÇLAR

Bu çalışma Rağıllar köyü civarında yüksek radyoaktif değerler vermesi nedeniyle Köprübaşı Formasyonu içerisinde alınan örneklerdeki uranyum dağılımını ve etki eden faktörleri ortaya koymaktadır.

1. Litoloji çakıltası, kumtaşı, tüfit, kiltası, marn ve kireçtaşlarından oluşur. Örnekler, kiltası, marn ve karbonatlı kayalardan alınmıştır. Ancak yapılan çalışma sonucunda U dağılımının litoloji ile ilgili olmadığı ancak uranyumca zengin çözeltilerin fiziko-kimyasal özelliklerine bağlı olduğunu ortaya koymaktadır.
2. U ile P_2O_5 arasındaki kuvvetli pozitif korelasyonun varlığı bu elementin fosfor bileşikleri halinde çökelmiş olabileceğini göstermektedir.
3. Organik karbon ve U dağılım grafikleri çökelmenin inorganik bileşikler tarafından birincil minerallerden (Menderes Masifine ait gnayslardan) çözünerek, kırık çatlak ve geçirimli kumtaşı birimleri içinden taşınarak karbonatlı ve killi seviyeler boyunca çökelmiş olduğunu düşündürmektedir.
4. Negatif Eu anomalileri oksidasyon kuşaklarına işaret etmektedir. Yeraltı sularının sirkülasyonu ve asidik ortamdan alkali ortama geçmesi ya da nehir suları ile karışım noktaları Köprübaşı Formasyonu'nun Rağıllar bölgesindeki alüvyal birimlerin uranyum çökelişi için uygun alanlar oluşturduğunu düşündürmektedir.
5. Bu alanlarda minimum işletme tenörünün (cut off grade) %0.035 üzerinde kalan uranyum zenginleşmelerinin detaylı rezerv hesaplamalarından sonra ekonomik olabileceği bu çalışma ile ortaya çıkmıştır.

KAYNAKLAR

- Akdeniz, N., ve Konak, N., 1979.** Simav-Emet-Tavşanlı-Dursunbey-Demirci Yörelerinin Jeolojisi. MTA Raporu, No: 6547.
- Akkuş, M.F., 1962.** Kütahya-Gediz arasındaki sahanın jeolojisi, Maden Tetkik Arama Enst. Derg., 58, 21-31.
- Aksoy, M., Abiz, O.İ., Sezen, E., Zeyrek, C., Karadenizli, L., Küçük, M., 2011.** Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü Manisa-Köprübaşı AR.1578-ÖİR.10038 nolu ruhsatlarında yapılan çalışmalara ait rapor, MTA Raporu, No:11440 (yayınlanmamış)
- Al-Eshaikh, M.A., Kadachi, A.H., and Sarfraz, N.M., 2013.** Determination of uranium content in phosphate ores using different measurement techniques, Journal of King Saud University – Engineering Sciences, 26, 26-29.
- Avigad, D., Garfunkel, Z., Jolivet, L., and Azanon, J.M., 1997.** Back-arc extension and denudation of Mediterranean eclogites, Tectonics, 16, 924–41.
- Banning, A., Cardona A., and Rüde, T.R., 2012.** Uranium and arsenic dynamics in volcano-sedimentary basins – An exemplary, Applied Geochemistry, 27, 2160-2172.
- Barka, A.A. and Kadinsky-Cade, K., 1988.** Strike-slip fault geometry in Turkey and its influence on earthquake activity, Tectonics, vol. 7, no. 3, 663-684.
- Barka, A.A., 1981.** Seismotectonic aspect of the North Anatolian Fault Zone: Ph.D. thesis, University of Bristol, England.
- Barka, A.A., 1985.** Kuzey Anadolu fay zonundaki bazı Neojen-Kuvaterner havzalarının jeolojisi ve tektonik evrimi, “Ketin Simpozyumu”, TJK yayınları, 209-227.
- Barka, A.A., 1992.** The North Anatolian Fault Zone, Ann. Tectonic, 6, 164-195.
- Barka, A.A., Akyüz, H.S., Cohen, H.A., Watchorn, F., 2000.** Tectonic evolution of the Taşova-Erbaa pull-apart basins, North Anatolian Fault Zone: their significance for the motion of the Anatolia block, Tectonophysics, 322, 243-254.
- Bingöl, E., 1977.** Muratdağı Jeolojisi ve ana kayaç birimlerinin petrolojisi Türkiye Jeol. Kur. Bilt. C; XX S: 2, 13-67.
- Boray, A., Akat, U., Akdeniz, N., Akçaören, Z., Çağlayan, A., Günay, A., Korkmazer, B., Öztürk, E., ve Sav, H., 1973.** Menderes masifinin güney kenarı boyunca bazı önemli sorunlar ve bunların muhtemel çözümleri: Cumhuriyetin 50. yılı, Yerbilimleri Kongresi, 11-20.
- Bozkurt, E., Mittwede, S.K., 2005.** Introduction: Evolution of Neogene extensional tectonics of western Turkey, Geodinamica Acta 18, 153-165.
- Bozkurt, E., 2002.** Discussion on the extensional folding in the Alaşehir (Gediz) Graben, western Turkey, Journal of the Geological Society, London, 159, 105-109.
- Bozkurt, E., 2003.** Origin of NE-trending basins in western Turkey. Geodinamica Acta 16, 61-81.
- Bozkurt, E., Oberhänsli, R., 2001.** Menderes Massif (Western Turkey): Structural, Metamorphic and magmatic evolution, International Journal of Earth Sciences Special Issue, 89, 679-882.
- Bozkurt, E., Satır, M., 2000.** The southern Menderes Massif (western Turkey): geochronology and exhumation history, Geological Journal 35, 285-296.
- Cihan, M., Saraç, G., Gökçe, O., 2003.** Insights into biaxial extensional tectonics: an example from the Sandıklı Graben, west Anatolia Turkey, Geological Journal, 38, 47-66.

- Dahlkamp, F.J., 2010.** Uranium Deposit of the World. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Dewey, J.F., Şengör A.M.C., 1979.** Aegean and surrounding regions: Complex and multiple continuum tectonics in a convergent zone: Geological Society of America Bulletin, 90, 84-92.
- Doglioni, C., Agostini, S., Crespi, M., Innocenti, F., Manetti, P., Riguzzi, F., Savaşın, Y., (2002).** On the Extension in western Anatolia and the Aegean Sea, Journal Virtual Explorer, 7, 117-131.
- England, P., 2003.** The Alignment of Earthquake T-Axes with the principal axes of geodetic strain in the Aegean region, Turkish J. Earth Sci., 12, 47-53.
- Ercan, T., Dinçel, A., Günay, A., ve Türkecan, A., 1977.** Uşak Yöresinin Jeolojisi ve Volkanitlerin Petrolojisi. MTA Raporu, No: 6354.
- Ercan, T., Dinçel, A., Metin, S., Türkecan, A., ve Günay, A., 1978.** Uşak yöresindeki Neojen havzalarının jeolojisi Türkiye jeoloji Kurumu Bülteni, 21(2), 97-106.
- Ercan, T., Günay, A., Dinçel, A., Türkecan, A., ve Küçükayman, A., 1980.** Kula-Selendi Yörelereinin Jeolojisi ve Volkanitlerin Jeolojisi. MTA Raporu, No: 6801.
- Ercan, T., Türkecan, A., Dinçel, A., ve Günay, A., 1983.** Kula-Selendi (Manisa) dolaylarının jeolojisi (Geology of Kula-Selendi (Manisa) area). Jeoloji Mühendisliği, 17, 3-28.
- Erinç, S., 1973.** Türkiye'nin şekillenmesinde neotektoniğin rolü ve jeomorfoloji - jeodinamik ilişkileri, Jeomorfoloji Dergisi 5, 15 - 25.
- Fritz, B.G., Mackley, R.D., Khon, N.P., Patton, G.W., Gilmore, T.J., Mendoza, D.P., McFarland, D.P., Bunn, A.L., Arntzen, E.V., 2007.** Investigation of the Hyporheic at the 300 Area, Hanford Site. PNNL-16805. Pacific Northwest National Laboratory, Richland, Wash.
- Gautier, P., Brun, J.P., Moriceau, R., Sokoutis, J.M., Jolivet, L., 1999.** Timing, kinematics and cause of Aegean extension: a scenario based on a comparison with simple analogue experiments, Tectonophysics, 315, 31-72.
- Görür, N., Şengör A.M.C., Sakıncı, M., Tüysüz, O., Akkök, R., Yigitbaş, E., Oktay, F.Y., Barka, A., Sarıca, N., Ecevitoglu, B., Demirbağ, E., Ersoy, Ş., Algan O., Güneysu C., Ayko, I A., 1995.** Rift formation in the Gökova region, southwest Anatolia, implications for the opening of the Aegean Sea, Geological Magazine, 132, 637-650.
- Graff, J.L., 1978.** Rare Earth Elements Iron Formation and Seawater. Geochim Cosmochim Acta. 42, 1845-1850.
- Guillaumont, R., Fanghanel, T., Fuger, J., Grenthe, I., Neck, V., Palmer, D., Rand, M., 2003.** Update on the Chemical Thermodynamics of Uranium, Neptunium, and Plutonium, second ed. Elsevier, Amsterdam.
- Gürer, A., Pinçe, A., Gürer, Ö.F., ve İlkışık, O.M., 2002.** Resistivity distribution in the Gediz Graben and its implication for crustal structure, Turkish J. Earth Sci., 11, 15-26.
- Hamilton, W.J., 1840.** Researches in Asia Minor, Ph.D Thesis, London.
- Herece, E., Akay, E., 2003.** Kuzey Anadolu Fayı (KAF) Atlası: MTA Yayınları, Özel yayın serisi 2, 61 s.
- Işık, V., and Tekeli, O., 2001.** Late orogenic crustal extension in the northern Menderes massif (western Turkey), evidence for metamorphic core complex formation, International Journal of Earth Sciences, 89(4), 757-765.
- İnci, U., 1984.** Demirci ve Burhaniye bitümlü şeyllereinin stratigrafisi ve organik özellikleri, Türkiye Jeol. Kur. Bült, 5, 27 - 40.

- Jackson, T., and McKenzie, D.P., 1988.** The relationship between plate motions and seismic moment tensors and rates of active deformation in the Mediterranean and Middle East, *Geophys. Jour*, 93, 45-73.
- Jolivet, L., Faccenna, C., Goff , B., Mattei, M., Rossetti, F., Brunet, C., Storti, F., Funicello, R., Cadet, J.P., d'Agostino, N., and Parra, T., 1998.** Midcrustal shear zones in postorogenic extension: example from the northern Tyrrhenian Sea, *Journal of Geophysical Research*, 103, 12123-12160.
- Ka maz, H., 2007.** Manisa-Salihli-K pr ba ı Uranyum Zuhurunun İncelenmesi, Doktora
- Kalafat o lu, A., 1962.** Tavganlı _Dafard  arasındaki b lgenin jeolojisi ve serpantin ve kalkerlerin ya ı hakkında not: *Maden Tetkik Arama Enst. Derg*, 58, 33_46.
- Ketin, İ., 1948.** ber die tektonik-mechanischen Folgerungen aus den grossen Anatolischen Erdbeben des letzten Dezenniums, *Geologische Rundschau*, 36, 77-83
- Ketin, İ., 1966.** Tectonic units of Anatolia (Asia minor), *Bulletin of Mineral Research and Exploration Institute (MTA) of Turkey*, 66, 22-34.
- Kissel, C., and Laj, C., 1988.** Tertiary geodynamical evolution of the Aegean arc: a paleomagnetic reconstruction, *Tectonophysics*, 146, 183-201.
- Ko y  it, A., 2005.** The Denizli graben-horst system and the eastern limit of western Anatolian continental extension: basin fill, structure, deformational mode, throw amount and episodic evolutionary history, SW Turkey. *Geodinamica Acta*, 18 (3-4), 167-208.
- Ko y  it, A., Yusuf  lu, H., Bozkurt, E., 1999.** Evidence from the Gediz graben for episodic two-stage extension in western Turkey, *J. Geol. Soc. London*, 156, 605-616.
- Konak, N.,  akmak  lu, A., Elibol, E., Havzo  lu, T., Hep en, N., Karamandere i, I.H., Keskin, H., Sarıkaya, H., Sav, H. and Yusuf  lu, H., 1994.** Development of thrusting in the median part of the Menderes Massif, *Abstracts 47th Geological Congress*, 34, Ankara.
- Le Pichon, X., and Angelier, J., 1979.** The Hellenic arc and trench system: a key to the neotectonic evolution of the eastern Mediterranean area, *Tectonophysics*, 60, 1-42.
- Le Pichon, X., and Angelier, J., 1981.** The Aegean Sea, *Phil. Trans. R. Soc. London*, Ser. A 300, 357-372.
- Ma, R., Liu, C., Greskowiak, J., Prommer, H., Zachara, J., and Zheng, C., (2014).** Influence of calcite on uranium(VI) reactive transport in the groundwater-river mixing zone, *Journal of Contaminant Hydrology* 156, 27-37.
- Maden Tetkik Arama (1976).** K pr ba ı B lgesi Uranyum yataklarına ait rapor,
- McKenzie, D.P., 1978.** Active tectonics of the Alpine-Himalayan Belt: The Aegean sea and its surrounding regions, *Geophys. J. R. Astr. Soc*, 55, 217-254.
- Meulenka p, J.E., Van Der Zwaan, G.J., Van Wamel, W.A., 1994.** On Late Miocene to recent vertical motions in the Cretan segment of the Hellenic arc, *Tectonophysics*, 234, 53-72.
- Meulenka p, J.E., Wortel, W.J.R., Van Wamel, W.A., Spakman, W., and Hoogerduyn Strating, E., 1988.** On the Hellenic subduction zone and geodynamic evolution of Crete in the late Middle Miocene, *Tectonophysics*, 146, 203-215.
- Ozansoy, F., 1969.** Ege fosil omurgalı faunaları ve Hipparionlu faunaların dikey yayılımı, *Maden Tetkik Arama Enst. Derg*, 72, 189-193.
- Pearce, J. A., (1983).** Role of the sub-continental lithosphere in magma genesis at active continental margins. In: Hawkesworth, C. J. & Norry, M. J. (eds) *Continental Basalts and Mantle Xenoliths*. Nantwich: Shiva, 230-249.

- Philiphs, D.H., and Watson, D.B., (2015).** Distribution of uranium and thorium in dolomitic gravel fill and shale saprolite, *Journal of Hazardous Material*, 285, 474-482.
- Rojay, B., Toprak, V., Demirci, C., ve Süzen, L., 2005.** Plio-Quaternary evolution of the Küçük Menderes Graben Southwestern Anatolia, Turkey. *Geodinamica Acta* 18, 317–331.
- Romaniello, S.J., Hermann, A.D., and Anbar, A.D., (2013).** Uranium concentration and $^{238}\text{U}/^{235}\text{U}$ isotope in modern carbonates from the Bahamas: Assessing a novel paleoredox proxy, *Chemical Geology*, 362, 305-316.
- Schuilng, R. D., 1961.** Kasar- Köprübaşı Anomalisine Dair Rapor ve Civarda Bulunan Bazı Anomalilere Ait Mülâhazalar. MTA Enstitüsü Atom Enerjisi Hammaddeleri Şube Müdürlüğü, Derleme Raporu: 9689, Ankara.
- Schuilng, R.D., 1962.** On petrology, age and structure of the Menderes migmatite complex (SW Turkey), *Bull. Res. Expl. Inst. Turkey*, 58, 71–84.
- Seyitoğlu, G., Kazancı, N., Karadenizli, L., Şen, Ş., Varol, B., ve Karabıyıkoglu, T., 2000.** Rockfall avalanche deposits associated with normal faulting in the NW of Çankırı basin: implication for the post-collisional tectonic evolution of the Neo-Tethyan suture zone, *Terra Nova*, v.12, n.6, 245-251.
- Sözbilir, H., 2001.** Extensional tectonics and the geometry of related macroscopic structures: Field evidence from the Gediz detachment, western Turkey, *Turkish Journal of Earth Sciences* 10: 51-67.
- Sözbilir, H., 2002.** Revised Stratigraphy and Facies Analysis of Palaeocene–Eocene Supra-allochthonous Sediments (Denizli, SW Turkey) and their Tectonic Significance. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 11, 87–112.
- Sözbilir, H., 2005.** Oligocene–Miocene extensionin the Lycian orogen: evidence from the Lycian molasse basin, SW Turkey. *Geodinamica Acta*, 18, 255–282.
- Szecsody, J.E., Truex, M.J., Qafoku, N.P., Wellman, D.M., Resch, T., and Zhonglim, L., (2013).** Influence of acidic and alkaline waste solution properties on uranium migration in subsurface sediments, *Journal of Contaminant Hydrology*, 151, 155-175.
- Şen,Ö., 2009.** Köprübaşı (Manisa) Uranyum Yatağı Çevresinde Toprak, Su Ve Bitki Örneklerinde Uranyum Düzeyleri Ve Olası Çevresel Etkilerinin Belirlenmesi.
- Şengör, A.M.C., 1979.** The North Anatolian transform fault:its age, offset and tectonic significance, *Journal of the Geological Society, London*, 136, 269 - 282.
- Şengör, A.M.C., 1982.** Ege'nin neotektonik evrimini yöneten etkenler, Türkiye Jeoloji Kurultayı, Batı Anadolu'nun Geç Tektoniği ve Volkanizması Paneli, Ankara, sayı.59 – 71.
- Şengör, A.M.C., Görür, N., and Tarodlu, F., 1985.** Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape:Turkey as a case study, Strike-slip deformation, basin formation and sedimentation, Biddle, T.R. and Christie-Blick, N. (ed.), Soc. Econ. Paleontol. Mineral, Special publication, 37, 227-264.
- Şenol, M, ve Karabıyıkoglu, M., 1977.** Kula ve Köprübaşı Yöresinde Uranyum İçeren Neojen Dolgularının Sedimentolojisi. MTA Raporu, No: 5863.
- Tang, G., Luo, G, Watson, D.B., Brooks, S.C., Gu, B., 2013.** Prediction of aluminum, uranium and co-contaminants sorption and precipitation during titration of acidic sediments, *Environ. Sci. Technol*, 47 5787–5793.
- Tatar, Y., 1978.** Kuzey Anadolu Fay Zonunun Erzincan-Refahiye arasındaki bölümü üzerinde tektonik incelemeler, *Yer Bilimleri*, cilt 4, No: 1-2, 201-236.
- Tekkaya, İ., 1976.** İnsanlara ait fosil ayak izleri, *T.J.K, Yeryuvarı ve İnsan*, 2, 8-10.

Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

- Thomson, S.N., Stöckhert, B., Brix, M.R., 1998.** Thermochronology of the high-pressure metamorphic rocks of Crete, Greece: implications for the speed of tectonic processes, *Geology*, 26, 259-262.
- Tümer, A., 1972.** Manisa Salihli Köprübaşı Uranyum Aramaları Rezistivite Etüdü, MTA Derleme No:4858.
- Uçakçı, S., 1976.** Köprübaşı Bölgesi Uranyum Yatakları, MTA Derleme, 73.
- URL-1,** www.yunus.hacettepe.edu.tr/~jlozca07/turkiye_jeolojisi.pdf Türkiye Jeoloji Ders Notları.
- Utku, S., 1973.** Köprübaşı Bölgesine ait Uranyum Cevherlerinin Licing Denemeleri, Rapor III. M.T.A. Enstitüsü, Teknoloji Şb. Metalürji S., Lab. No. 13926 No. 107.
- Wang, X., Ni, S., and Shi, Z., (2014).** Uranium distribution in the sediment of the Mianyuan River near a phosphate mining region in China and the related uranium speciation in water, *Chemie der Erde – Geochemistry*, 74, 661-669.
- Wippert, J., 1964.** Manisa ve Uşak illerindeki zımpara yatakları: Maden Tetkik Arama Enst., derleme, rap. no: 3420. (yayımlanmamış).
- Yıldırım, B., 2011.** Menderes Masifindeki Orta Miyosen Yaşlı Granitlerin Jeodinamik Konumu ve Ege Genişleme Tektoniği ile İlişkisi, Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Yılmaz, H., (1982).** Neojen çökelleri (Köprübaşı–Gördes) içindeki uranyum yataklarının oluşumu, *JMO*, 5, 3–19.
- Yılmaz, Y., Genç, Ş. C., Gürer, F., Bozcu, M., Yılmaz, K., Karacık, Z., Altunkaynak, Ş., ve Elmas, A., 2000.** When did the western Anatolian grabens begin to develop? In tectonics and magmatism in Turkey and the surrounding area, Bozkurt E, Winchester JA, Piper JAD (eds). Special Publications 173. Geological Society, 131-162, London.

ÖZGEÇMİŞ

1989 yılında Elazığ' da doğdum. İlköğretim ve lise eğitimimi Elazığ' da tamamladım. 2008 yılında girmiş olduğum Fırat Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nden 2012 yılında mezun oldum. 2012 yılından beri Fırat Üniversitesi Jeoloji Mühendiliği Maden Yatakları-Jeokimya Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans yapmaktayım.