T.C
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
DENİZ BİLİMLERİ VE İŞLETMECİLİĞİ ENSTİTÜSÜ

MARMARİS VE DENİZEL ALANININ JEOTERMAL POTANSİYELİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

DOKTORA TEZİ

M.Sc. Hakan BEYAZ
Deniz Jeolojisi ve Jeofiziği Ana Bilim Dalı

Danışman
Prof. Dr. Fatih M. ADATEPE

Ocak, 2020

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
DENİZ BİLİMLERİ VE İŞLETMECİLİĞİ ENSTİTÜSÜ

RECEP HAKAN BEYAZ tarafından hazırlanmış ve sunulmuş "MARMARİS ve DENİZEL ALANININ JEOTERMAL POTANSİYELİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ" başlıklı tez DENİZ JEOLOJİSİ VE JEOFİZİĞİ Ana Bilim Dalında DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Fatih M. ADATEPE
[redacted]

Jüri Üyesi
Prof. Dr. Şükrü ERSOY
[redacted]

Jüri Üyesi
Prof.Dr. Mümtaz HİSARLI
[redacted]

Jüri Üyesi
Dr.Öğr. Üyesi Sinan DEMİREL
[redacted]

Jüri Üyesi
Dr.Öğr. Üyesi Fethi Ahmet YÜKSEL
[redacted]

Tez Savunma Tarihi: 17.01.2020

ETİK BEYAN

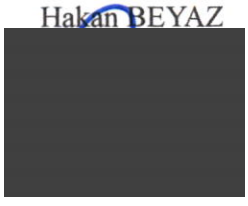
İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü Tez Yazım Klavuzu kuralların uygun olarak hazırladığım ''MARMARİS VE DENİZEL ALANININ JEOTERMAL POTANSİYELİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ'' başlıklı DOKTORA TEZ çalışmasında bilimsel etik ve akademik kurallara riayet ettiğimi;

- Çalışma konusunun özgün olduğunu,
- Tez içinde sunduğum tüm veri ve belgeleri bilimsel etik ve ahlak kuralları çerçevesinde elde ettiğimi,
- Çalışmanın bulgularında tahrifat yapmadığımı ve yanlı davranmadığımı,
- Tez kapsamında yararlandığım tüm eserlere doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya atıfta bulunduğumu,
- Yararlandığım tüm eserlerin kaynakçada gösterilen eserlerden oluştuğunu,
- Kullandığım veri ve belgelerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Patent ve telif haklarını ihlal etmediğimi

bildirir, aksinin vuku bulması durumunda yasal sonuç/sonuçları ve aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabul ettiğimi beyan ederim.

17.12.2019

Hakan BEYAZ



ÖNSÖZ

Bu doktora çalışması, Marmaris ve denizel alanının jeotermal potansiyelinin değerlendirilmesi amacıyla, zengin mineralli sıcak su taşıdığı düşünülen fay zonlarının belirlenmesine yönelik olarak, karasal ortamda gerçekleştirilen jeolojik gözlemler, yüzey radar taramaları, manyetik ölçümler ile denizel alan yansıma sismiği ve yandan taramalı sonar uygulamalarından elde edilen bulguları ve bu bulgular ışığında yapılan jeotermal sondajlama çalışmalarını içermektedir.

Denizel ortamda yapılan sığ yansıma sismiği ve yandan taramalı sonar uygulamaları Marmaris Körfezi içinde günümüze kadar gerçekleştirilen ilk çalışma örneği olup, bu çalışma ile karasal ortamda izlenebilen Marmaris fay sisteminin denizel alanda da devam ettiği belirlenmiştir.

Ayrıca, bu sistemin aktif olduğunun kanıtlarından biri sayılabilecek gaz çıkışları sismik-stratigrafik kesitlerde ve sonar görüntülerinde tespit edilmiş, böylece sıcak su taşıdığı tahmin edilen fay zonlarının deniz–kara ilişkisinin, deniz tabanında incelenebilme fırsatı doğmuştur.

Bu çalışmalar ile; yaz-kış yerli ve yabancı turistlere hizmet vermek üzere bölge ve ülke ekonomisine katkı sağlayacak, aynı zamanda da alternatif sağlık tedavisi uygulamalarına imkân yaratacak şekilde Marmaris'te yine ilk defa, Termal Sağlık Turizminin başlamasına imkân sağlanmış ve Sağlık Bakanlığı tarafından ilçe, tarihinde ilk kez kaplıca merkezleri portalında yer almıştır. Eylül 2019 Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi ile de, Marmaris termal turizm konusunda gösterdiği çıkış dikkate alınarak Turizm Merkezi ilan edilmiştir.

Doktora çalışmasının en başından itibaren gerek kara, gerekse deniz araştırmalarının her aşamasına katılan, ilgi, bilgi ve değerli zamanlarını esirgemeyen kendi çalışmalarına ait yayınlarını, doküman, veri ve belgeler şeklinde benimle paylaşan, uzun yıllardır bıkmadan usanmadan büyük titizlik göstererek tezimin en iyi şekilde tamamlanması için adeta çırpınan, varılan sonuçta en büyük pay sahipleri ve haklarını hiçbir şekilde ödeyemeyeceğim Enstitümüzün değerli Öğretim Üyesi Danışman Hocalarım Sn Prof. Dr. Fatih M. ADATEPE ve Dr. Öğretim Üyesi Sn Sinan DEMİREL'e destekleri ve büyük sabırları için sonsuz şükranlarımı sunarım.

Lisans döneminde, Genel Jeoloji derslerinin Asistan Öğretim Görevlisi iken öğrencisi olduğum, birçok kez arazi çalışmasına katıldığım, bu doktora çalışmasının ana temasının jeotermal araştırma bazlı bir tez olması gerektiği fikrini ortaya koyarak varılan sonuçların özgün olmasına katkı sağlayan tez izleme üyesi Sn Prof. Dr. Şükrü ERSOY'a teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, özellikle bu çalışmanın termal su araştırması kısmında defalarca arazi araştırmalarına katılan, yükseköğrenim hayatım boyunca lisans ve yüksek lisans aşamasında şahsıma hem bir ağabeylik hem hocalık yapan İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Jeofizik Mühendisliği Bölümü Emekli Öğretim Üyesi Dr. Oğuz GÜNDOĞDU' ya, yine aynı duyguları taşıdığım lisans döneminde Asistan Öğretim Görevlisi olarak bir çok derste hocam olan ve beni kırmayıp arazi araştırmalarına bizzat katılan, karasal ortam araştırmalarında jeoradar ve manyetik cihazlarını kullanarak tüm jeofizik ölçümlerini alan ve bu ölçülerin yorumlanmasında fikirlerinden istifade ettiğim değerli hocam Dr. Öğretim Üyesi Fethi Ahmet YÜKSEL'e, Jeolojik açıdan çok değerli görüş ve yorumlarından faydalandığım arazi çalışmalarına katılan Üniversitemizin Jeoloji Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Dr. Ziya GÖRÜCÜ'ye ve yine bir çok kereler arazi çalışmalarına katılarak jeotermal sondaj ve doğal çıkışlı kaynaklara ait laboratuvar analiz işlemlerinin gerçekleştirilmesini ve bu tezin oluşmasını sağlayan en temel kişilerinden biri olan ve ulaşılan sonuçta büyük pay sahibi çok değerli hocamız İstanbul Üniversitesi Su Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi Öğretim Üyesi Doç. Dr. Sibel ÖZESEN ÇOLAK'a müteşekkir olduğumu ifade etmek isterim. Elde ettiğimiz termomineralli suya ait endikasyon raporlarını hazırlayan, Çapa Tıp Fakültesi Öğretim üyeleri Prof. Dr. Nergis ERDOĞAN, Prof. Dr. Zeki KARAGÜLLE ve Doç. Dr. Mine KARAGÜLLE'ye teşekkür ederim. Jeofizik çalışmalarda kullanılan cihazları temin ettiğim, PM Prestij Mühendislik firmasına ve bu firmanın birlikte ölçümler yaptığım Jeofizik Mühendisleri Mehmet YILDIZ, Mustafa KARAKURT, Erdem ERKUŞ, Ekrem HACIOĞLU, Serdar SERTTAŞ, Nural SAĞLAM, Jeoloji Mühendisleri Süha ABIK, Adil ÖZDEMİR, Ramazan ÖZKAN'a katkıları için teşekkürü borç bilirim.

Jeotermal araştırma ve sondajlama işlemlerini birlikte yürüttüğümüz, Marmaris'in Türkiye'deki Termal ve Sağlık Turizmi yapılan sayılı merkezlerlerden biri haline gelmesi için zorluk ve risklere karşı beraber göğüs gerip mücadele ederek birlikte çalıştığımız, bu konsepteki ilk kadın girişimci ve ulaşılan sonuçta en büyük pay sahibi Gürelman Jeotermal Ltd Şti'nin sahibi meslektaşım Nilüfer GÜRELMAN'a sonsuz şükranlarımı sunarım,

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ……i
ÖZET……v
ABSTRACT……vi
TABLO LİSTESİ……vii
ŞEKİL LİSTESİ……viii
SİMGE LİSTESİ……xiii
KISALTMA LİSTESİ……xiv
EK LİSTESİ……xv
1. GİRİŞ……1
1.1. Çalışma Alanı ve Morfolojisi ……2
1.1.1. Çalışma alanı ……3
1.1.2. Çalışma alanının morfolojisi ……3
1.2. Çalışma Alanının Jeolojisi ve Tektoniği ……13
1.2.1. Çalışma alanının jeolojisi ……13
1.2.1.1. Çalışma alanında yer alan başlıca formasyonlar ……16
1.2.2. Çalışma alanının tektoniği……28
2. MATERYAL VE METOT……36
2.1. Karasal Ortamda Yapılan Jeoradar ve Manyetik Çalışmalarına Ait Veriler……36
2.2. Denizel Alanda Yapılan Sismik Çalışmalara Ait Veriler……40
2.2.1. İçmeler Limanı lokasyonu denizel alanda yapılan sismik çalışmalara ait veriler……46
2.2.2. Yalancıboğaz mevkii denizel alanda yapılan sismik çalışmalara ait veriler……49
2.3. Yalancıboğaz Mevkii Denizel Alanda Yapılan Yandan Taramalı Sonar Çalışmalarına Ait Veriler ……51
2.4. Jeotermal Sondajlama Çalışmalarına Ait Veriler ……55
3. BULGULAR……57
3.1. Karasal Ortamda Yapılan Jeoradar ve Manyetik Çalışmalara Ait Bulgular……57
3.1.1. Jeoradar çalışmalarından elde edilen anomali ve kesitler……58
3.1.2. Manyetik çalışmalarından elde edilen anomali ve kesitler……65
3.2. Denizel Alanda Yapılan Çalışmalara Ait Bulgular ……69
3.2.1. İçmeler Limanı lokasyonunda yapılan sismik yansıma çalışmalarına ait bulgular……69
3.2.2. Marmaris Körfezi içindeki Yalancıboğaz mevkiinde yapılan sismik yansıma çalışmalarına ait bulgular……78
3.2.3. Yalancıboğaz mevkii denizel alanda yapılan yandan taramalı sonar çalışmalarına ait bulgular……89
3.3. Jeotermal Sondajlama Çalışmalarına Ait Bulgular ……97
4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR……105
KAYNAKLAR……108
EKLER……110
EK 1. İçmeler Limanı lokasyonunda çıkışı görülen doğal mineralli termal suya ait tıbbi balneolojik değerlendirme raporu……110
EK 2. İzmir Halk Sağlığı Laboratuvarı GY-1 Jeotermal Kuyusu Su Analiz Raporu……116

2.1. Türkiye Atom Enerjisi Kurumu GY-1 Jeotermal Kuyusu Su Radyoaktivite Analiz Raporu……..120
EK 3. İstanbul Üniversitesi Çapa Tıp Fakültesi endikasyon raporu…….....121
EK 4. İçmeler Limanı lokasyonunda yapılan sismik yansıma çalışmalarına ait yorumlanmamış sismik-stratigrafik kesitler……128
EK 5. Marmaris Körfezi içindeki Yalancıboğaz mevkiinde yapılan sismik yansıma çalışmalarına ait yorumlanmamış sismik-stratigrafik kesitler…….133
ÖZGEÇMİŞ……....137
FORMLAR
Tez Çalışması Benzerlik Raporu Uygunluk Yazısı ve Eki

ÖZET

MARMARİS VE DENİZEL ALANININ JEOTERMAL POTANSİYELİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Hakan BEYAZ

Bu çalışmada, jeolojik incelemeler ve jeofizik etüdler sonucu; Hisarönü-İçmeler-Marmaris uzanımlı fay zonunu oluşturan kuzey ve güney kırık hatlarının, termal su taşıdığı belirlenmiş ve ülke ekonomisine katkı sağlamak üzere Termal Sağlık Turizmi amaçlı hizmete sunulmuştur. Böylece, Marmaris yoğun yaz ve kültür turizmi potansiyeli yanında ilk kez kış turizminin başlamasına da imkân doğmuştur. Çalışmanın başlangıç aşamasında, Marmaris fayına ait çizgisellikler arazide yerinde morfolojik olarak takip edilmiş ve fotoğraflanmıştır. Bazı noktalarda çıkış yaptığı gözlemlenen doğal mineralli su kaynağının irtibatlı olduğu jeolojik zonları belirlenmek üzere jeoradar ve manyetik ölçüm sistemleriyle üç boyutlu görüntülenmiştir. Karasal ortamda gerçekleştirilen bir dizi morfolojik, jeolojik, jeofizik incelemelere ilave olarak Marmaris fayının denizel alanda da devam edip, etmediğinin belirlenmesi ve böylece jeotermal potansiyeli taşıyan diğer alanların tespit edilmesine yönelik olarak deniz sismiği ve yandan taramalı sonar uygulamaları yapılmıştır. Bu aşamada, fay kırığının güney kolunun denize bağlantı yaptığı nokta olarak düşünülen liman lokasyonundan başlamak üzere deniz tabanındaki muhtemel izini kesecek şekilde belirlenen 9 adet hat boyunca sismik yansıma ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Hatların altı adedi yaklaşık kuzeybatı-güneydoğu yönelimli olacak şekilde ve İçmeler mahallesinin denizel alanını sınırlayan karşı kıyılar arasında uzanacak biçimde belirlenmiş olup, iki ölçüm hattı bu profilleri çapraz, diğer bir öçlüm hattı ise dikine kesecek şekilde planlanmıştır. Elde edilen sismik veriler her bir dip kesiti için yorumlamaları yapılmış, bu yorumlamalar neticesinde (1-CH-1 kesitinde) gaz çıkışları tesbit edilmiştir. Bu bulguya dayanarak, aynı jeolojik yapıya sahip ve jeotermal potansiyeli taşıdığı düşünülen Marmaris Körfezi içindeki, Yalancıboğaz mevkiinde benzeri bir çalışma yapılmış, önceki sismik kesitlerde görülen gaz çıkışı ve sismik-stratigrafi ikinci denizel çalışma alanında da belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Marmaris Körfezi, fay, jeotermal, sağlık turizmi, termomineralli su

ABSTRACT

EVALUATION OF THE GEOTHERMAL POTENTIAL OF MARMARIS AND ITS MARINE AREA

Hakan BEYAZ

In this study, as a result of geological investigations and geophysical studies; It was determined that the northern and southern fracture lines constituting Hisarönü-İçmeler-Marmaris trending fault area carry thermal water and were put into service for Thermal Health Tourism in order to contribute to the national economy. Thus, in addition to the intensive summer and cultural tourism in Marmaris, winter tourism was also opened for the first time. At the beginning of the study, the linealities of the Marmaris fault were morphologically monitored and photographed in situ. The natural mineral water source, which is observed to emerge at some points, has been visualized in three dimensions by georadar and magnetic measurement systems to determine the geological zones to which it is connected. In addition to a series of morphological, geological and geophysical investigations carried out in terrestrial environments; marine seismic and side-scan sonar applications were performed to determine whether the Marmaris fault continues in the marine area and thus to identify other areas with geothermal potential. At this stage, seismic reflection measurements were carried out along 9 lines determined to cut off the possible trace on the sea floor, starting from the port location, which is thought to be the point where the southern branch of the fault fracture connects to the sea. The first six of the lines are identified to be oriented in the northwest-southeast direction and extend between the opposite shores that limit the marine area of the İçmeler district and the two measuring lines are planned to cross these profiles crosswise and another measurement line. The seismic data obtained were interpreted for each bottom section and as a result of these interpretations (1-CH-1 section) gas outputs were determined. Based on these findings, a similar study was carried out in the Yalancıboğaz locality in Marmaris Bay, which has the same geological structure and is thought to have geothermal potential, and the gas outflow and seismic-stratigraphy seen in the previous seismic sections were determined in the second marine study area.

Keywords: Marmaris Bay, faultline, geothermal, health tourism, thermal mineral water

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1. İçmeler Limanı lokasyonu denizel alanda yapılan sismik yansıma hatlarına ait koordinatlar ve hat uzunlukları…….48
Tablo 2. Yalancıboğaz mevkii denizel alanda yapılan deniz sismiği hatlarına ait koordinatlar ve hat uzunlukları…….....50
Tablo 3. Yalancıboğaz mevkii denizel alanda yapılan yandan taramalı sonar hatlarına ait koordinatlar ve hat uzunlukları…..……..53

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1. Çalışma alanının yer bulduru haritası ve çalışma alanındaki yükselti değişimleri ……3
Şekil 2. Çalışma alanının güneyinde kalan adalardan Bedir Adası'nın güney yönünden görünümü ….……...4
Şekil 3. Marmaris Limanına güney yönden bakış ……..……...5
Şekil 4. Yalancı Boğaz-Adaköy tombolosunun kuzey yönünden görünümü ……...7
Şekil 5. Adaköy tombolosundaki serpantin çakıllarından oluşan set ……....8
Şekil 6. Marmaris Ovasının batıdan görünümü ve Kaleiçi Mahallesi ……10
Şekil 7. İçmeler Ovasının batıdan görünümü ve iki farklı jeolojik yapı arasında gelişen tektonik oluşumlu Karadere ……....11
Şekil 8. Turunç Ovası ve ovayı doğu–batı istikametinde kesen Sümbüllü Deresinin kuzey yönden görünümü ……12
Şekil 9. Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti ……....13
Şekil 10. Çalışma alanının 1/100 000 ölçekli jeoloji haritası …….……...…….15
Şekil 11. Göçgediği Formasyonuna ait bej, krem, kirli sarı renkli kalsitürbidit kireçtaşları……16
Şekil 12. Dolomitik kireçtaşı, silttaşı, kiltaşı içerikli Bayırköy Formasyonu.……..17
Şekil 13. Güverdağı Formasyonuna ait masif ve kalın tabakalanmalı gri renkli dolomitik kireçtaşları……18
Şekil 14. Kireçtaşı, çört ve breşlerden oluşan Karanasıflar Formasyonu ……...19
Şekil 15. Kızıl, yeşil renkli spilit içeren Karanasıflar Formasyonu ……..……19
Şekil 16. Kirli sarı kiltaşı, silttaşı tabakalı Orluca Formasyonu ……..……20
Şekil 17. Yeşil ve kızıl renkli tüfitlerden oluşan Çövenliyayla Formasyonu ……21
Şekil 18. Orhaniye Formasyonu ile geçişli Çövenliyayla Formasyonu ……...……...21
Şekil 19. Mikrit ve çörtlü mikritlerden oluşan Orhaniye Formasyonu ……...……....22
Şekil 20. Orhaniye Formasyonunun radiolarit-çört tabakalı kesimi……..……22
Şekil 21. Marmaris Peridotitlerinin İçmeler Mahallesi yönünden görünümü.……....23
Şekil 22. Kızılcadağ Melanjının Marmaris yönünden görünümü.…….....23
Şekil 23. Kızılcadağ Melanjına ait Datça yolu üzerindeki yüzeylenmeler ……24
Şekil 24. Kızılcadağ Melanjını oluşturan kalın katmanlı ve çatlaklı dolomitik kireçtaşı bloklarından ……..25
Şekil 25. Serpantinleşmiş Harzburgitlerden oluşan Marmaris Formasyonuna Beldibi Mahallesi yönünden bakış …….……...……....26
Şekil 26. Ofiyolitten türeme yuvarlak çakıllı orta-kötü boylanmış konglomeralardan oluşan Bencik Konglomerası ……..27
Şekil 27. Çalışma alanının içinde yer aldığı Alp-Himalaya tektonik sistemi…….……28
Şekil 28. Çalışma alanının da içinde yer aldığı Anadolu'nun tektonik gelişimi……..…...29
Şekil 29. Çalışma alanında Geç Kretase döneminde Tetis evrimi ile gerçekleşen ofiyolitik oluşum……..30
Şekil 30. Batı Anadolu levha tektoniği modeli ……..……32
Şekil 31. Çalışma alanında görülen etkin tektonizma …….……...…….33
Şekil 32. Çalışma alanı içindeki D-B gidişli eğim atımlı normal fayların etkisiyle oluşan D-B uzanımlı İçmeler Mahallesi çöküntü havzasının batı yönünden görünümü…….....34

Şekil 33. Hisarönü Körfezinden başlayarak Köledağ'a kadar uzanan Marmaris fayı ve jeotermal kaynak taşıyan kuzey-güney kırık hatları...…….35
Şekil 34. Jeofizik araştırmada baz nokta olarak alınan doğal mineralli termal su kaynağının Antik Çeşme ve İçmeler Limanı lokasyonunda denize boşalım yaptığı çıkış noktasına ait koordinat belirleme çalışmaları……37
Şekil 35. Doğal kaynağın çıkış noktası İçmeler Limanı ve yakın çevresinde yapılan jeoradar ölçümleri…….38
Şekil 36. İçmeler Limanı ve yakın çevresinde sezyum gradyomanyotometresi ile yapılan ölçümler……39
Şekil 37. Marmaris Körfezi içindeki İçmeler Limanı lokasyonunda yapılan deniz sismiği çalışması…….40
Şekil 38. İçmeler Limanı lokasyonunda yapılacak çalışma için deniz sismik cihazı ve ekipmanın jeofizik ölçümlere hazırlanması…..41
Şekil 39. Denizel alan jeofizik çalışmasında kullanılan piyade tipi tekne……42
Şekil 40. Pentax SMT888-3G, DGPS ekipmanı……..42
Şekil 41. Geo-Spark 1000 jeofizik sismik ölçüm cihazı……...43
Şekil 42. Sparker çekme kablosu.……43
Şekil 43. Streamer ''Hidrofon'' istemi.…44
Şekil 44. Denizde yapılan sismik yansıma çalışmasının temel aşamaları…..45
Şekil 45. İçmeler Limanı lokasyonu deniz sismiği çalışması için belirlenen seyir hatlarının Google görüntüsü..……..46
Şekil 46. İçmeler Limanı lokasyonu deniz sismiği seyir hatlarının Google görüntüsü……..47
Şekil 47. Sismik yansıma veri kalitesinin araştırma ekibince kontrolü.……48
Şekil 48. Marmaris Körfezi Yalancıboğaz mevkii ikinci denizel alan çalışma lokasyonu ve deniz sismiği hatlarının Google görüntüsü…….49
Şekil 49. Marmaris Körfezi Yalancıboğaz mevkii ikinci denizel alan çalışma lokasyonu için yansıma sismiği seyir hatlarının bilgisayarda oluşturulması…….50
Şekil 50. Yandan taramalı sonar sistem birimleri: 1-Pc, 2-Yüzey Birimi(Surface unit) SU232, 3-GPS, 4- Çekmeli Deniz Birimi (Towfish) DE340, 5-Kevlar çeki halatı……..51
Şekil 51. Deniz biriminin diğer (Hull Mount 340) ekipmanları…..……51
Şekil 52. Yandan taramalı sonar sisteminin denizel alan jeofizik çalışmalarında kullanılan piyade tipi tekneye araştırma mürettebatı tarafından monte edilmesi..…….52
Şekil 53. Yalancıboğaz mevkii denizel alanda yapılan yandan taramalı sonar seyir hatlarına ait Google görüntüsü……..……..53
Şekil 54. Yalancıboğaz mevkii denizel alanda yandan taramalı sonar sistemiyle deniz tabanına ait sonar verileri alınırken.……..……54
Şekil 55. Jeotermal sondajlama aşamasından.……...……...…56
Şekil 56. Doğal mineralli termal suyun denize boşalım yaptığı İçmeler Limanı lokasyonu üzerindeki jeoradar ve manyetik ölçüm hatları……....57
Şekil 57. Doğal mineralli termal su çıkışının görüldüğü jeolojik birime ait jeoradar anomali grafiği…….58

Şekil 58. Antik Çeşme ve İçmeler Limanı lokasyonuna ait jeoradar anomali grafiğinde tesbit edilen mağara oluşumlu kırıklanmaların arazideki görünümü.....59
Şekil 59. Kireçtaşlarındaki kırıklanmalara bağlı mağara oluşumları içinde görülen termal etki ile meydana gelmiş aragonitleşme ve kayaç yüzeyinde oluşan sıvanma……..59
Şekil 60. Doğal mineralli termal su çıkışının görüldüğü Antik Çeşme noktasının 448. Sgy nolu jeoradar radargram kesiti ve çeşme ile bağlantılı üst yoldaki kırık sistemleri……..60
Şekil 61. 448. Sgy nolu jeoradar radargram kesitinde belirlenen Antik Çeşme ile bağlantılı üst yol üzerinde görülen kırıklanma…….……60
Şekil 62. İçmeler Limanı lokasyonunun 452-1 nolu jeoradar kaydı ve ölçüm hattı boyunca görülen kırıklanmalar…….……..61
Şekil 63. 452-1 nolu jeoradar kaydının alındığı güzergah……61
Şekil 64. İçmeler Limanı lokasyonunun 452-2 nolu jeoradar kaydına ait radagram kesiti ve ölçümlerin yapıldığı hat ……...…….…….62
Şekil 65. 452-2 nolu jeoradar kaydının alındığı güzergah……62
Şekil 66. Antik Çeşme ile bağlantılı kırık sistemlerinin görüntülenmesi amacıyla İçmeler Limanı lokasyonunda üst ve alt yol üzerinde yapılan jeoradar çalışması…….63
Şekil 67. İçmeler Limanı lokasyonuna ait alt yol jeoradar radargram kesiti. ….……..63
Şekil 68. Doğal mineralli termal su çıkışının görüldüğü Antik Çeşme ve İçmeler Limanı lokasyonuna ait alt-üst jeoradar ölçüm hatlarının kafes diyagramı…..……64
Şekil 69. Doğal mineralli termal su çıkışının görüldüğü jeolojik birime (kireçtaşı) yatay yönde yapılan manyetik çalışma öncesi jeoradar ölçümü ve ana fayla irtibatlı mevcut kırıklanmalar …….....65
Şekil 70. Doğal mineralli termal su çıkışının görüldüğü Antik Çeşme ve İçmeler Limanı lokasyonunda alınan manyetik ölçümlerin gradiyent değişimleri…….66
Şekil 71. Sezyum gradyomanyetometresi alınan manyetik ölçümler……..……66
Şekil 72. Sezyum gradyomanyetometresi üst sensörü ile alınan manyetik alan değişimi ve ana faya bağlı kırıklanma……67
Şekil 73. Sezyum gradyomanyetometresi alt sensörü ile alınan manyetik alan değişimi ve ana faya bağlı kırıklanmalar……...67
Şekil 74. Antik Çeşme ve İçmeler Limanı lokasyonuna ait süreksizliklerin konumları ve ana faya dik konumdaki kırıklanmalara bağlı manyetik anomaliler…….68
Şekil 75. Antik Çeşme ve İçmeler Limanı lokasyonunda yapılan jeoradar ölçümleri …….68
Şekil 76. Sismik kesitlerde görülen (B) biriminin Kızılcadağ Melanjına ait serpantin hamuru yeşil tüfit içeren kısımlarının Armutalan yolu üzerinde verdiği mostra….....70
Şekil 77. Sismik kesitlerde görülen (C) biriminin Kızılcadağ Melanjına ait radiolarit-çört tabakaları içeren kısımlarının İçmeler Liman yolu üzerinde verdiği mostra…..70
Şekil 78. 1-01-CH-1 Deniz sismiği hattına ait yorumlanmış sismik-stratigrafik kesit..……...71
Şekil 79. 1-02-CH-1 Deniz sismiği hattına ait yorumlanmış sismik-stratigrafik kesit...…….....72

Şekil 80. 1-03-CH-1 Deniz sismiği hattına ait yorumlanmış sismik-stratigrafik kesit…….72
Şekil 81. 1-04-CH-1 Deniz sismiği hattına ait yorumlanmış sismik-stratigrafik kesit…….73
Şekil 82. 1-CH-1 Deniz sismiği hattına ait yorumlanmış sismik-stratigrafik kesit...……...74
Şekil 83. 1-CH-1 Sismik kesitinde görülen termojenik kökenli gaz çıkış noktasının yaklaşık yeri……..74
Şekil 84. ‘’b-CH-1’’ Deniz sismiği hattına ait yorumlanmış sismik-stratigrafik kesit…….75
Şekil 85. ‘’capraz-CH-1’’ Deniz sismiği hattına ait yorumlanmış sismik-stratigrafik kesit..….....76
Şekil 86. ‘’çapraz2-CH-1’’ Deniz sismiği hattına ait yorumlanmış sismik-stratigrafik kesit……...76
Şekil 87. ‘’dik-CH-1’’ Deniz sismiği hattına ait yorumlanmış sismik-stratigrafik kesit...……...77
Şekil 88. Hisarönü-İçmeler-Marmaris fay zonunun güney-kuzey kırıkları ile 1. ve 2. denizel alan sismik yansıma ölçüm lokasyonunu gösterir Google görüntüsü….…….....78
Şekil 89. Yalancıboğaz mevkiinin denizel alan sismik yansıma çalışma lokasyonu ve kıyı jeolojik yapılaşması……..……79
Şekil 90. Yalancıboğaz mevkiinin jeolojik yapılaşması ve ikincil denizel alan jeofizik ölçüm lokasyonunu gösteren Google görüntüsü……80
Şekil 91. Marmaris Körfezi Yalancıboğaz mevkii denizel alan sismik yansıma çalışma lokasyonu ve kıyı jeolojik yapılaşmasının denizden görünümü……..82
Şekil 92. 1-CH-1 Deniz sismiği hattına ait yorumlanmış sismik-stratigrafik kesit…….83
Şekil 93. 1-01-CH-1 Deniz sismiği hattına ait yorumlanmış sismik-stratigrafik kesit……...84
Şekil 94. 1-02-CH-1 Deniz sismiği hattına ait yorumlanmış sismik-stratigrafik kesit……84
Şekil 95. 1-03-CH-1 Deniz sismiği hattına ait yorumlanmış sismik-stratigrafik kesit……85
Şekil 96. 1-04-CH-1 Deniz sismiği hattına ait yorumlanmış sismik-stratigrafik kesit……86
Şekil 97. 1-05-CH-1 Deniz sismiği hattına ait yorumlanmış sismik-stratigrafik kesit……87
Şekil 98. 1-06-CH-1 Deniz sismiği hattına ait yorumlanmış sismik-stratigrafik kesit……87
Şekil 99. ‘’kontrol-CH-1’’ Deniz sismiği hattına ait yorumlanmış sismik-stratigrafik kesit……..88
Şekil 100. Yandan taramalı 1. sonar hattına ait yorumlanmış deniz tabanı görüntüsü……89
Şekil 101. Yandan taramalı 2. sonar hattına ait yorumlanmış deniz tabanı görüntüsü…….....90
Şekil 102. Yandan taramalı 3. sonar hattına ait yorumlanmış deniz tabanı görüntüsü…..…...91
Şekil 103. Yandan taramalı 3. sonar hattına ait anomalilerde görülen baca tipi yapılar…..…91
Şekil 104. Yandan taramalı 4. sonar hattına ait yorumlanmış deniz tabanı görüntüsü…..…..92
Şekil 105. Yandan taramalı 5. sonar hattına ait yorumlanmış deniz tabanı görüntüsü…..….92
Şekil 106. Yandan taramalı 6. sonar hattına ait yorumlanmış deniz tabanı görüntüsü…..…..93
Şekil 107. Yandan taramalı 7. sonar hattına ait yorumlanmış deniz tabanı görüntüsü…..…..93
Şekil 108. Yandan taramalı 8. sonar hattına ait yorumlanmış deniz tabanı görüntüsü…..…..94
Şekil 109. Yandan taramalı 9. sonar hattına ait yorumlanmış deniz tabanı görüntüsü……....94
Şekil 110. Yandan taramalı 10. sonar hattına ait yorumlanmış deniz tabanı görüntüsü…..…95
Şekil 111. Yalancıboğaz mevkiinde denizel alanda yapılan 10 adet yandan taramalı sonar hatlarına ait düzeltilmiş ve birleştirilmiş toplu sonar Google görüntüsü……...96
Şekil 112. Jeotermal sondajlama lokasyonunu gösterir Google görüntüsü……..……...97

Şekil 113. Sondajlama noktasındaki jeolojik-tektonik oluşumu gösterir Google görüntüsü……...….98
Şekil 114. Jeotermal sondajlama noktasına ait ilişkili kırık sistemlerinin 2 boyutlu topoğrafik görüntüsü……...……...98
Şekil 115. Jeotermal sondajlama noktasına ait ilişkili kırık sistemlerinin 3 boyutlu topoğrafik görüntüsü……...……...99
Şekil 116. Jeotermal sondajlama noktasının 1/25 000 ölçekli jeolojik haritası ve ilişkili kırık sistemleri...……..……...99
Şekil 117. Jeotermal sondaj noktasının lokal jeolojik birimlerini gösterir 1/20 000 ölçekli topoğrafik koordinatlı haritası……...100
Şekil 118. Jeotermal sondaj noktasında gözlemlenen ultra bazik kayaçlar……...101
Şekil 119. Jeotermal sondaj lokasyonu ve kuyu delim aşaması……..……..101
Şekil 120. Jeotermal sondaj ekipmanı……..…….102
Şekil 121. GY-1 kuyusunda kesilen serpantin, gabro, bazalt ve benzeri volkanik birimler.....102
Şekil 122. GY-1 jeotermal sondajında kesilen jeolojik birimleri ve derinliklerini gösterir kuyu şeması…….103
Şekil 123. GY-1 jeotermal sondaj kuyusundan elde edilen termomineralli su……..104

SİMGE LİSTESİ

C : Celsius
µs : Microsimens
° : Derece
´ : Saniye
Bq : Bequerel
cm : Santimetre
F : Fay
gr : Gram
GY-1 : Grand Yazıcı Jeotermal Sondaj Kuyusu
kHz : Kilo Hertz
km : Kilometre
km^2 : Kilometre Kare
L : Litre
m : Metre
mg : Miligram
MHz : Mega Hertz
sn : Saniye
% : Yüzde

KISALTMA LİSTESİ

GPS : Differential Global Positioning System (Küresel Konumlandırma Sistemi)
TE : Transvers Elektrik (Ters Akım)
UNWTO : United Nations World Tourism Organization (Birleşmiş Milletler Dünya Turizm Örgütü)
PH : Power of Hydrogen (Hidrojenin Gücü)

EK LİSTESİ

Sayfa

EK 1. İçmeler Limanı lokasyonunda çıkışı görülen doğal mineralli termal suya ait tıbbi balneolojik değerlendirme raporu……110
EK 2. İzmir Halk Sağlığı Laboratuvarı GY-1 Jeotermal Kuyusu Su Analiz Raporu.…….116
EK 2.1. Türkiye Atom Enerjisi Kurumu GY-1 Jeotermal Kuyusu Su Radyoaktivite Analiz Raporu……..…120
EK 3. İstanbul Üniversitesi Çapa Tıp Fakültesi endikasyon raporu……...121
EK 4. İçmeler Limanı lokasyonunda yapılan sismik yansıma çalışmalarına ait yorumlanmamış sismik-stratigrafik kesitler ..……..128
EK 4.1. 1-01-CH-1 Deniz sismiği hattına ait yorumlanmamış sismik-stratigrafik kesiti…. 128
Ek 4.2. 1-02-CH-1 Deniz sismiği hattına ait yorumlanmamış sismik-stratigrafik kesiti….. 128
EK 4.3. 1-03-CH-1 Deniz sismiği hattına ait yorumlanmamış sismik-stratigrafik kesiti…. 129
EK 4.4. 1-04-CH-1 Deniz sismiği hattına ait yorumlanmamış sismik-stratigrafik kesiti…..129
EK 4.5. 1-CH-1 Deniz sismiği hattına ait yorumlanmamış sismik-stratigrafik kesiti……130
EK 4.6. "b-CH-1" Deniz sismiği hattına ait yorumlanmamış sismik-stratigrafik kesiti…...130
EK 4.7. "capraz-CH-1" Deniz sismiği hattına ait yorumlanmamış sismik-stratigrafik kesiti……131
EK 4.8. "çapraz2-CH-1" Deniz sismiği hattına ait yorumlanmamış sismik-stratigrafik kesiti…....131
EK 4.9. "dik-CH-1" Deniz sismiği hattına ait yorumlanmamış sismik-stratigrafik kesiti……....132
EK 5. Marmaris Körfezi içindeki Yalancıboğaz mevkiinde yapılan sismik yansıma çalışmalarına ait yorumlanmamış sismik-stratigrafik kesitler……..133
EK 5.1. 1-CH-1 Deniz sismiği hattına ait yorumlanmamış sismik-stratigrafik kesiti……133
EK 5.2. 1-01-CH-1 Deniz sismiği hattına ait yorumlanmamış sismik-stratigrafik kesiti….. 134
EK 5.3. 1-02-CH-1 Deniz sismiği hattına ait yorumlanmamış sismik-stratigrafik kesiti…...134
EK 5.4. 1-03-CH-1 Deniz sismiği hattına ait yorumlanmamış sismik-stratigrafik kesiti.....135
EK 5.5. 1-04-CH-1 Deniz sismiği hattına ait yorumlanmamış sismik-stratigrafik kesiti…...135
EK 5.6. 1-05-CH-1 Deniz sismiği hattına ait yorumlanmamış sismik-stratigrafik kesiti…...136
EK 5.7. 1-06-CH-1 Deniz sismiği hattına ait yorumlanmamış sismik-stratigrafik kesiti…...136
EK 5.8. "kontrol-CH-1" Deniz sismiği hattına ait yorumlanmamış sismik-stratigrafik kesiti……..136

1. GİRİŞ

Termal ve Sağlık Turizmi, Birleşmiş Milletler Dünya Turizm Örgütüne (UNWTO) göre 21. Yüzyılın en önemli sektöründen biri olarak gösterilmektedir. Bu sektör, yarattığı yüksek istihdam ile coğrafi bazda ortaya çıkan ekonomik dengesizliğin azalmasına sağladığı destek yanında, kazandırdığı döviz girdisiyle de cari ve dış ticaret açığın azaltılması, dış borç yükünün hafifletilmesi, ülkelerin makroekonomik sorunlarının çözümünde ciddi bir ekonomik etki oluşturmaktadır. Dünya ve Türkiye'de bu alandaki turizm hareketlerinin hızlı gelişmesinin nedenleri arasında; insanların daha sağlıklı ve uzun ömürlü olma istekleri, konaklama birimlerinin yaygınlaşması ve çeşitliliği, tanıtma reklam ve halkla ilişkiler faaliyetlerinin etkinliği, paket turlarla beraber kitle turizminin ortaya çıkması, toplumlarda tatil düşüncesinin yaygınlaşması, hızlı kentleşmeyle birlikte ortaya çıkan gürültü, hava kirliliği, trafik problemi, aşırı stres gibi sorunların insanların toplumsal ve psikolojik yapısı üzerinde olumsuz etkiler meydana getirmesi gösterilebilir.

Ayrıca, giderek yaşlanan kanserle, obeziteyle ve çeşitli hastalıklarla mücadele eder hale gelen toplumun daha ekonomik koşullarda satın almak istediği belki de en öncelikli turizm ürünü olarak, Termal ve Sağlık Turizmi ciddi bir pazar meydana getirmiştir.

Buradan hareketle, Türkiye'nin en önemli turizm destinasyonlarından biri gösterilen Marmaris'in termal ve sağlık turizmi potansiyelinin değerlendirilmesinin mutlak gerekli olduğu düşüncesiyle bu doktora çalışması, zengin mineralli sıcak su taşıdığı öngörülen fay zonlarının belirlenmesi amacına yönelik olarak, karasal ortamda jeolojik gözlemler, yüzey radar taramaları ve manyetik ölçümler ile Marmaris Körfezi içinde denizel alanlarda sığ yansıma sismiği, ayrıca yandan taramalı sonar uygulamaları şeklinde gerçekleştirilmiştir.

Elde edilen veriler ve bulgular ışığında jeotermal potansiyeli taşıdığı belirlenen kırık hattı üzerinde sondajlama yapılmıştır. GY-1 adı verilen sondaj kuyusu, denizaltı volkanitleri içeren Marmaris Ofiyolit Napına ait kretase yaşlı volkanik Peridotid–Harzburgit birimleri ile Üst Senoniyen yaşlı volkanik ofiyolitik Melanj birimlerini birbirinden ayıran ters fay üzerinde açılmıştır.

Dip derinliği 252 m olan bu jeotermal kuyusundan, 42° C hazne sıcaklığında elektiriksel iletkenliği 9300 µs/cm olan 8,2 PH değerine sahip, 20 çeşit iyon ve 5,156 gr/L değerinde mineral ihtivası bulunan, 2,41(±0,58) Bq/L Alfa ile 2,29(±0,55) Bq/L Beta radyoaktivite seviyeli termomineralli su kaynağı elde edilmiştir.

Jeotermal kaynak, 26 Mart 2019 tarihinde resmi açılış ile Marmaris'in en büyük turistik tesisinde hizmete sunulmuştur.

Bu kapsamda, Marmaris'te yaz ve kültür (Adatepe ve Erel, 2001) turizminin yanında, termal ve sağlık turizmi konusunda ulusal ve uluslararası literatürde benzer bir araştırmanın günümüze kadar yapılmamış olması bu çalışmanın özgünlüğünün yanı sıra akademik literatüre katkısı bakımından da önemlidir.

Yine özellikle, geçimini Marmaris turizm sektöründen sağlayan esnaf ve otelcilerin yıllardır özlemini duyduğu yaz-kış on iki ay turist arzusunun gerçekleşmesine bir başlangıç ve şifa bulma amacıyla doktor tavsiyesiyle kaplıcalara koşan yerli ve yabancı insanlara da bir umut olabilecek ‘’Termal ve Sağlık Turizminin’’ hayata geçirilmesi ve ilçenin önce Türkiye, sonrasında Avrupa ve Dünya ölçeğinde gerçek bir alternatif tedavi merkezi haline gelmesine imkân vererek bölgeye ve insanlığa sağlayacağı faydalar açısından da bu çalışma ile arzu edilen hedefe ulaşılmıştır.

1.1. Çalışma Alanı ve Morfolojisi

1.1.1. Çalışma alanı

Çalışma alanı, 1/25 000 ölçekli topoğrafik haritanın Marmaris 020-a3,a2,b4,b1 ve d2 paftalarında yer almaktadır. Coğrafi koordinatlar yaklaşık olarak 36°45′-36°65′ Kuzey Enlemleri ile 28°5′-28°15′ Doğu Boylamları arasındadır.

Muğla İline bağlı ve 866 km^2 lik bir alana yayılan Marmaris, batısında Köyceğiz, kuzeyinde Ula, güneybatısında Datça İlçeleri ve güneyden Akdeniz ile çevrilmiştir.

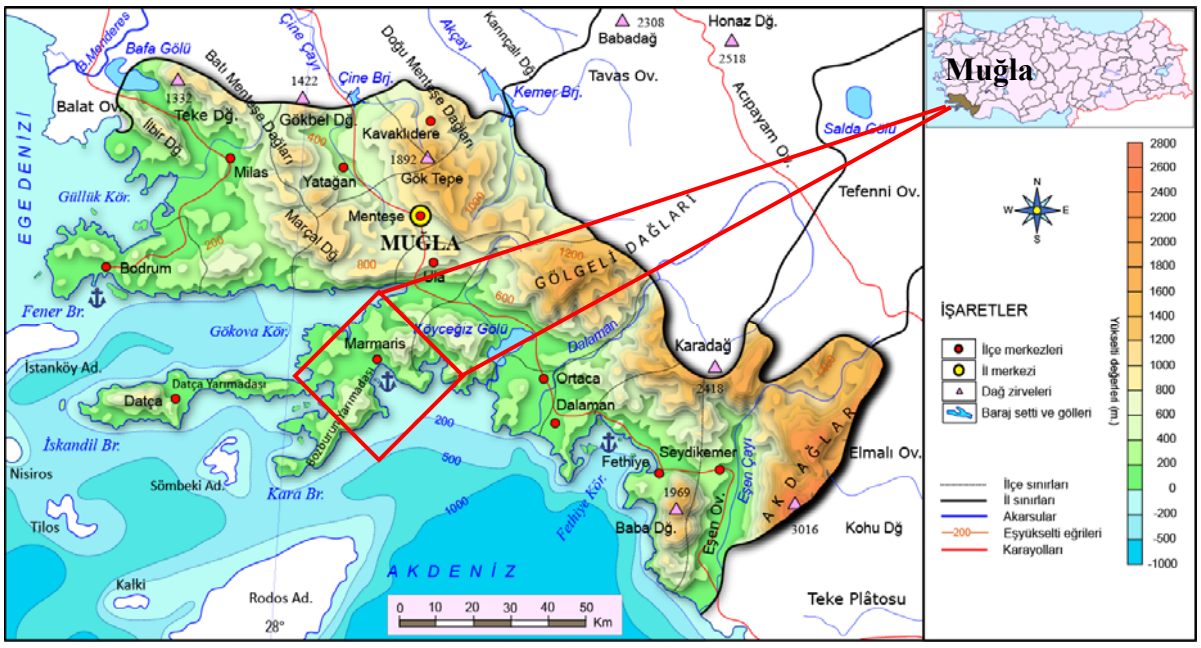
Türkiye'nin güneybatı bölgesinde bir sahil şehri olan Marmaris, Gökova, Hisarönü ve Marmaris Körfezleri ile üç yönden açık denize bağlantılıdır.

İl merkezine 65 km uzaklıkta bulunan ilçe, Datça'ya 90 km, Ula'ya 50 km ve Köyceğiz'e 70 km mesafede konumlanır. İlçe merkezi ile beldeleri arasında ulaşım her mevsim asfalt kaplı karayolları veya denizden kolaylıkla sağlanabilmektedir (Şekil 1).

1.1.2. Çalışma alanının morfolojisi

Çalışma alanının genel morfolojik yapısı, topoğrafik olarak yüksek eğimli tepeliklerle çevrili ve yaklaşık kuzey–güney uzanımlı vadiler biçimindedir. Yamaçlar haricindeki alanlar denize yakın kesimlerde düzgün satıhlı, kıyıdan uzaklaşıldıkça engebeli bir yüzeye sahiptir. Vadi içi yüksek kotlardan kopup gelen iri ve ince malzemeyle harmanlanmış Alüvyonal bir zemin üzerinde oturmaktadır.

Topoğrafik eğim sahil bölümünde 0-10° arasında kalırken dağ kenarlarında 20-30° dereceye ulaşabilmektedir (Bilgin, 1965) (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanının yer bulduru haritası ve çalışma alanındaki yükselti değişimleri (Saygılı, 2015).

Sahil kesiminde deniz seviyesinde kalan yükseklikler, yer yer %35-55'lik ani sıçramayla kısa mesafelerde 200 m kot farkına erişebilmektedir. Tepelikler yer yer kireçtaşı yar yer Peridotid hakimiyetindedir. Çalışma sahasının güneybatısında uzanan Bozburun Yarımadası genel olarak Mesozoik kalkerlerden meydana gelmektedir ve toprak yapısı Terra-Rossadır. Yarımadanın ortalama yükseltisi 350 metre civarındadır. Alçak noktaları, tepeler arasındaki vadiler ve kıyılar meydana getirmektedir. Yarımadanın kuzeydoğusu (İçmeler Ovası güneybatısında) mermer oluşumlar mevcuttur. Buradaki mermerlerin çok eski dönemlerden beri işletildiği bilinmektedir (Bilgin, 1965) (Şekil 1).

Dağlık Alanlar; Çalışma alanını sınırlandıran Balan Dağları tamamen Serpantinli bir strüktüre sahiptir. İklim şartları nedeni ile meydana gelen aşınmalar tepelikleri yuvarlaklaştırmıştır. Balan Dağları kuzey-güney istikametinde uzanan bir vadi ile sınırlanmaktadır ve bu çukurluğun denizden yüksekliği 100 metre kadardır. Dağ bunun doğusunda kalmaktadır. Tepelik yeri 1000 metreye ulaşmaktadır ve çalışma sahasının en yüksek yeri halindedir. Dağlık alan tümüyle kızılçam ormanları ile örtülüdür. Çalışma alanının kuzeyinde pliyosen yaşlı Peridotid konglomeraları geniş bir kaplamaktadır. Yalnız Gelibolu, Sedir, Taşbükü gibi adalarda strüktür daha karışıktır. Buralarda, Serpantin ile beraber konglomeralı mercan kalkerlerine bir arada rastlanabilmektedir. Çalışma alanının güneyinde kalan adaların genel olarak yükseltisi 50 metredir (Bilgin, 1965) (Şekil 2).

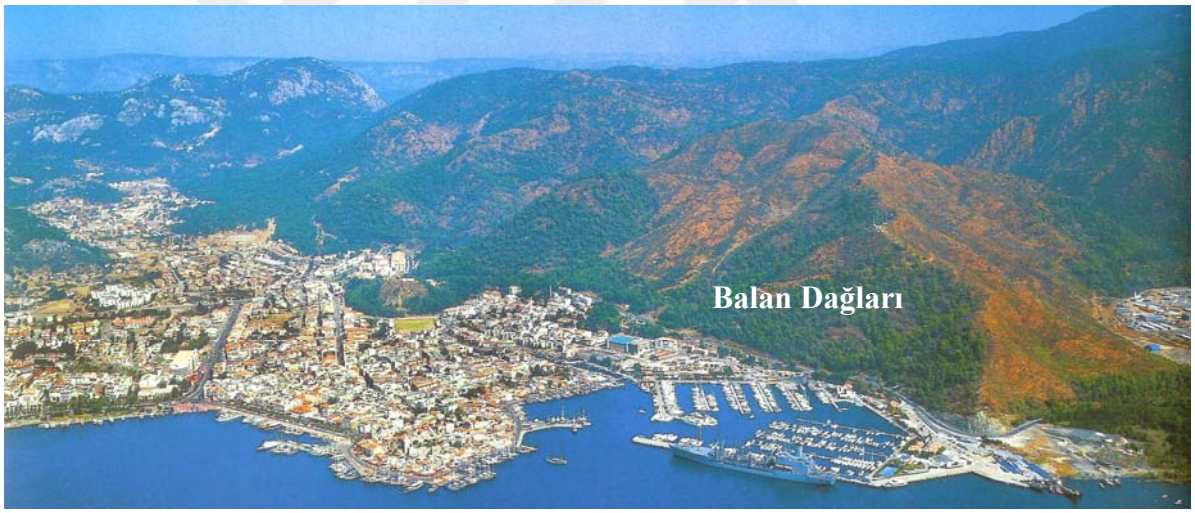


Şekil 2. Çalışma alanının güneyinde kalan adalardan Bedir Adası'nın güney yönünden görünümü

Çalışma alanı içinde devamlı akışı olan dere bulunmamaktadır. Yalnız Günlük Azmağı'nın en kurak dönem olan Ağustos-Eylül dönemi hariç diğer aylarda bir miktar su taşıdığı görülmektedir. Kuzeyden güneye doğru sadece kış aylarında yatağında su bulunduran üç dere vardır. Bunlar Kocaalan, Günlük Azamağı ve Karasu'dur. Çalışma alanını oluşturan arazi yapısı oldukça karışıktır. Bu karışıklık daha çok kalker bir arazi içinde birden Serpantin yüzeylerin ortaya çıkması veya tam tersine Serpantinler içinde bir kalker tepenin yükselmesi şeklinde kendini göstermektedir. Arazi yapısı genelde yükseklikler halindedir (Bilgin, 1965).

Kuzey-güney istikametinde geçen Marmaris-Muğla yolu doğusu batısına nazaran çok daha fazla bir yükseltiye sahiptir. Dağlık alanlar aşınmalar dolayısıyla yuvarlaklaşmış olup yeşil bir orman örtüsüyle kaplıdır. Balan Dağından (Şekil 3) sonra diğer tepelikler Ferik Dağı 650 metre, Karadağ 550 metre yüksekliktedirler. Vadiler ise simetriktirler ve genel olarak eğimleri 50-60 derece civarındadır. Tüm yamaçlar tipik Akdeniz bitkileri ve kızılçam ormanlarıyla örtülüdür. Yaz–kış devamlı akışı olan herhangi bir akarsuya rastlanmayan düzlük alanlarda sadece kuru dere yataklarının en alt kotlarında küçük su birikintilerine ve yine küçük ölçekli bataklık oluşumlarına rastlanır. Çalışma alanında yer alan ovalar birikme neticesinde meydana gelmişlerdir. Yükseltileri çok azdır.

Kıyılar; Kıyılar koylarla şekillenmiş olup çok girintili çıkıntılıdır. Çalışma sahasında görülen başlıca morfolojik şekiller ovalar dağlık kısımlar ve kıyılardır. Günümüzde Marmaris Limanının yer aldığı kısım, bir başka değişle Marmaris Koyu, Pleistosen döneminde oluşmuştur (Bilgin, 1965) (Şekil 3).



Şekil 3. Marmaris Limanına güney yönden bakış

Daha önceleri burada büyük bir polyenin yer aldığı kuvvetle olasıdır. Koyun kuzeyindeki Marmaris Ovası bu büyük polyenin bir devamı olabilir. Çalışma alanını strüktür bakımından üç kısımda incelememiz mümkündür; Bunlardan ilki; yaklaşık olarak doğu-batı istikametinde Bozburun Yarımadası kuzeyinde bulunan adalar bölgesi. Burası tamamen Mesozoik kalkerlerIe kaplıdır. İkincisi; Kozcakara Dağları kuzeyi ile Balan Dağları kuzeybatısına kadar olan kısımdır ve genel olarak Peridotitten oluşmaktadır (Bilgin, 1965) (Şekil 3).

Çalışma alanının üçüncü kesimi ise; Kuzey kısımdır. Burada Pliosen yaşlı Peridotit konglomeralar hakimdir ancak yer yer şistlere de rastlanır. Çalışma alanında gözlemlenen jeomorfolojik durum Pliosen sonrası kuvvetli tektonik haretketler ve bu hareketlerin etkisiyle meydana gelmiş parçalanmalar ile ilgilidir. Bu anlamda, Pliosen yaşlı tortullar dahi tektonizma ile yükselmiş ve kırılmışlardır. Çalışma alanı Ege Denizi havzası ile hemen hemen aynı evreyi geçirmiştir (Bilgin, 1965).

Ege'nin kara olduğu Neojen dönemi sonunda Egeit adı verilen bu kara parçası çökmelere uğramış ve çukurlaşan alanlara denizlerin istilası ile bugünkü kıyılar ortaya çıkmıştır. Türkiye'nin guneybatısında yer alan Marmaris ve çevre kıyıları da bu devrede ortaya çıkmıştır. Marmaris kıyıları Ege tipi kıyılardır. Her iki kıyı sisteminin ortak özelliği çok girintili çıkıntılı olmaları burunların anlarında körfez ve adaların yer almış olmasıdır. Bu girintilerden biri olan Marmaris Limanı aynı özelliği göstermektedir. Marmaris kıyılarını bir hilal gibi (koyun güney ve güneybatısı hariç) serpantin bazlı kum ve çakılları çevirmektedir.

Yarımadalar ve Adalar; Koyun güneyinde yer aları Adaköy Yarımadası kıyıları ve güneybatıda yer alan Bozburun Yarımadası kıyılarında kalkerler bazen hafif bir eğimle bazen de dik bir şekilde denize dalmaktadır. Derin olan bu kıyılar boyunca bir çok mağaracıklar bulunmaktadır. Çalışma sahasının kuzeyinde yer alan Gökova Körfezi kıyıları ve buradaki adalarda ise (Gelibolu Sedir, Taşbükü AdaIarı) kıyılar bir dantel gibi koylarla süslenmiştir. Çalışma sahasında yer alan adalar iki gurup halinde incelenebilir;

I- Araştırma sahasının güneyinde yer alan adalar; Bunlar; Marmaris Limanının güneyinde ve güneybatısında yer alırlar. Sırasıyla; Adaköy, Bedir, Keçi ve Güvercin Adalarıdır.

II- Araştırma sahasının kuzeyinde Gökova Körfezinde yer alan adalar; Bunlar Marmaris'in kuzeybatısına düşerler ve Gelibolu, Sedir ve Taşbükü adaları ismini taşırlar.

Bedir Adası, Adaköy Yarımadasının 500-600 metre kadar kuzeyinde küçük bir adadır. Keçi Adası, Marmaris'in güneybatısında, Adaköy'ün ise kuzeybatısında yer almaktadır. Adaların toprak örtüsü kırmızı renkteki Terra–Rossa topraklarıdır. Genel jeolojik yapı Mesozoik kalkerli litolojidir (Bilgin, 1965) .

Marmaris'in güneyinde yer alan Adaköy ise, ilk bakışta kıyıya bağlantısı olmayan bir ada gibi görünmektedir. Aslında bir ada olmayıp, yarımadadır. Çünkü kumlu bir dil ile kıyıya bağlanmıştır. Doğusunda Akdenize açılan bir boğazmış gibi görünen kısım bir tombolodur. Koyun esas girişi ise Adaköy'ün kuzeybatısındadır.

Ada ile kıyı birbirine çok az bir yükselti ile bağlıdır. Ve bu nedenle Adaköy bir yarımadadır. Tombolo, Marmaris ilçesinin 4-5 km güneyinde yer almaktadır. Halk ağzında buraya verilen isim ''Yalancı Boğaz'' dır (Bilgin, 1965) (Şekil 4).



Şekil 4. Yalancı Boğaz-Adaköy tombolosunun kuzey yönünden görünümü

Bir birikme neticesi meydana gelmiş olan tombolo, yaklaşık 550 m uzunluktadır. Genişlik doğuda 15-20 metreden başlar, batıda 150 metreyi bulur. Tombolo yüksekliği çok azdır ve 3-4 m arasında değişim gösterir. Güneyden gelen kuvvetli dalgalar özellikle kış aylarında tomboloyu aşabilmektedir. Nitekim tombolunun kuzeye bakan yani koy tarafındaki yüzünde görülen materyaller bu durumu teyid etmektedir. Kıyının biraz açığında bulunan Adaköy kıyı okunun zamanla kendine doğru yaklaşmasıyla karaya bağlanmış olmalıdır. Kıyının hemen önünde bulunan kayalık bir tümsek veya su altındaki bir engel birikmeye başlangış noktası olabilir (Bilgin, 1965) (Şekil 4).

Burada yığılmış kum ve çakılların geldiği yerler, yakınında bulunan ana kara parçasıdır. Tombolo üzerinde (doğu uçta) Adaköy kalkerlerine ait hiçbir ize rastlanmamıştır. Tombolo güneyde Akdenize tamamen açık durumdadır. Tombolonun en dar yeri doğu ucudur. Batıya doğru tombolo bir yay çizerek devam eder. Doğu-Batı istikametinde olan ilk kavise kadar olan mesafe 200 m kadardır. Bu kavisten itibaren tombolo yönelimi kuzeydoğu-güneybatı olmakta ve 350 metreyi bulan bir uzunlukla Adaköy'e varılmaktadır. Tombolonun batı ucundaki kuzey ve güney kıyılarda iri kum ve Serpantin çakılları yer almaktadır (Bilgin, 1965) (Şekil 5).



Şekil 5. Adaköy tombolosundaki serpantin çakıllarından oluşan set

Tombolonun asıl ucuna asıl kara, batı ucunu ise Adaköy meydana getirmektedir. Tomboloyu oluşturan materyaller büyüklüklerine göre; 1-Büyük Serpantin taşlar (15 cm'den büyük ebadta), 2-Küçük Serpantin çakıllar (5-10 cm ebadında), 3-Küçük Serpantin çakıllar (5 cm'den küçük ebadta), 4-İri taneli Serpantin kumlar, 5-İnce taneli kumlardır (Şekil 5). Tombolo batı uca doğru genişlemiştir. Burada kuzey tarafta tombolo üzerinde geniş yer kaplayan sazlıklar kışın bu alanların bataklık halde bulunduğunu ortaya koymaktadır. Buna göre tombolo yüzey eğimi kuzeyde 10°-20° arasında değişirken, güneyde 30°–40° arasında değişim gösterir. Eğimdeki bu farklılığın sebebi denizin güneyden getirdiği malzemeleri kuzey tarafa biriktirmiş olmasıdır (Bilgin, 1965).

Adaağzı Deltası, Marmaris İlçesinin 4 ila 5 km kadar güneydoğusnda tombolonun ise 900 m kadar kuzeydoğusunda yer almaktadır. Günlük Deltasında olduğu gibi Adaağzı Deresi getirdiği alüvyonları bu alanda biriktirmiş ve kıyıyı doldurarak bir üçgen şekli meydana getirmiştir. Delta takriben 3 km^2'lik bir saha kaplamaktadır. Adaağzı Deltası batıda denize açık, diğer yönlerde Serpantin tepeliklerle çevrilidir. Günlük deltası Marmaris'in hemen güneydoğusunda, Adaağzı Deltası'nın ise kuzey doğrultusunda yer almaktadır. Devlet Orman İşletmesi tarafından delta üzerindeki günlük ağaçlarının alt dalları kestirilmiş, karadan da Marmaris'e bir yolla bağlandırılıp mesire yeri orman kampı haline getirilmiştir. Ziraate açılmış olan sahalar dışında Günlük Ormanı (Liquitiamber Orientales) ve defne ağaçları bitki örtüsünü oluşturur. Günlük Deltası, adını üzerindeki günlük ormanından almaktadır. Günlük Azmağı deresinin getirdiği alüvyonlarla meydana gelmiştir. Kendisini oluşturan topraklar kil, kum ve humus bakımından oldukça zengindir (Bilgin, 1965).

Günlük Azmağı Deresi taşıdığı alüvyonları (iri olanları) zamanla azalan eğim dolayısıyla kenara yığıp bir set oluşturmuştur. Dere bu seti alçak noktalarından yarıp üç kol halinde denize ulaşmaktadır. Delta yüzeyini tamamen günlük ormanı ve serpinti halde Defne ağaçları örtmektedir. Cephesi kavis halinde 1.5 kilometreye yaklaşan bir uzunluktadır ve kapladığı alan yaklaşık 3 km^2'yi bulmaktadır .

Deltanın kuzeyi, doğusu, güneyi Serpantin olan tepelerle çevrilidir. Günlük Deltası sadece batı yönde denize açıktır. Toprak çok nemlidir. 1-2 metre derinlikte yeraltı suyuna rastlamak mümkündür. Deltayı çevreleyen dağların eteklerine kadar devam eden günlük ormanı burada yerini kızılçam ormanlarına bırakmaktadır (Bilgin, 1965).

Çalışma alanındaki dağlık kısımlar arasında bir çok vadi gelişmiştir. Bunlar içinde en büyüğü Karadere vadisidir. Vadi Marmaris ovasının kuzeye açılan penceresi konumundadır. Balan Dağı ile Karadağ arasında yer alan Karadere Vadisi simetrik özelliktedir. Vadinin taban yükseltisi güneyden kuzeye doğru artmaktadır. Yamaçların eğimi 60° civarındadır. Gerek vadi tabanında gerekse 30 metreye kadar olan yükseklikteki yamaçlarda tarlalar mevcuttur. Ancak taraçalanma görülmez. Karadere Vadisi güneyde geniş 2 km iken kuzeye doğru tedricen daralmaktadır 50-60 m. Vadinin doğusundaki yamaçlık sahaların strüktürü Serpantin, batısındakilerin ise Serpantin ve kalkerdir. Vadi tabanında kışın yoğun yağışlı dönemlerde akışa geçen bir dere mevcuttur (Değirmen Dere) ve kuzey–güney istikametindeki uzunluğu 7-8 kilometreyi bulur (Bilgin, 1965).

Çalışma alanı içinde yer alan ovalar, akarsuların yakın ve uzak mesafelerden taşıdıkları alüvyal malzemeler ile iklim şartları nedeniyle tepeliklerden kopup yamaçlardan düşük kotlara yuvarlanan kay parçalarının birbiri üzerine birikmesi ile meydana gelmişlerdir. Çoğunlukla killi, siltli ve kumlu topraklardan oluşmaktadırlar. Alüvyonların en alt tabakaları ise genelde iri parçalı kaya blokları yer almaktadır. Ovalık alanlar nemli ve münbittir. Başlıcaları çalışma sahasının güneyindeki Marmaris, İçmeler, Turunç ile kuzeydeki Çamlıköy ve Çetibeli Ovalarıdır (Bilgin, 1965) (Şekil 6) .



Şekil 6. Marmaris Ovasının batıdan görünümü ve Kaleiçi Mahallesi

Marmaris Ovası ilçenin kuzeyine doğru devam eden uzun ve boyu eninin iki katı olan birikinti ovasıdır. Alanı yaklaşık 8.2 km^2' dir. Ovanın zemini nemli ve münbit bir toprak tabakası ile örtülüdür. Yükseltisi güneyde nerdeyse sıfırdan başlar, kuzeye doğru çok yavaş artarak 15 metreyi bulur. Ova güneyde kıyı boyunca uzanır. Marmaris Ovasının kuzeyinde 550 metre yükseklikte Karadağ, doğu yönünde 999 m ile Balan Dağı, batıda 300 metrelik Pamucak Dağı, güneyde ise Marmaris Koyu yer alır. Ova içinde yer yer yükseklikleri 10–15 metreyi bulan karstik şahit tepelikler olan kalker çıkıntılar mevcuttur. Marmaris İlçesi bu tepeliklerden biri üzerinde kurulmuştur (Bilgin, 1965) (Şekil 6).

İçmeler Ovası, Marmaris İlçesinin güneybatısında yer almakta ve yaklaşık 6 km^2'lik bir alan kaplamaktadır. Toprakları killi, kumludur. Ovanın batısı ve kuzeyi serpantin tepelerle güneyi ise Mesozoik kalker yükseltilerle çevrilidir. Doğuda Akdeniz'e açılır. Buna göre ova iki farklı jeolojik yapı arasında gelişmiştir ve burada mevcut Karadere tarafından önce aşındırma sonra biriktirme ile meydana gelmiştir. Ovaya daha önceleri Gölenye Köyüne atfen bu isim verilirken günümüzde ''İçmeler'' olarak adlandırılmaktadır. Ova kuzeyde sahil yolu ile Marmaris'e bağlıdır. Kuzey kenarlardan batıya doğru gidildikçe ova yüzeyi genişlemektedir (Bilgin, 1965) (Şekil 7).



Şekil 7. İçmeler Ovasının batıdan görünümü ve iki farklı jeolojik yapı arasında gelişen tektonik oluşumlu Karadere

Doğuda denizin bir hilal gibi kuşattığı kısımda 100-150 m genişlikli Serpantin kumlu bir kıyı yer almaktadır. Ovanın deniz seviyesinden yükseltisi 0-5 m arasında değişir. Eğim batıdan–doğuya doğrudur. İçmeler Ovasının tam ortasından kuzeydoğu–güneybatı yöneliminde Gölenye Deresi kuzeyinden ise Kocadere geçmektedir. Her iki yatak sel rejimine sahiptir. Yazın tamamen kururlar (Bilgin, 1965) (Şekil 7).

Turunç Ovası, İçmeler'in güney istikametinde yer almaktadır. Sadece doğu yönünde denize açık, diğer yönlerde tamamen Mesozoik kalkerlerle çevrilidir. Boyu ve eni 2 km'ye yaklaşan yaklaşık 4 km^2' lik küçük bir ovadır. Toprakları az killi ve kumludur. İnşaatların temel kazılarında dahi (3-4 m derinlikler) kiremit ve testi parçalarına rastlanması ovanın çok hızlı bir birikme ile meydana geldiğini ortaya koymaktadır. Ovanın genişliği batıda Kardağ, güneyde Karaoğuz Dağlarının içeriye sokulması ile azalmaktadır. Kaynaklarını Karaoğuz dağlarından alan Sümbüllü Deresi, Turunç Ovasını doğu–batı istikametinde kesmektedir (Bilgin, 1965) (Şekil 8).



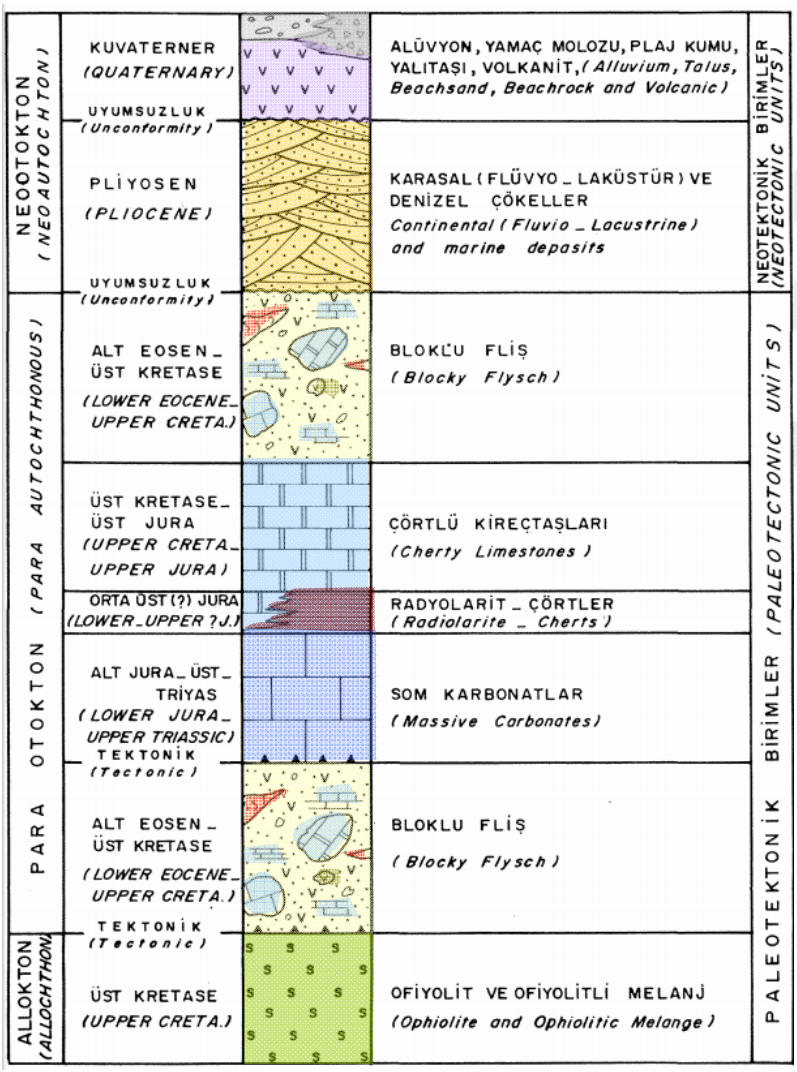
Şekil 8. Turunç Ovası ve ovayı doğu–batı istikametinde kesen Sümbüllü Deresinin kuzey yönden görünümü

Yaz aylarında derenin sadece yukarı kısımlarında yer altı kaynakları sebebiyle az miktarda su bulunmaktadır. Toprak oldukça verimli olduğu halde sulama yetersizliği ve hızlı turizm gelişimi ziraate imkan vermemektedir. Ovanın yükseltisi 0-10 m arasında değişim göstermektedir ve kumlu, çok az killidir. Sulamanın yapıldığı yerlerde verim oldukça yüksektir. Fakat yamaçlarda topraklar verimini çabuk kaybetmiştir. Buralara ekilen mahsulun tamamen kuruduğu ve hiç ürün alınmadığına sıkça rastlanır (Bilgin, 1965) (Şekil 8).

1.2. Çalışma Alanının Jeolojisi ve Tektoniği

1.2.1. Çalışma alanının jeolojisi

Çalışma sahası, genel jeolojik yapılaşmada Alloktonlar ve Paraalloktonlar olmak üzere iki ana litoloji ile temsil edilmektedir. Allokton seri, Likya Napları adı altında Bodrum Napı Gülbahar Napı ve Marmaris Ofiyolit Napı olarak alt stratigrafik dizilimleri meydana getirirler. Paraalloktonlar ise Eosen-Geç Miyosen yaşlı tortul birimler ile Kuvaterner yaşlı genç oluşuklar halinde yüzeylenir (Ersoy, 1991) (Şekil 9).



Şekil 9. Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Ersoy, 1991).

Birbirinden az çok farklı stratigrafik özellikler gösteren Bodrum Napı bölgede Çökek Birimi ve Bozburun Birimi ile temsil edilir. Bozburun Biriminin Orta-Üst Triyas yaşlı ince kiltaşı ve silttaşı ara düzeyli Dolomit, dolomitik kireçtaşı ve rekristalize kireçtaşlarından oluşan Bayırköy Formasyonu, Üst Triyas-Liyas yaşlı neritik kireçtaşlarından oluşan Güverdağı Formasyonu ve Üst Senoniyen yaşlı breşlerden oluşan Karanasıflar Formasyonundan meydana gelmiştir. Çökek Biriminin ise Toarsiyen-Kretase yaşlı çörtlü kireçtaşlarından oluşan Göçgediği Formasyonu ve Üst Senoniyen yaşlı Karaböğürtlen Formasyonu ile yüzeylenir.

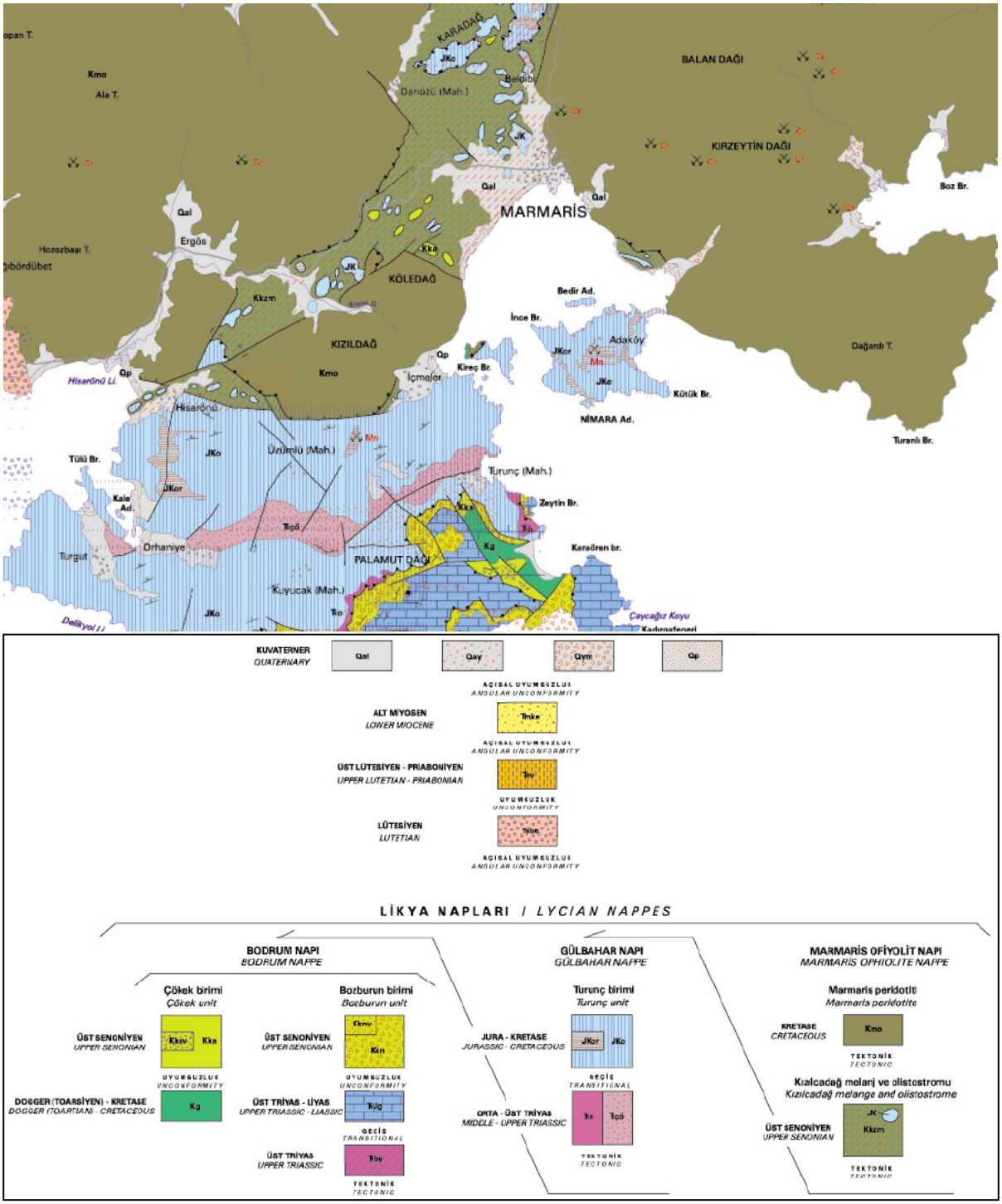
Üst Senoniyen'de bir araya gelmiş olan Allokton kütleler, Üst Eosen'de kuzeyden güneye doğru büyük çapta yatay olarak hareket etmiş Menderes Masifi üzerine ve güneyine yerleşmişlerdir (Bilgin ve diğerleri,1997).

Çalışma sahasında Turunç Birimi ile temsil edilen Gülbahar Napına ait Orta-Üst Triyas yaşlı kireçtaşı, kumtaşı, kiltaşı vb. kaya türlerinden oluşan Orluca Formasyonu Orta-Üst Triyas yaşlı bazik volkanitlerden oluşan Çövenliyayla Volkaniti ve Jura-Kretase yaşlı Orhaniye Formasyonu bulunur.

Marmaris Ofiyolit Napı ise, bölgede Kızılcadağ Melanj ve Olistostromu ile Marmaris Peridotitini kapsar. Ayrıca çalışma alanında paraallokton konumlu Orta Eosen yaşlı karasal karakterde Bencik Konglomerası, Üst Lütesiyen-Priaboniyen yaşlı konglomera, kumtaşı ve kiltaşlarından oluşan Varsakyayla Formasyonu ve Alt Miyosen yaşlı konglomera, kumtaşı ve çamurtaşından oluşan Gökova Formasyonu yer alır.

Bodrum Napı genelde yapısal olarak Tavas Napı üzerinde, Marmaris Ofiyolit Napı altında bulunur. Bodrum Napı Menderes Masifi güneyinde; Ören, Çökek ve Bozburun birimleri olmak üzere az çok birbirine göre farklılık gösteren üç yapısal birimden (Tektonostratigrafi biriminden) oluşur.

Çalışma alanında Bodrum Napı ile Marmaris Ofiyolit Napı arasında Gülbahar Napı yer alır. Bodrum Napına ait olarak da Bozburun Birimi ve Çökek Birimi izlenir. Çalışma alanında Bozburun biriminin Orta-Üst Triyas yaşlı Bayırköy Formasyonu, Üst Triyas-Liyas yaşlı Güverdağı Formasyonu ve Üst Senoniyen yaşlı Karanasıflar Formasyonu, Çökek Biriminin ise Dogger (Toarsiyen)-Kretase yaşlı Göçgediği Formasyonu ile Üst Senoniyen yaşlı Karaböğürtlen Formasyonu yüzeylenir. Havza çökelim ürünü olan Kretase yaşlı kireçtaşları bölgenin en fazla yüzlek veren birimdir (Meşhur ve diğerleri, 1989) (Şekil 10).



Şekil 10. Çalışma alanının 1/100 000 ölçekli jeoloji haritası (MTA, 1997a'den alınmıştır).

1.2.1.1. Çalışma alanında yer alan başlıca formasyonlar

Göçgediği Formasyonu;

Kalsitürbidit, Mikrit ve çörtlü mikritlerden oluşan birim ince-orta, yer yer kalın tabakalı bej krem, açık gri, kirli sarı, yeşilimsi gri renkli, yer yer kalsitürbidit ara seviyeli Mikrit ve çörtlü mikritlerden oluşur (Şenel ve diğerleri, 1989) (Şekil 11).



Şekil 11. Göçgediği Formasyonuna ait bej, krem, kirli sarı renkli kalsitürbidit kireçtaşları (Çiftlik Köyü)

Kalınlığı en fazla 350 metre olan birim kıt fosillidir ve yalnızca Kretase yaşlı kireçtaşları yüzeylenir. Yamaç-havza ortamında çökelmiştir (Şenel ve diğerleri,1989) (Şekil 11).

Karaböğürtlen Formasyonu;

Yer yer bloklu Fliş karakterinde olan birim çoğu Üst Senoniyen yaşlı yanal ve düşey yönlerde sık kayatürü değişimi gösteren flişlerle sonlanır. Değişik adlarla bilinen bu flişler, isim karışıklığına neden olmamak ve formasyon adlamasında birliktelik sağlamak amacıyla Karaböğürtlen Formasyonu adı altında toplanmıştır (Şenel ve diğerleri, 1989).

Bayırköy Formasyonu;

Dolomit, silttaşı ve kiltaşlarından oluşan formasyon ince-orta, yer yer kalın tabakalı, siyah, koyu gri renkli Dolomit, dolomitik kireçtaşı, silttaşı kiltaşı, kumlu-killi kireçtaşı ve rekristalize kireçtaşlarından oluşur (Bilgin ve diğerleri, 1997) (Şekil 12).



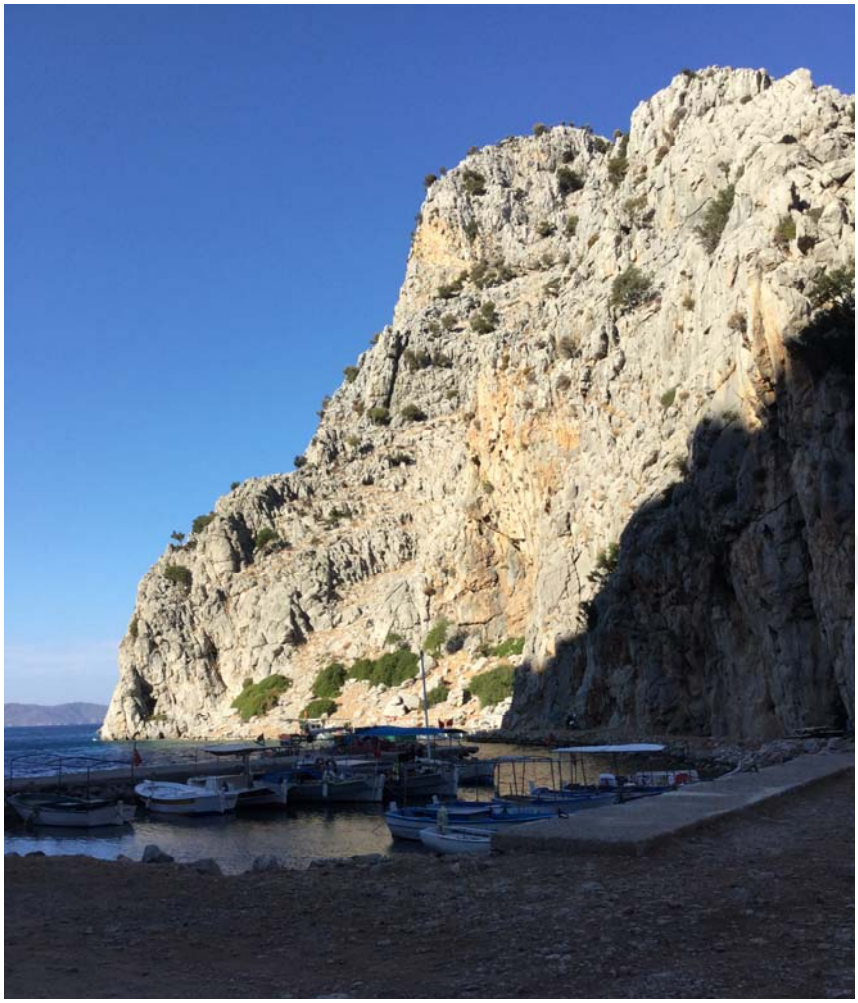
Şekil 12. Dolomitik kireçtaşı, silttaşı, kiltaşı içerikli Bayırköy Formasyonu (Söğüt Köyü)

Birim içindeki silttaşı ve kiltaşları yapraklanmış ve Şeyl görünümü kazanmıştır Bazı kireçtaşı düzeylerinde ince lamelli ve Radyolarya izleri görülür. Birim üstte orta-kalın tabakalı dolomitlerle sonlanır (Bilgin ve diğerleri, 1997) (Şekil 12).

Güverdağı Formasyonu;

Yer yer megalodonlu ve algli kireçtaşlarından oluşan formasyon altta masif ve kalın tabakalanmalı gri renkli Dolomit ve dolomitik kireçtaşları kapsar. Bu karbonatlar üzerinde birimin egemen kayatürünü oluşturan orta-kalın tabakalı bazen masif gri, açık gri, krem, bej kirli beyaz renkli, yer yer bol megalodonlu ve algli kireçtaşları yer alır (Chaput, 1955).

Güverdağı Formasyonunda yer yer Lamelli Gastropod gibi makro fosiller izlenir. Birimin orta kesiminde Stromatolitli kireçtaşları yaygındır. Kireçtaşlarında Gastropod Krinoid Lamelli gibi makro fosil yığışımlı olup, seyrek de olsa kuruma çatlakları ve breşik düzeyler kapsar (Chaput, 1955) (Şekil 13).



Şekil 13. Güverdağı Formasyonuna ait masif ve kalın tabakalanmalı gri renkli dolomitik kireçtaşları (Bozburun Arıkyeri Limanı)

Üstten Karanasıflar Formasyonu tarafından uyumsuz olarak örtülen Güverdağı Formasyonu çok fazla kıvrımlı ve kırıklı bir yapıda olduğu için gerçek kalınlığı ölçülememiştir. Formasyon olası 800 metre kalınlıktadır. Altta bol Megalodon içeren birim Üst Triyas-Liyas yaşlıdır ve sığ karbonat şelf ortamında çökelmiştir (Chaput, 1955) (Şekil 13).

Karanasıflar Formasyonu;

Kireçtaşı ve Çört elemanlı breşlerden oluşan birim, Fethiye kuzeyinde Şenel ve diğerleri, (1989) tarafından adlandırılmıştır. Formasyonun tabanında yer yer izlenen kırmızı renkli Globotruncanalı mikritler doğuda tanımlanan Camiavlu Formasyonunun eşleniğidir (Şekil 14).



Şekil 14. Kireçtaşı, çört ve breşlerden oluşan Karanasıflar Formasyonu (Bozburun Yolu)

Formasyon bazen kırmızı, yeşil, yeşilimsi gri renkli Mikrit ve killi mikrit mercekleri kapsar. Breşler içinde yer yer bazik volkanitler yer alır (Chaput, 1955) (Şekil 15).



Şekil 15. Kızıl, yeşil renkli spilit içeren Karanasıflar Formasyonu (Bozburun Yolu)

Orluca Formasyonu;

Kumtaşı, kiltaşı, kireçtaşı vb. kaya türlerinden oluşan formasyon, Fethiye kuzeyinde Şenel ve diğerleri (1989) tarafından adlandırılmıştır. Meşhur ve diğerleri (1989) birimi Bağlıca Formasyonu olarak tanımlamıştır. Birim ince–orta-kalın tabakalı haki, yeşilimsi gri, kahverengimsi, gri kahve, sarımsı kahve, kirli sarı renkli kiltaşı, silttaşı, killi-kumlu kireçtaşı, Dolomit ve dolomitik kireçtaşlarını kapsar (Şekil 16).



Şekil 16. Kirli sarı kiltaşı, silttaşı tabakalı Orluca Formasyonu (Selimiye-Bozburun Yolu)

Birim içinde yer yer Konglomera düzeyleri izlenebilir. Alt ilişkisi tektonik olan formasyon üstte Orhaniye Formasyonu ile geçişlidir. Yaklaşık 110 metre kalınlık gösterir (Kaaden ve Metz, 1954) (Şekil 16).

Çövenliyayla Formasyonu;

Bazik volkanitlerden oluşan birim, yeşil ve kızıl renkli Spilit, spilitleşmiş Bazalt, yeşil renkli Tüf ve tüfitleri içerir. Formasyon içinde yer yer Radyolarit, Çört ve kireçtaşı düzeyleri yer alır. Birim Orta Toroslar'daki Huğlu tüfitleri ile benzer özelliktedir (Monod, 1977).

Çövenliyayla Formasyonu yanal yönde Orluca Formasyonu ile giriktir. Yaklaşık 100 metre kalınlık gösterir. Birim Orta-Üst Triyas yaşlı kabul edilmiştir. Formasyon havza ortamında gelişmiştir (Monod, 1977) (Şekil 17).



Şekil 17. Yeşil ve kızıl renkli tüfitlerden oluşan Çövenliyayla Formasyonu (Turunç Yolu)

Alt ilişkisi tektonik olan Çövenliyayla Volkaniti, üstte Orhaniye Formasyonu ile olası geçişlidir (Monod, 1977) (Şekil 18).



Şekil 18. Orhaniye Formasyonu ile geçişli Çövenliyayla Formasyonu (Turunç Sahili)

Orhaniye Formasyonu;

Mikrit ve çörtlü mikritlerden oluşan formasyon ince-orta yersel kalın tabakalı, gri, bej, krem yeşilimsi, gri, kirli sarı, pembe, kırmızı renklerde yer yer kalsitürbidit ara düzeyli Mikrit ve çörtlü mikritlerden oluşur (Meşhur ve diğerleri, 1989) (Şekil 19).



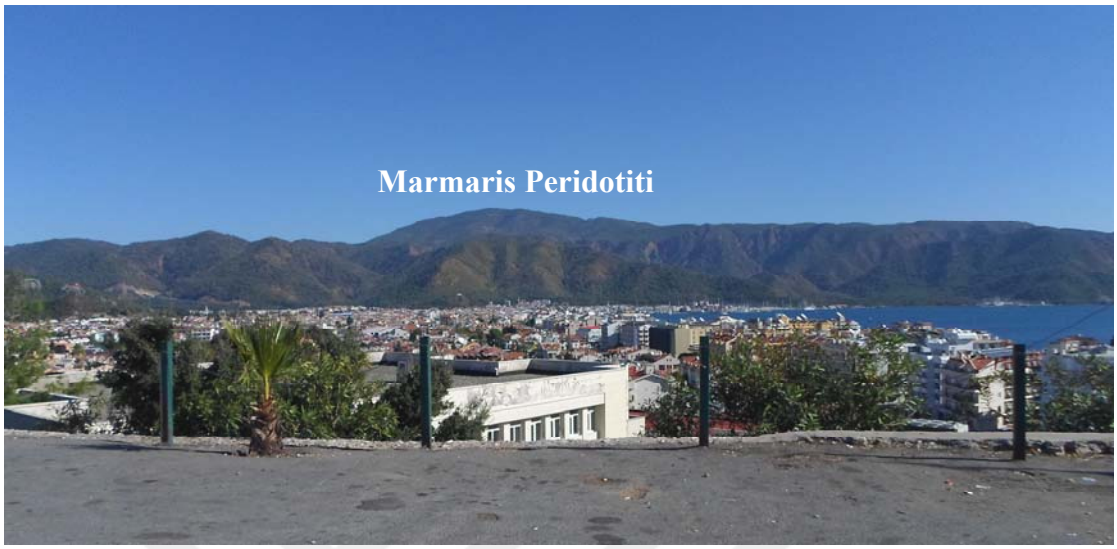
Şekil 19. Mikrit ve çörtlü mikritlerden oluşan Orhaniye Formasyonu (İçmeler-Turunç yolu)

Aşırı deformasyon nedeniyle bu düzey çok fazla kıvrımlanmış ve kırılmıştır. Yaklaşık 400 metre kalınlık gösteren formasyon havza ortamında gelişmiştir (Şekil 20).



Şekil 20. Orhaniye Formasyonunun Radiolarit-Çört tabakalı kesimi (Turunç)

Marmaris Ofiyolit Napı, çalışma alanında Likya Naplarının en üst yapısal birimi olup Marmaris Peridotiti ile Kızılcadağ Melanjını kapsar (Meşhur ve diğerleri, 1989) (Şekil 21).



Şekil 21. Marmaris Peridotitlerinin İçmeler Mahallesi yönünden görünümü

Ofiyolitli melanj ile temsil edilen Kızılcadağ Birimi, serpantinit bir hamur içine makaslanarak sokulmuş kireçtaşı, çörtlü kireçtaşı, Dolomit, Radiolarit, Çört, Volkanit vb. kayatürlerini kapsar. Birim içinde yer yer Harzburgit, Dunit, Gabro, Diyabaz izlenir. Üst Senoniyen'de gelişmiş olan birim, bölgede gerçekleşen Üst Eosen ve Alt Langiyen yatay hareketleri ile tekrar deformasyona uğramıştır (Meşhur ve diğerleri, 1989) (Şekil 22).



Şekil 22. Kızılcadağ Melanjının Marmaris yönünden görünümü

Kızılcadağ Melanjı;

Marmaris Ofiyolit Napına ait tektonik dilimlerden birini oluşturur (Bilgin ve diğerleri, 1997). Çalışma alanındaki belli başlı yükseltiler olan Höyük Tepe, Çamlıca Tepe, Berber Tepe, Aktaş Tepe, Çınar Tepe, Ören Tepe, Top Tepe, Sivri Tepe, Gök Tepe ile Aktaş Tepe'nin güneyinden başlayarak güneybatıya doğru devam eden Datça yolu boyunca yüzeylenir.

Birime ait özellikler yol üzerindeki yarmalarda çok iyi bir şekilde gözlenir. Özellikle kırmızı-bordo renkli plaketli çörtlü kireçtaşları, çamurtaşları, bordo renkli radyolaryalı çörtler ve koyu yeşil renkli ultrabazik kayaçlar ile denizaltı volkanitleri Datça yolu boyunca ardalanmalı bir şekilde gözlenir (Bilgin ve diğerleri, 1997) (Şekil 23).



Şekil 23. Kızılcadağ Melanjına ait Datça yolu üzerindeki yüzeylenmeler (Armutalan)

Fakat litolojideki bu ardalanmalar normal stratigrafik ardalanmadan çok tektonik dokanaklıdır ve bu litolojiler makaslanmış yüzeylerle birbirlerinden ayrılırlar. Özellikle Çört, çörtlü kireçtaşları ve radiolaritler de aşırı derecede kıvrımlanma sözkonusudur. Bu kıvrımlanma belli bir düzende olmadığından birim kaotik bir görünüme sahiptir. Kızılcadağ Melanjının yaşı Üst Senoniyen'dir (Bilgin ve diğerleri, 1997) (Şekil 23).

Kireçtaşı blokları Kızılcadağ Melanjı içinde değişik boyutlu kütleler şeklinde yüzeylenir. Çamlıca Tepe ile Aktaş Tepe arasında gözlenen kireçtaşı blokları düzensiz küçük tepecikler oluşturacak şekildedir. Aktaş Tepe'de ve Berber Tepe güney yamacındaki kireçtaşı blokları ile Çamlıca Tepe etrafında yüzlek veren irili ufaklı kireçtaşı blokları inceleme alanının hemen sınırında yer alır. Kireçtaşı bloklarının büyük bir çoğunluğu kristalize kireçtaşı ve dolomitik kireçtaşlarından yapılıdır. Kireçtaşları çoğunlukla rekristalizedir.

Bloklar gri-açık gri renkli kalın katmanlı ve çatlaklı Dolomit, kalın katmanlı kristalize kireçtaşı, ince katmanlı kristalize kireçtaşı, kalın ve som katmanlı kristalize kireçtaşı şeklindedir. Tüm kireçtaşı bloklarında değişik doğrultularda gelişen eklem takımları mevcuttur (Bilgin ve diğerleri, 1997) (Şekil 24).



Şekil 24. Kızılcadağ Melanjını oluşturan kalın katmanlı ve çatlaklı dolomitik kireçtaşı bloklarından (Camiavlu Mevkii)

Çalışma alanında kireçtaşı bloklarından sonra en bol gözlenen bloklar Radyolaryalı Çörtlerdir. Birim başlıca gri renkli, ince orta katmanlı kireçtaşları ve değişik boyutlu Çört arakatkılarından oluşur. Bu blokların bir kısmı ultrabazik kayaçlar ve denizaltı volkanitleriyle kaynaşarak matriks niteliği kazanmıştır (Bilgin ve diğerleri, 1997).

Marmaris Formasyonu;

Genelde Harzburgitlerden oluşan Marmaris Formasyonu, bazı kesimlerde Serpantinleşmiş Harzburgit ve Dunitleri kapsar. Yer yer izlenen dunitler küçük kütleler halindedir. Marmaris Formasyonunu meydana getiren Peridotitler içinde, yer yer Diyabaz ve Gabro kütleleri bulunur. Birim, yaklaşık 114 Milyon yıl (Apsiyen-Albiyen) oluşum yaşlıdır (Çapan, 1980) (Şekil 25).



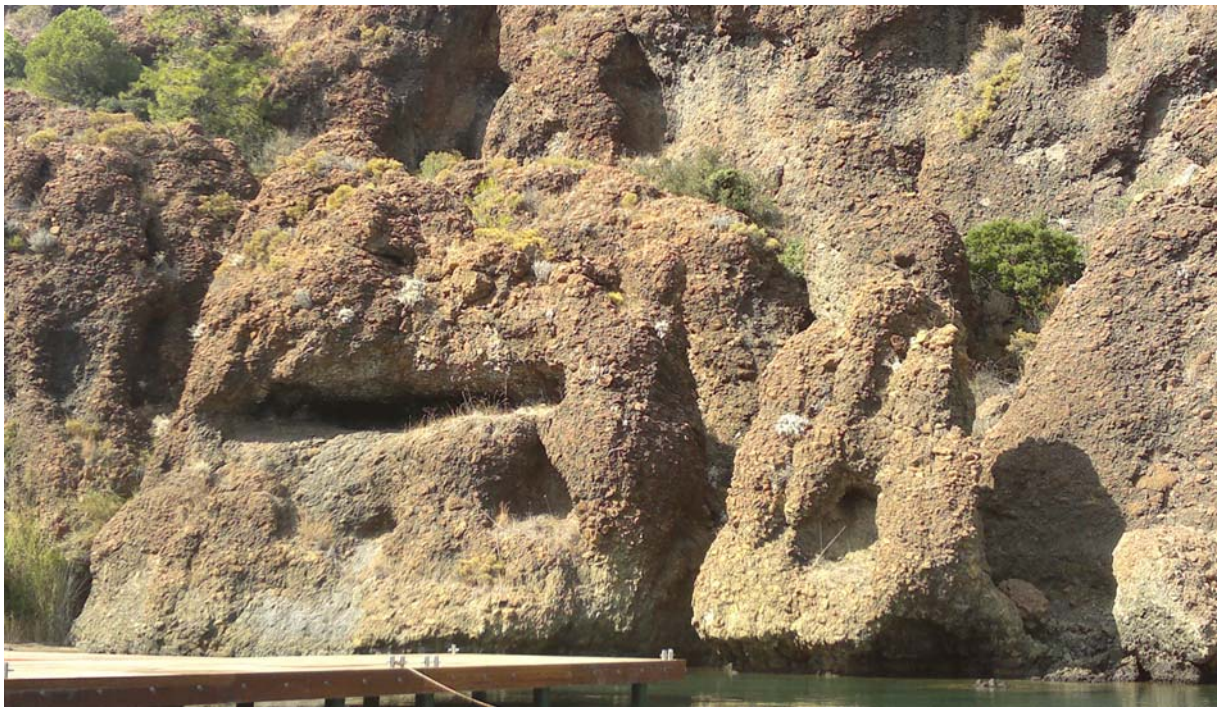
Şekil 25. Serpantinleşmiş harzburgitlerden oluşan Marmaris Formasyonuna Beldibi Mahallesi yönünden bakış (Muğla–Marmaris ana karayolu üzeri)

Birimin kıtasal kabuk üzerine yerleşimi Üst Senomaniyen'de gerçekleşmiştir. Tavandan eksik ofiyolit istifini temsil eden Marmaris Formasyonu varsayılan Neotetis okyanusunun kuzey kolundan kaynaklanmıştır (Çapan, 1980).

Çalışma sahasının yakın çevresinde para-allokton konumlu; Orta Eosen yaşlı Bencik Konglomerası, Varsakyayla Formasyonu ve Miyosen yaşlı Gökova Formasyonu bulunur.

Bencik Konglomerası;

Ofiyolitten türeme konglomeralardan oluşan formasyon yuvarlak çakıllı orta-kötü boylanmış konglomeralar içerir. Aşınma yüzeyleri kızıl kahve-koyu kahve renklidir. Seyrek olarak kumtaşı mercekleri görülür. Stratigrafik konumuna göre Lütesiyen (Alt) yaşlı kabul edilmiştir (Poisson, 1977) (Şekil 26).



Şekil 26. Ofiyolitten türeme yuvarlak çakıllı orta-kötü boylanmış konglomeralardan oluşan Bencik Konglomerası (Bencik Koyu, Doğuş Otel sahası)

Varsakyayla Formasyonu;

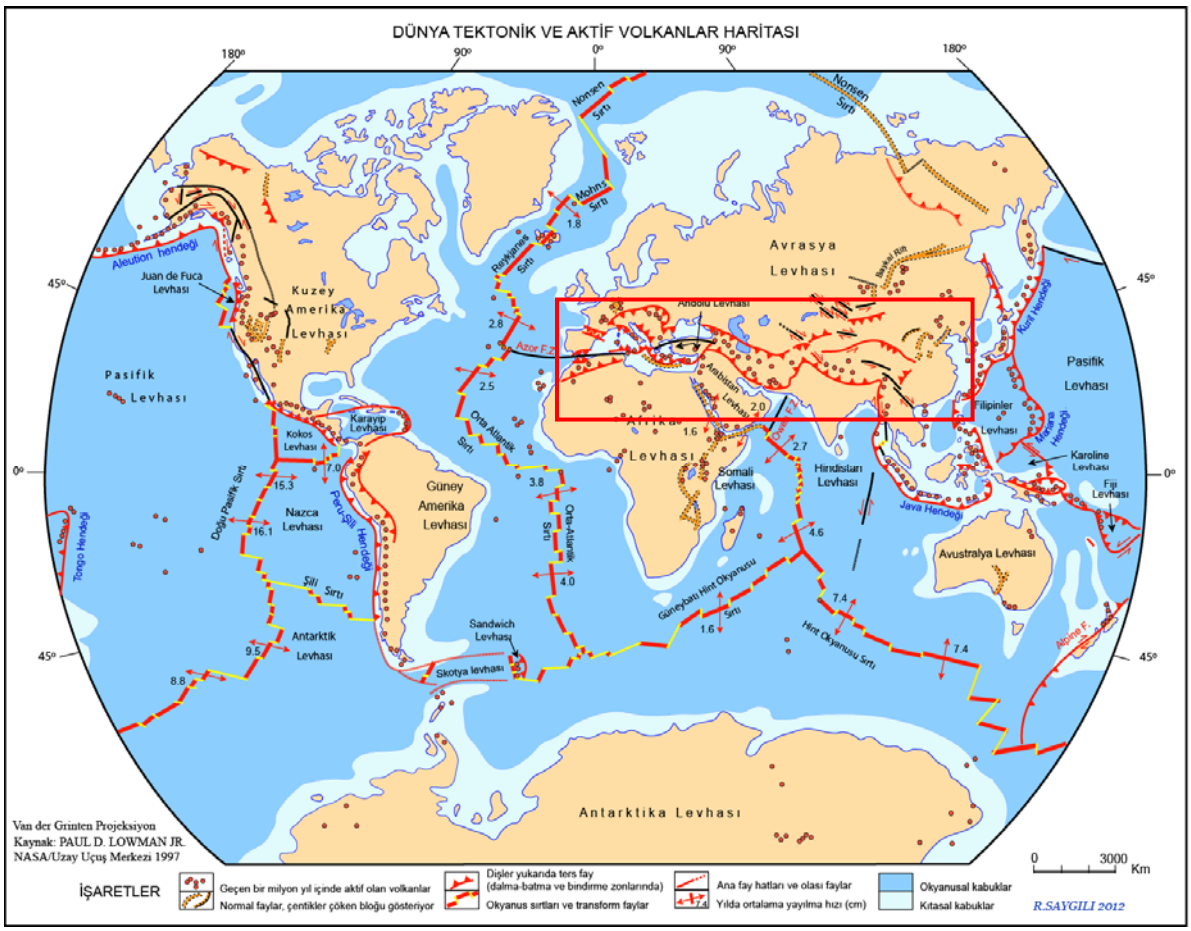
Formasyon ince-orta, kalın tabakalı, gri yeşil, kirli beyaz, kirli sarı renkli konglomera kumtaşı ve kiltaşlarından oluşur (Kaaden ve Metz, 1954).

Gökova Formasyonu;

Konglomera, kumtaşı ve çamurtaşlarından oluşan birim ince–orta-kalın tabakalı bazen tabakalanmalıdır. Formasyon stratigrafik konumuna göre Alt Miyosen yaşlı kabul edilmiştir (Kaaden ve Metz, 1954; Chaput, 1955) (Ersoy, 1993) .

1.2.2. Çalışma Alanının Tektoniği

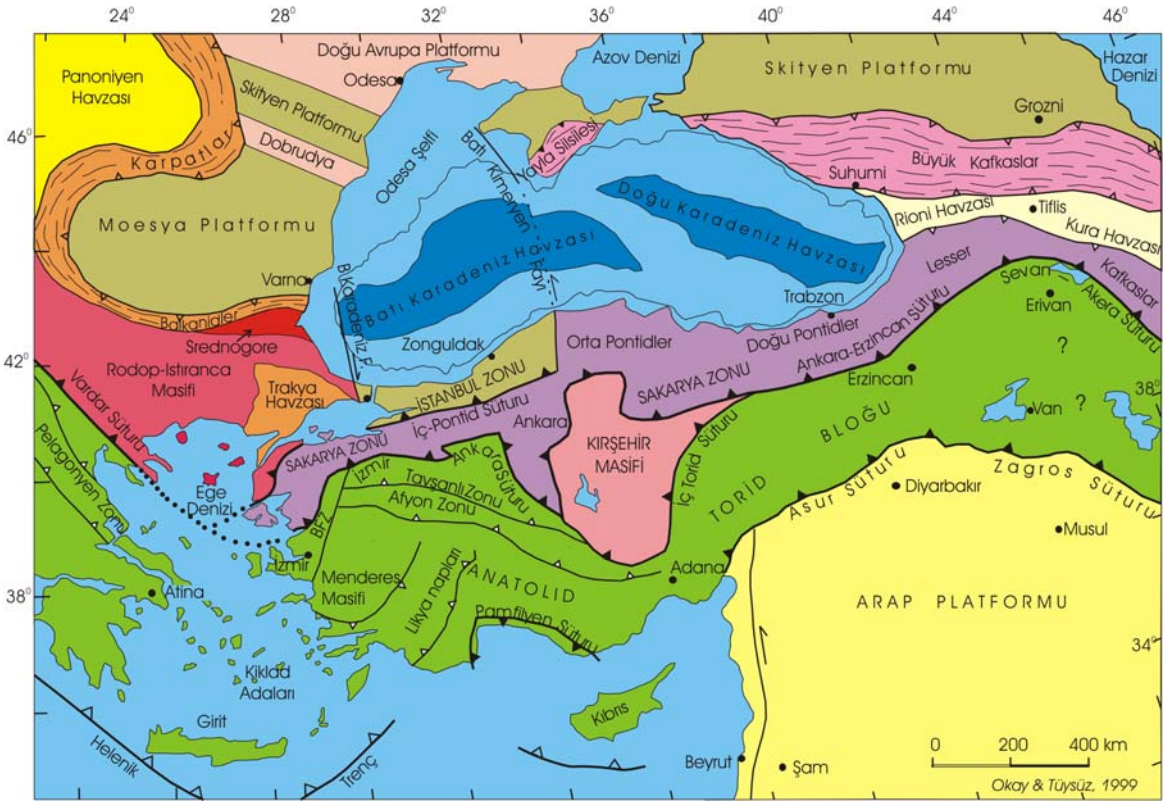
Çalışma alanı, Alp-Himalaya tektonik sistemi içinde yer almaktadır (Baykal, 1967). Alp-Himalaya Deprem Kuşağı'nın günümüz depremleri ile aktif halini sürdürdüğü görülmektedir (Adatepe ve Yüksel, 1985) (Şekil 27). Bu bölümde önce Türkiye'nin genel Levha Tektoniği evrimi özetlenecek daha sonra çalışma alanından örnekler sunulacaktır.



Şekil 27. Çalışma alanının içinde yer aldığı Alp-Himalaya tektonik sistemi (Saygılı, 2012).

Levha Tektoniği Kuramı açısından da kırık zonları boyunca gözlenen akvitenin (sismik ve tektonik) nedeni kuşkusuz levha hareketleridir (Sipahioğlu, l986) (Şekil 27). Çalışma sahasının da içinde yer aldığı batı Anadolu tektonik gelişimini konu alan literatüre bakıldığında gerçekten birbirinden farklı levhaların varlığı ve buna bağlı yoğun deprem hareketleri görülebilir (Soysal ve diğerleri, 1981).

Bunlar; kuzey ve batıda Avrasya Levhası, doğuda Rusya ve güneydoğuda Arap Levhası olarak tanımlanır. Bu levhalar Lavrasya ve Gondvana-Land adlı iki eski kıtanın bugünkü eski dünya karalar topluluğunu oluşturan parçalarının, birbirlerine kıta-kıta çarpışmaları sonucunda gelişmişlerdir (Şengör ve Yılmaz, 1983). Levha Tektoniği Kuramı çerçevesinde araştırma sahasının bugünkü özellerine değinmek için öncelikle, Tetis'in (Paleo ve Neo) tektonik gelişiminden çıkan sonuçları gözden geçirmek gerekir. Çünkü Tetis'in kapanması Anadolu ve Akdeniz Bölgesi'nin Mesozoyik-Senozoyik gelişmesinde son derecede etkin olmuş bir faktör olarak gözükmektedir (Şekil 28).



Şekil 28. Çalışma alanının da içinde yer aldığı Anadolu'nun tektonik gelişimi (Okay ve Tüysüz, 1999).

Şengör ve Yılmaz (1983)'a göre; Türkiye'nin tektonik evrimi dokuz ayrı zaman aralığı içinde incelenelir ki, bu zaman aralıklarının herbirinde, tektonik evrim açısından köklü değişiklikler olmuştur. Türkiye'nin bu dokuz zaman aralığındaki paleotektonik dokusu Şengör ve Yılmaz (1983)'a göre aşağıdaki gibi şekillenmektedir.

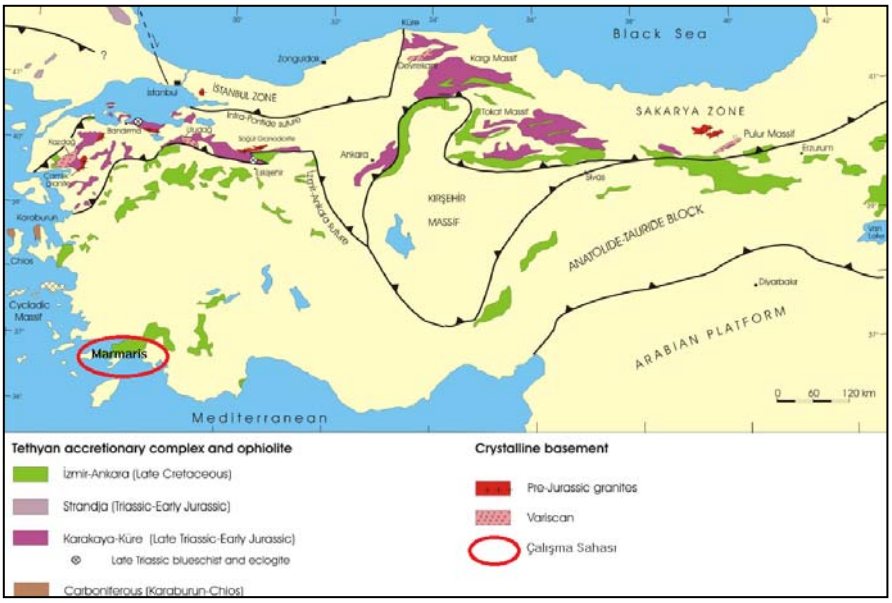
Permo-Triyas; Permiyen'de günümüz Türkiyesi'nin kapladığı bütün alanlar Gondvana-Land'in kuzey ucunu oluşturan bir bölgede bulunmakta ve bu kesim, daha da kuzeyde yer aran Paleo-Tetis Okyanusu'na bakmaktaydı.

Erken Jura; Paleo-Tetis paleocoğrafyası açsından erken Jura'daki jeolojik olaylar Permiyen rejiminin doğal bir devamı niteliğindedir. Erken Jura'da, Neo-Tetis'in güney kolu muhtemelen büyümeğe devam etmiştir. Bugünkü kuzey kol Paleo-Tetis'e göre, bir kenar havza olarak gelişmiş ve Batı Akdeniz'in günümüzdeki yerine kadar uzanmıştır.

Orta Jura; Orta Jura'da Türkiye'de gelişen en önemli olay Paleo-Tetis Okyanusu'nun kapanışıdır.

Geç Jura-Erken Kretase; Türkiye'deki Geç Jura ve Erken Kretase'deki jeolojik gelişmeler, birbirine bağlı ve biri diğerinin devamı olan olaylardır. Türkiye'de Neo-Tetis Okyanusu'nun açılması, Triyas-Erken Jura'da başlamıştır.

Geç Kretase–Paleosen; Bütün Pontid Kuşağı boyunca Geç Kretase başında bir dalma–batma olayının başladığını gösteren açık veriler vardır. Geç Kretase tüm Alpidler'de olduğu gibi Türkiye'de de tektonik gelişmelerinin devrim geçirdikleri bir süreçtir. Hemen bütün levhalarda bir yakınlaşma rejiminin başladığı bu dönem devasa ofiyolitik napların yerleşmeleri ile karakterize edilir. Naplar karbonat platformları üzerine ilerlemiş, bu ilerlemenin başlamasıyla platformlar kitle halinde çöküp alçalmaya başlamışlardır (Şekil 29).



Şekil 29. Çalışma alanında Geç Kretase döneminde Tetis evrimi ile gerçekleşen ofiyolitik oluşum (Okay, 1989).

Erken ve Orta Eosen; Geç Paleosen-Erken Eosen'de Anatolid/Torid Platformu Pontidler ile çarpışmıştır. Erken ve Orta Eosen'de, deforme olmuş Pontid/Anatolid kenet kuşanının batı kesimi çoğunluğu Orta Eosen yaşlı sığ denizel veya karasal çökellerle örtülmüştür (Tatar, 1968).

Geç Eosen-Erken Miyosen; Geç Eosen-Erken Miyosen arasındaki dönemde, Türkiye Orojenik Kuşağı kuzey-güney doğrultusunda sıkıştırılmaya devam etmiş, aynı zamanda Anatolidler yükselmiş, örtü kayalarının aşındırılmaları başlamıştır.

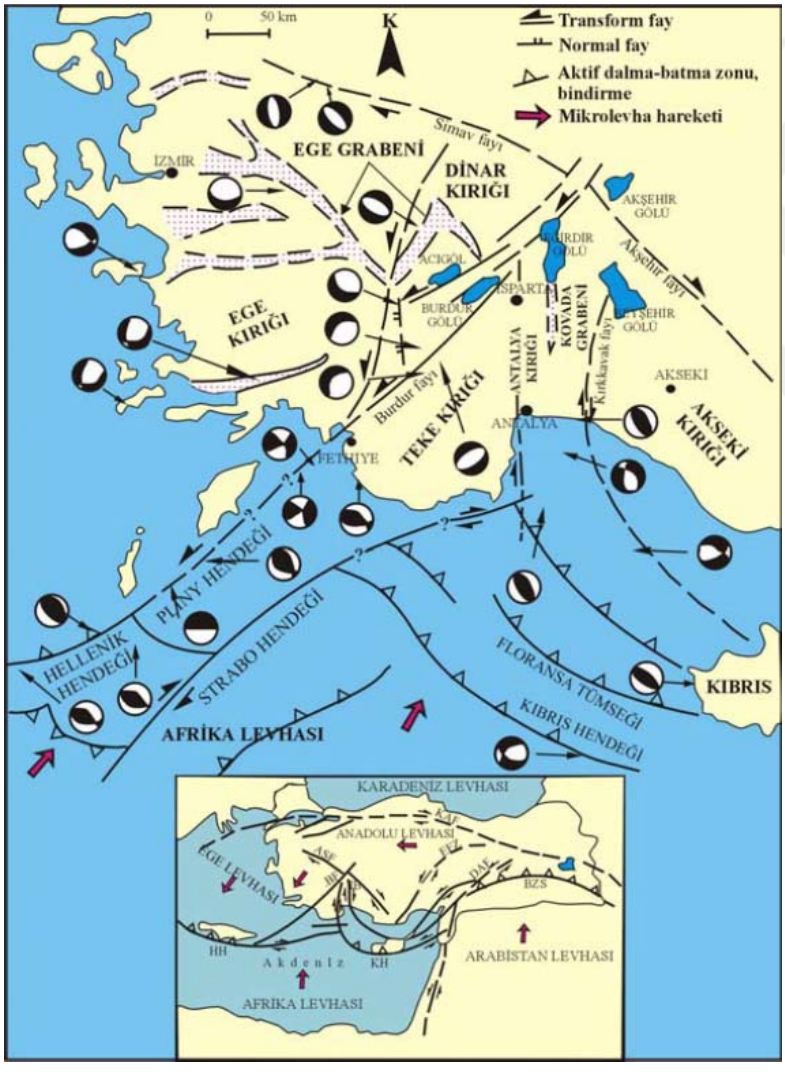
Orta-Geç Miyosen; Orta-Geç Miyosen esnasında, Ege'de gerilmeli bir rejim başlamıştır. Bu rejim Kuzey Anadolu Dönüşüm Fayı'nın hareketine bağlı olarak gelişen, doğu-batı doğrultulu bir daralmadan kaynaklanır. Marmara Denizi'nin batısında Kuzey Anadolu Fayı'nın güneybatıya ani dönüşü doğu-batı daralmanın giderilmesine, kuzey-güney gerilmeli bir rejim haline gelmesine yol açmıştır.

Pliyosen - Günümüz Arası; Türkiye'nin bugünkü aktif tektonizması, Plio-Kuvaterner rejiminin bir devamı niteliğindedir. Bu dönemde, Ege'deki tansiyonal rejim devam etmiş, Orta Anadolu'da yanal atımın etken olduğu bir ''Ova'' rejimi yerleşmiştir. Şengör ve Yılmaz (1983)'ın, konuyla ilgili olarak Miyosen-Pliyosen-Günümüz tektonik durumları hakkındaki ortaya koydukaları bilgiler daha sonra Şengör ve Yılmaz (1985)'nin çalışmalarıyla daha da zenginleştirilmiştir.

Şengör ve Yılmaz (1985)'ne göre; Türkiye'de Arap Platformu ile Asya'nın birbirleriyle çarpışması nedeniyle, batıya doğru asimetrik kaçış (uzaklaşma) sistemi gelişmiştir. Bunun sonucu olarak da, Türkiye'nin aktif tektoniği birbirinden farklı zengin bir yapı ailesi topluluğuyla karakterize edilmektedir ki, bunların en önemlileri Kuzey Anadolu Fay Zonu, Doğu Anadolu Kırığı ile Girit–Rodos-Fethiye uzanımlı doğrultu atımlı fay sistemleridir.

Sonuçta, Şengör ve Yılmaz (1985)'ne göre "Neotektonik Dönem" ele alınan bölgede en son fakat en büyük tektonik tertiplenmesinden bu yana geçen zaman sürecini kapsamaktadır. Söz konusu yeniden tertiplenme, Türkiye'nin paleotektonik ve neotektonik gelişim dönemlerini birbirinden ayıran en uygun bir ayırtman olmuştur. Paleotektonik ve Neotektonik dönemleri ayıran bu tektonik olayın jeomorfolojik gelişim açısından da iyi bir işaret olduğuna, Erol (1981)'de hem fikir olduğunu belirtmektedir.

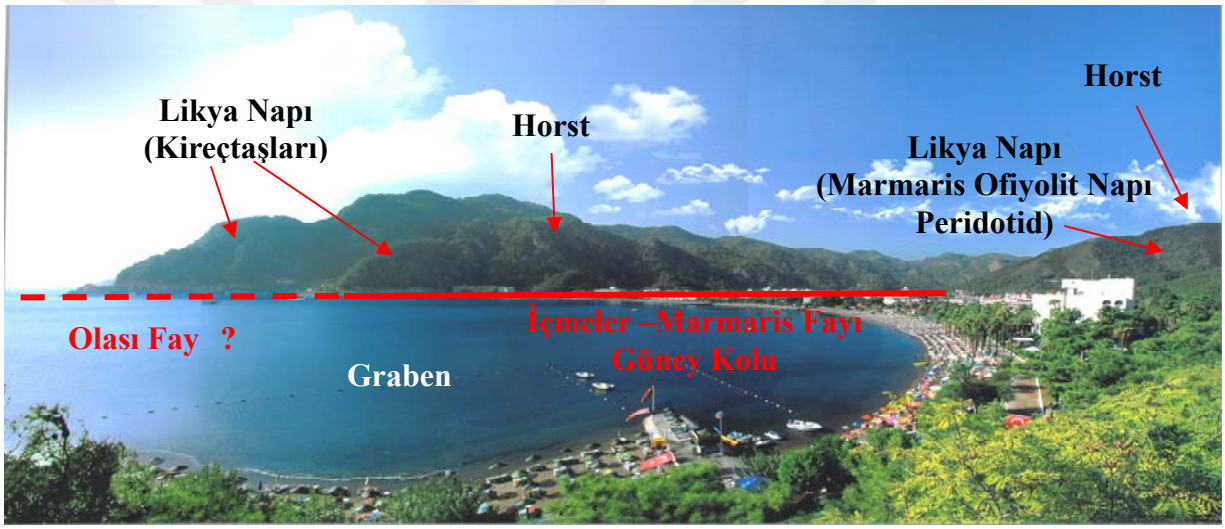
Şengör ve Yılmaz (l985), ‘’Türkiye' nin Neotektonik Provensleri¨ adını verdikleri bu tektonik olayı etkin tektonik kuvvet doğrultularını ve kırık sistemlerinden de yalnızca, birer doğrultu atımlı fay sistemi olan Kuzey Anadolu Fay Zonu ile Doğu Anadolu Fayını göstererek açıklamaktadırlar. Türkiye'nin levha tektoniği modellemesi, çeşitli araştırıcılar tarafından değişik şekillerde ortaya konmuştur. Bu araştırmalarda, Mc Kenzie ve diğerleri (1991) modeli doktora çalışma alanını içine alan Batı Anadolu’nun levha tektoniğini aletsel dönemde oluşmuş deprem dış merkezlerinin dağılımları ile bazı dışmerkezlerin odak mekanizma çözüm sonuçlarından yararlanılarak geliştirmiştir (Şekil 30).



Şekil 30. Batı Anadolu levha tektoniği modeli (Mc Kenzie ve diğerleri, 1991).

Bu genel girişten sonra çalışma alanının tektoniği kısaca aşağıda sunulmuştur;

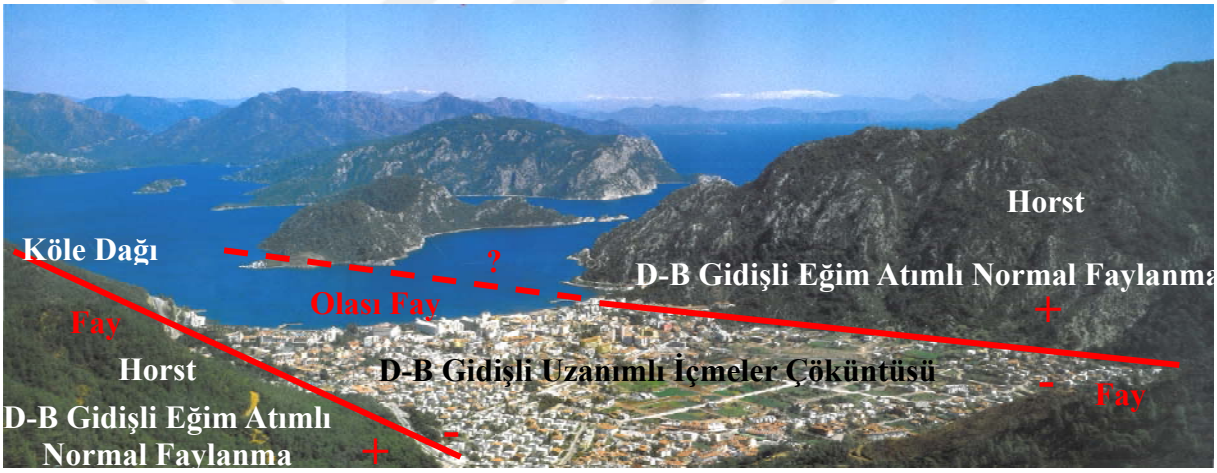
Çalışma alanında, Üst Senoniyen'de bir araya gelmiş olan Likya napları, Üst Eosen'de büyük çapta kuzeyden güneye doğru yatay hareketlerin etkisinde kalmış ve Menderes Masifi üzerine ve güneyine yerleşmişlerdir. Alt Miyosen'de kuzeyden güneye doğru tekrar aktarılan Likya Napları, Alt Langiyen'de doğudaki Beydağları otoktonu üzerine yerleşmişlerdir (Şenel ve diğerleri, 1989). Pliyosen'de ve/veya Pliyosen sonlarında bölgede büyük çapta kırılmalar gerçekleşmiştir. Güney batı levha tektoniği, Triyas ve Kretase dönemlerindeki orojenez etkisinde kalmış ve litosferin altında bulunan ağdalı yapıdaki mantoya yer yer batarak sırasıyla Marmaris, İçmeler, Beldibi, Turunç graben ovaları ve diğer kısımların yükselmesi ile de yakın çevrenin tüm tepeliklerini oluşturan horst dağları şekillenmiştir (Şekil 31).



Şekil 31. Çalışma alanında görülen etkin tektonizma (İçmeler Mahallesi)

Senoniyen öncesi dönemde Torid-Anatolid platformunun kuzey-güney yönünde uzaması ve kıta kabuğunun incelmesi sonucu, Üst Liyas'ta batı toros teknesi ortaya çıkmıştır. Bu açılma sırasında Menderes Masifi ve Beydağları'ndaki jeolojik birimler kuvvetle etkilenerek platformun kuzey ve güneyinde aynı litolojiye sahip birer kol olarak gelişmişlerdir (Okay, 1989). Çalışma sahası içinde de gözlemlenen ve bölgenin hemen tüm yüksekliklerini oluşturan bu karbonat bazlı kireçtaşı ve ofiyolitik birimler, Jura–Kretase devrinin fosillerini taşımaktadır. Üst Senoniyen döneminde ise, çekme kuvvetlerinin sıkıştırma tektoniği ile yer değiştirmesi sonucu Marmaris'te olduğu gibi volkanik içerikli ofiyolitler, ve ters faylı yapılar gelişmiştir.

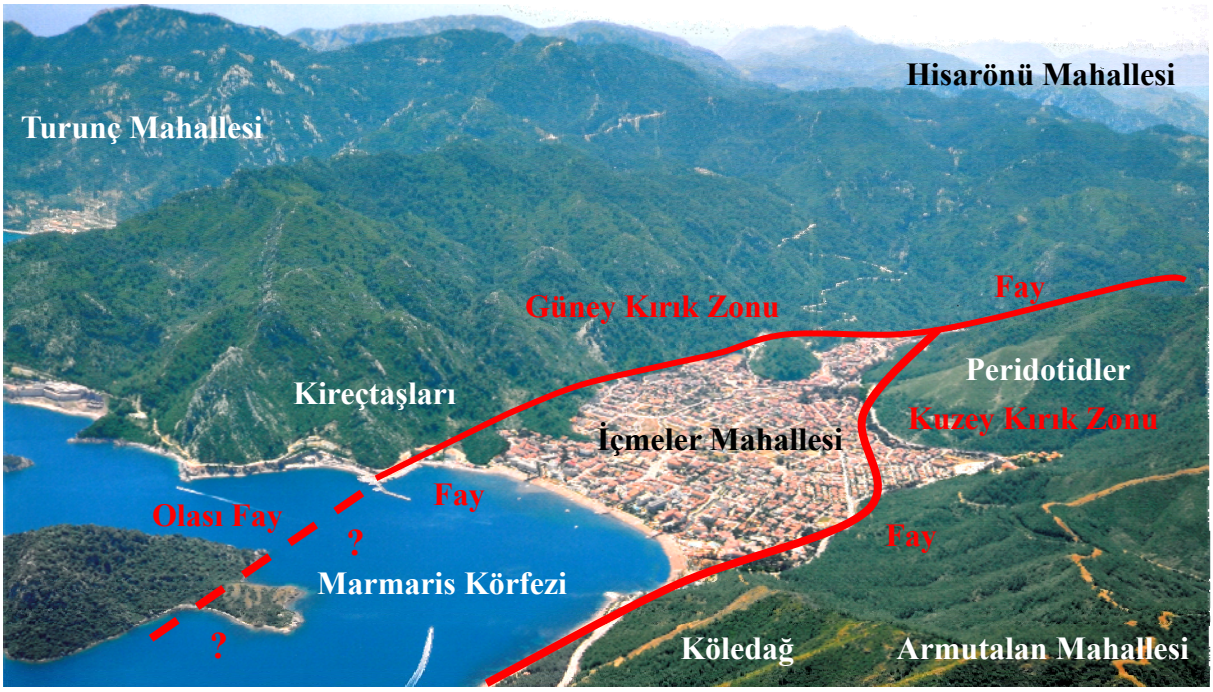
Doktora çalışması sırasında arazide yapılan jeolojik–jeofizik araştırmalar sonucu jeotermal potansiyeline sahip kırık zonlarının ters fay özelliğinde olduğu anlaşılmıştır. Üst Senoniyen döneminde istiflenen ve şelf-yamaç ortamının çökelimleri olan dolomit, dolomitik kireçtaşı, silttaşı, kiltaşı, kumlu-killi kireçtaşı ve rekristalize kireçtaşı ardalanmalı melanj birimleri, çalışma alanındaki sedimantalojide yerlerini almışlardır. Üst Eosen'de ise ofiyolitik naplar gravite faylarının etkisi ile Marmaris'e kadar uzanan batı toroslar içine yerleşmişlerdir (Bilgin ve diğerleri, 1997). Çalışma alanı, tektonik yönden günümüzde de aktiftir ve genç tektonik unsurlar, Batı Anadolu'nun K-G yönlü gerilme rejimi altında şekillenmiştir. Geç Miyosen döneminden günümüze Ege bölgesindeki K-G yönlü tektonizma etkisinde kalan çalışma alanında, İçmeler Mahallesinde olduğu gibi D-B gidişli ve eğim atımlı normal fayların denetiminde D-B uzanımlı çöküntü havzaları gelişmiştir (Şekil 32).



Şekil 32. Çalışma alanı içindeki D-B gidişli eğim atımlı normal fayların etkisiyle oluşan D-B uzanımlı İçmeler Mahallesi çöküntü havzasının batı yönünden görünümü

Mesozoyik devrinde meydana gelen orojenez sırasında, çalışma bölgesi litosferin altında bulunan ağdalı yapıdaki mantoya yer yer batarak graben ovaları ve diğer kısımların yükselmesi ile de, horst dağları şekillenmiştir (Bilgin ve diğerleri, 1997) (Şekil 32). Çalışma sahasında KD-GB uzanımlı faylar çokca gözlenir. Özellikle, Hisarönü Körfezinden başlayıp jeotermal sondajlama yapılan GY-1 kuyusunun bulunduğu Köledağ'a kadar, 10 km uzunluğundaki İçmeler-Marmaris normal fayı önemlidir. Bu fayın kuzey ve güney kolları doktora çalışmasında hem kara, hem de denizel ortamda incelenmiş ve jeotermal kaynak taşıdığı belirlenmiştir (Şekil 32).

Çalışma alanında baz olarak alınan fay sistemi Hisarönü–İçmeler-Marmaris uzanımlı bu kırık zonudur. Jeolojik gözlemlerde çevredeki derelerin büyük bir çoğunluğunun tektonik hatlar boyunca geliştiği saptanmıştır. Özellikle, İçmeler Mahallesindeki Karadere ve İçmeler Dereleri, İçmeler-Marmaris Fay kırığına bağlı gelişen tektonik kontrollü dere yatağı niteliğindedir ve bölgenin morfolojisini şekillendirmesi açısından önemlidir (Şekil 33).



Şekil 33. Hisarönü Körfezinden başlayarak Köledağ'a kadar uzanan Marmaris fayı ve jeotermal kaynak taşıyan kuzey-güney kırık hatları

Hisarönü–İçmeler-Marmaris uzanımlı fay, Hisarönü Körfezinden başlayıp İçmeler Mahallesinin batı ucunu temsil eden vadi başına kadar (Julian Otel mevkii) tek bir hat olarak görülür. Ancak, bu noktadan sonra kuzey ve güney kollar olarak ikiye ayrılır. Güney kırığı Julian Otel mevkiinden itibaren kireçtaşı yamaçlarını izleyerek, Belediye Hayvan Korunağı üzerinden sahil kesimindeki Gölmar Otel'e ve oradan İçmeler Limanı başındaki Antik Çeşmeye kadar uzanarak buradan denize giriş yapar.

Kuzey kol ise, yine Julian Otel mevkinden başlar ve bu kez peridotid kayaçları takip ederek Club Aquarium Otel'e, oradan Turizm Lisesi ve Grand Yazıcı Club Turban istikameti ile, termal ve zengin mineralli su elde edilen GY-1 jeotermal kuyusunun yer aldığı Köledağ'a kadar devam eder (Şekil 33).

2. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmanın ana materyallerini; jeolojik yönden arazi gözlemleri, jeofizik açıdan ise karasal ortamda yapılan jeoradar ve manyetik ölçümler ile deniz sismiği ve yandan taramalı sonar uygulamalarından elde edilen veriler oluşturmaktadır. Arazi gözlemlerinde ve rapor yazımında, Maden Tetkik ve Arama Müdürlüğü 1/100 000 ölçekli L6 Marmaris paftası ve 1/25 000 ölçekli 020-a3, 020-b4 paftalarındaki jeolojik haritalar kullanılmıştır. Ayrıca, Marmaris Belediyesi ve eski belde belediyelerinin yaptırmış olduğu 1/1000 Ölçekli Marmaris–Armutalan-İçmeler İmar Plan çalışmaları, Marmaris–Armutalan-İçmeler-Turunç Revize İmar Plan çalışmaları, resmi ve özel mahiyette imar planına esas jeolojik-jeofizik-jeoteknik etüd çalışmaları, yat yanaşma iskelelerine ait projeler için yapılan deniz ve kara jeolojik, jeofizik, jeoteknik incelemeleri ile 1999 yılından bu yana inşa edilen konutlar, resmi binalar, kreş, ilk-orta-lise öğretim okulları, sağlık ocakları, camiler ve turistik tesisler için yapılan zemin etüdleri de, kullanılan diğer materyaller arasındadır.

2.1. Karasal Ortamda Yapılan Jeoradar ve Manyetik Çalışmalarına Ait Veriler

Hisarönü-İçmeler–Marmaris uzanımlı fay zonunun denizle bağlantı yaptığı düşünülen güney kırık hattı üzerinde, mahalleye İçmeler adını veren doğal çıkışlı kaynak halindeki Antik Çeşme, gerek ‘’17° C’’ su sıcaklığı, gerekse toplam 5,03 gr/L mineral konsantrasyonuna sahip olduğu laboratuar analizleri sonucu belirlendiğinden, bu lokasyon kara ve denizel alanda yapılacak jeofizik araştırmalar için baz noktası seçilmiştir. Antik özelliği bulunan çeşmenin, Romalılar Döneminden beri sağlık amaçlı kullanıldığı yörenin tarihi kayıtlarında geçmektedir. Doğal çıkışlı bu suyun, özellikle cilt hastalıklarına ve mide rahatsızlıklarına iyi geldiği halk arasındaki yaygın kanıdır. Suyun şifa verici özellikte olduğuna dair bu inanışın gerçek bulgularla desteklendiği, İstanbul Üniversitesi Hidroklimatoloji ve Balneoloji Ana Bilim Dalı Bölüm Başkanı Prof. Dr. Nergis ERDOĞAN’ın başkanlığında yapılan ve kimyasal laboratuar analizlerine bağlı olarak hazırlanan endikasyon raporu ile bilimsel anlamda ilk kez kanıtlanmıştır. Bu husus doktora çalışmanın orjinal çıktılarından birini oluşturmaktadır (EK 1).

Bu doktora çalışmasında baz alınan, doğal çıkışlı mineralli ve termal su özelliğindeki kaynağının daha alt derinliklerde yüksek sıcaklık taşıyıp taşımadığının belirlenmesi, hangi jeolojik tabakalar arasından kaynak yaptığının ve ilişkili yan kırık zonları ile bu zonların denizel alanda da devam edip etmediğininin tesbit edilebilmesine ve böylece jeotermal potansiyeli taşıyan diğer alanların belirlenmesine yönelik ilk etap araştırma olarak İçmeler Limanı ve yakın çevresinde jeofizik araştırma yöntemlerinden jeoradar ve manyetik ölçümleri yapılmıştır.

Araştırmada, Hisarönü-İçmeler-Marmaris fay zonunun denize giriş lokasyonu olan ve doğal çıkışlı kaynağın denize boşalım yaptığı noktanın koordinatları konumlandırma cihazı DGPS (Differential Global Positioning System) kullanılarak 35S610475,55-407329,63 ile 35S610669,6-4073381,44 arasında ölçülmüştür (Şekil 34).



Şekil 34. Jeofizik araştırmada baz nokta olarak alınan doğal mineralli termal su kaynağının Antik Çeşme ve İçmeler Limanı lokasyonunda denize boşalım yaptığı çıkış noktasına ait koordinat belirleme çalışmaları

Jeoradar çalışmasında toplam 17 hat boyunca ölçümler alınmış, manyetik çalışmalarda ise 4 hat boyunca ölçümler gerçekleştirilmiştir. Gerek jeoradar, gerekse manyetik ölçümlerde her bir yöntemin uygulamasında, jeofizik veriler DGPS aracılığı ile eş zamanlı olarak alınmış ve koordinat değerleri özel bilgisayar programları aracılığı ile kayıt edilmiştir.

Jeoradar Yöntemi; Genel hatlarıyla bir yer radarı, verici anten, alıcı anten ve kayıtçıdan oluşmaktadır. Verici anten, yatay doğrultuda elektrik alan vektörüne sahip (TE: Transvers Elektrik) birkaç nanosaniye süreli bir elektromanyetik sinyal üretecek şekilde tasarlanmıştır. Alıcı anten ise, yine aynı yönde yeraltı derinliklerinden dönen elektromanyetik sinyali algılayacak doğrultuda konumlandırılmıştır. Yeraltında, her iki tarafı farklı dielektrik özelliğe sahip kayaçlardan oluşan bir ara yüzey varsa, elektromanyetik dalga bu ara yüzeyde yansıma ve iletime uğrayacaktır (Yıldız ve diğerleri, 2009).

Kullanılan ekipman ve arazide ölçüm düzeneği; Doğal mineralli termal su çıkışının görüldüğü liman bölgesinde yapılan ölçümlerinde Zond 12E marka jeoradar kontrol ünitesi 300 MHz, 150 MHz, 75 MHz, 38 MHz alıcı verici antenler kullanılmıştır (Şekil 35).



Şekil 35. Doğal kaynağın çıkış noktası İçmeler Limanı ve yakın çevresinde yapılan jeoradar ölçümleri

Manyetik Yöntem; Manyetik yöntemde temel prensip manyetik alan değişimlerini ölçme esasına dayanmaktadır. Her kayaç oluştuğu dönemdeki yer manyetik alan bileşeni yönü ile aynı yönde kalıcı bir manyetik alana sahip olur ve her bir kayacın bir manyetik alan değeri oluşur (Öztürk, 1993).

4 Manyetik çalışmada sezyum gradyomanyotometresi ile gradyen ölçümleri alınmış ve jeolojik birimlerin içsel yapıları üç boyutlu (tomografik) olarak görüntülenmiştir. Bu ölçümler doğal mineralli termal su kaynağının çıkış yapabileceği diğer muhtemel kırık, çatlak sistemlerinin belirlenmesi ve bu sistemlerin uzanım doğrultularını görmede faydalı olmuştur (Şekil 36).



Şekil 36. İçmeler Limanı ve yakın çevresinde sezyum gradyomanyotometresi ile yapılan ölçümler

Veri işlem ve değerlendirmede, jeofizik ölçümler için baz noktası olan İçmeler Limanındaki Antik Çeşme ve yakın çevresinden alınan manyetik sinyallere bir genlik fonksiyonu ile kazanç sağlanmıştır. Devamında background removel ile tekrarlı yansılamalar elemine edilmiştir. Daha sonra verilerden çok düşük ve çok yüksek frekanslıları elime etmek için ‘’Ombasy Bant Pas Filtresi” uygulanmıştır. Tüm veri işlem aşamalarından sonra topografik kot düzeltmesi yapılmıştır. Tüm ölçüm kayıtları gerekli veri işlem uygulamasından sonra değerlendirilmiş ve yorumlanmıştır.

2.2. Denizel Alanda Yapılan Sismik Çalışmalara Ait Veriler

Bu doktora çalışmasında karasal ortamda gerçekleştirilen bir dizi morfolojik, jeolojik, jeofizik incelemelere ilave olarak Hisarönü-İçmeler-Marmaris uzanımlı fay hattının güney kolu üzerinde denize boşalımın görüldüğü Antik Çeşme ve İçmeler Limanı lokasyonu baz alınarak mineralli ve termal su özelliğindeki doğal kaynağa sahip kırık zonunun denizel alanda da, devam edip etmediğinin tesbit edilmesi ve böylece jeotermal potansiyeli taşıyan diğer alanların belirlenmesine yönelik deniz sismiği uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar, bölgede yapılan ilk araştırmaları oluşturmaktadır (Şekil 37).



Şekil 37. Marmaris Körfezi içindeki İçmeler Limanı lokasyonunda yapılan deniz sismiği çalışması

Hisarönü-İçmeler-Marmaris fay zonunun, güney kırığını oluşturan ve İçmeler Mahallesinde denizle bağlantı yaptığı nokta olarak düşünülen liman lokasyonunu içine alacak ve deniz tabanındaki muhtemel izini kesecek şekilde 9 adet seyir hattı boyunca yansıma sismiği ölçümleri yapılmıştır (Şekil 37). Kara araştırmalarında doğal mineralli suyun Kireçtaşı-Melanj ve Peridotid-Melanj kontaklarından geldiği belirlendiğinden, yine Marmaris Körfezi içinde aynı jeolojik yapıya sahip diğer bir denizel ortam da, benzeri sismik çalışma gerçekleştirilmiştir.

Denizel alanda yapılan yüksek ayrımlı sismik yansıma ölçümleri, İçmeler Limanı lokasyonunda 9 hat ve 2. araştırma bölgesi olan yine Marmaris Körfezi içindeki Yalancıboğaz mevkiinde 8 hat olmak üzere, toplam 17 hatta gerçekleştirilmiştir. Deniz çalışmalarında sismik veriler Geo-Marine Survey sismik sistemleri yapımı Georesources markalı jeofizik cihazla alınmış, enerji kaynağı için Geo-Spark kullanılmıştır. Spark sisteminin frekansı 10 kHz olup kayıt süresince kazanç ayarlarıyla sinyal kaybı dengelenip, tabaka ayrımlılığına özen gösterilmiştir (Şekil 38).



Şekil 38. İçmeler Limanı lokasyonunda yapılacak çalışma için deniz sismik cihazı ve ekipmanın jeofizik ölçümlere hazırlanması

Çalışma, deniz tabanı ve güncel tabakaların düşey ve yanal süreksizliklerinin tespiti amacı ile deniz tabanı ara sediment ve temel zemin yansıma yüzeyini belirleyebilecek şekilde oluşturulmuştur. Hat aralıkları yaklaşık 100 m seçilmiştir. Olumsuz deniz ve rüzgar koşulları sismik kayıtların kalitesini etkileyeceğinden, ölçümler mümkün olan en sakin hava şartları beklenmiştir (Şekil 38). Sismik datalar daha sonra, seyir hatları ve çalışma lokasyonunu içine alan Google görüntüsü üzerine bilgisayar veri işlem programı yardımıyla aktarılmıştır. Seyir sırasında, düzgün bir hat boyunca ilerlemeyi sağlamak ve profillerden sağa veya sola sapmaları önlemek amacıyla bu hatların her birine ait DGPS koordinatları dikkatle takip edilmiş ve böylece veri işlem sonrası oluşacak denizaltı stratigrafik kesitlerin bire bir çakıştırılabilmesine imkan sağlanmıştır.

Deniz vasıtası; Denizel ortamda gerçekleştirilen yansıma sismiği ölçümlerinde sahil kesimlerinde sığ sularda olabildiğince kıyıya yaklaşabilecek şekilde draftı 1.50 m olan, 13 m boyundaki tekne kullanılmıştır (Şekil 39).



Şekil 39. Denizel alan jeofizik çalışmasında kullanılan piyade tipi tekne

Konumlandırma sistemi (DGPS); Sismik ölçümlerde Pentax SMT888-3G, DGPS ekipmanı kullanılmıştır (Şekil 40). Bu sistem tekne üzerine monte edilerek topladığı verileri Kordil NP navigasyon yazılımı ile navigasyon sağlanmıştır. İkinci denizel alanda yapılan çalışmalarda eş zamanlı olarak sonar ölçümleri Deepview yazılımı ile birlikte kullanılarak ve veri analiz yorumlaması yapılmıştır. Her bir yazılımın ihtiyaç duyduğu veri iletim hızı ile koordinat bilgileri aynı anda kaydedilmiştir.



Şekil 40. Pentax SMT888-3G, DGPS ekipmanı

Geo-Spark 1000 cihazı; Küçük gemi araştırmaları, mevki ve rota araştırmaları, açık deniz mühendisliği, maden aramaları, kum aramaları, oşinografik araştırmalar ve deniz tabanı incelemelerinde kullanılabilir olduğundan Marmaris Körfezi içindeki kırık sistemlerinin belirlenmesine yönelik olarak doktora çalışmasının denizel alan sismik ölçümleri için bu cihaz seçilmiştir. Cihaz, 2 m ile 500 m arasındaki derinlikler için kullanılabilir (Şekil 41).



Şekil 41. Geo-Spark 1000 jeofizik sismik ölçüm cihazı

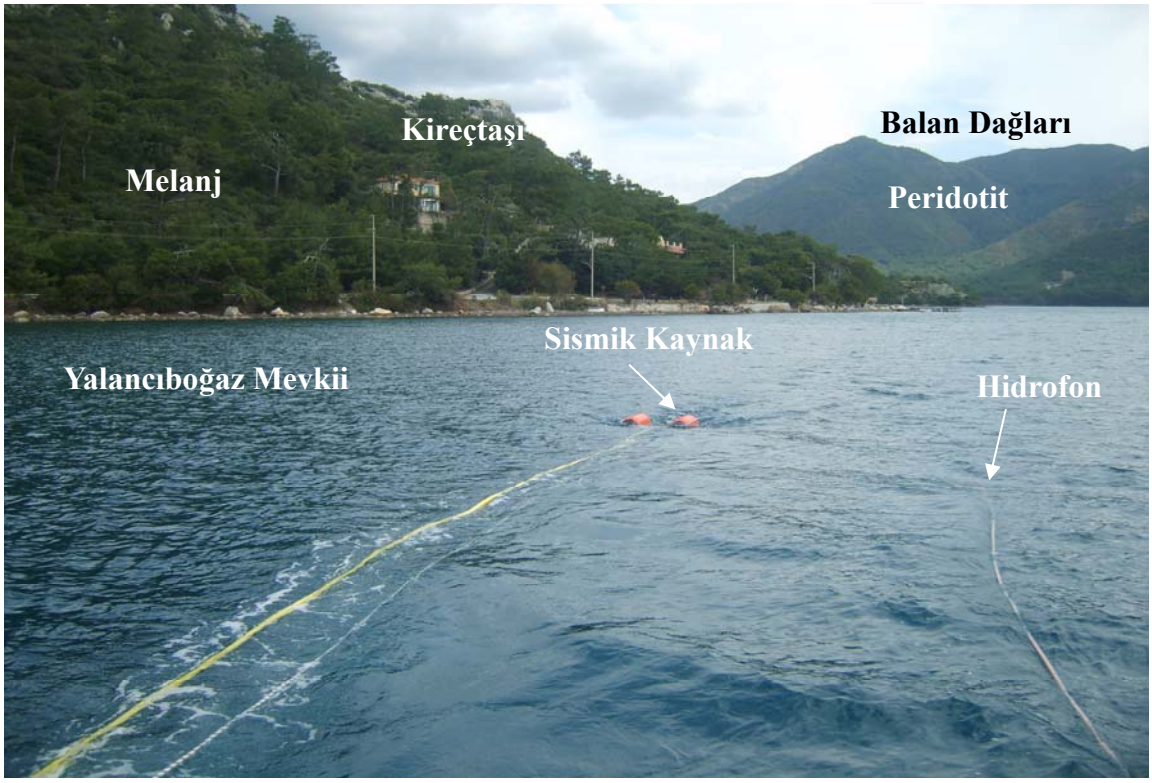
Spark sistemi; çekme kablosu ile kullanılır. Küçük gemi operasyonları için 25 m'lik PS kablo yeterlidir (Şekil 42). Geo-Spark, 1000 yüksek darbe çıkışı korumak için düşük bir öz endüktans için tasarlanmıştır. Kablo ağırlığı 35 kg'dır.



Şekil 42. Sparker çekme kablosu

Geo-sense mini–streamers; Kara sismiğinde yansıma sinyalleri jeofonlar yardımıyla algılanır ve kayıtçıya gönderilir. Denizde ise bu amaçla hidrofonlar kullanılmaktadır. Hidrofonlar "streamer" adı verilen alıcı kablosu içerisine belirli aralıklarla konumlandırılarak su içerisine indirilirler. Hidrofonlar seramik piezoelektrik elemanlardan yapılırlar.

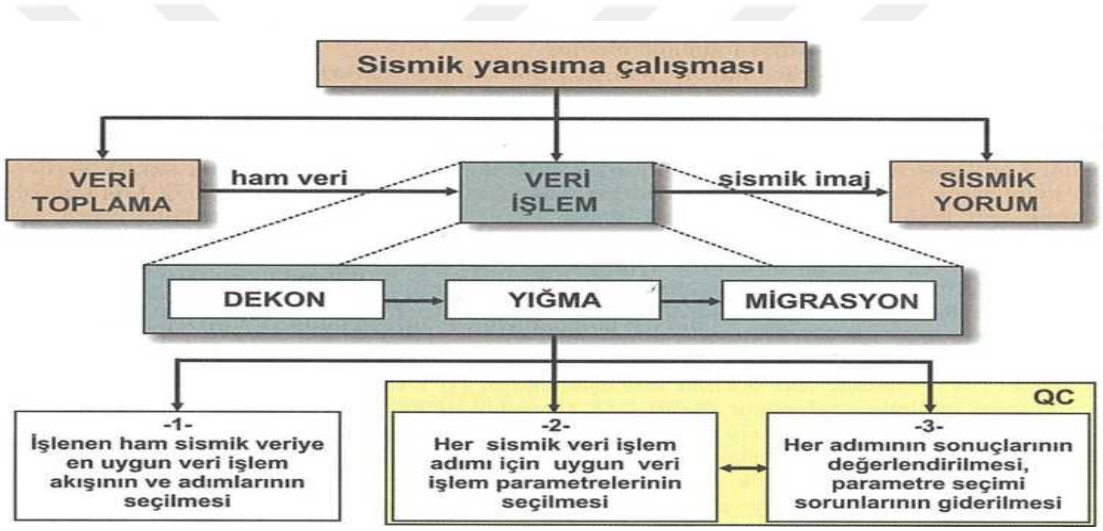
Bu elemanlar büküldüğünde her iki yüzeyleri arasında bir voltaj farkı meydana gelir ve iletken yüzey elemanlarıyla bu voltaj farklı ölçülür. Jeofonlar parçacık hızına duyarlı iken hidrofonlar basınç değişimlerine karşı duyarlıdırlar ve kaynaktan üretilen sinyalin su içerisinde meydana getirdiği basınç değişimlerini algılarlar. Her bir kayıt kanalı için normalde 8-16 hidrofon kullanılır (Şekil 43).



Şekil 43. Streamer ''Hidrofon'' sistemi

Böylece karada kullanılan alıcı dizilimlerine benzer bir düzen oluşturulmuş olur ve her bir hidrofona aynı anda gelen yansıma sinyali toplanarak güçlendirilirken, gelişi güzel gürültü kayıt aşamasında bastırılır. Çalışmalarda, 8 elementli tek kanallı dizilime sahip streamer kullanılmıştır. Kısa 8 elementli dizi 4500 m su derinliklerinde bile başarılı olmaktadır. Sistem 100 Hz hassasiyete sahiptir (Şekil 43).

Denizlerde 2 boyutlu (2B) sismik yansıma verisi toplama işlemi oldukça karmaşık ve eşzamanlı şekilde çalışan birçok sistemin birlikte kullanılmasını gerektirir. Kullanılan tüm bu sistemler birbiriyle uyumlu ve eşzamanlı çalışmakta olup, sürekli olarak birbirleri ile iletişim halindedirler. Temelde toplanan veri aynı olmasına karşın, deniz sismiği verisinin toplanması işlemi kara sismiğinden farklıdır. Bu farklılık deniz sismiğinde kullanılan ekipmandan ve verilerin toplandığı ortamdan ileri gelmektedir. Bir sismik yansıma çalışması veri toplama veri işlem ve işlenen verinin yorumlanması aşamalarından oluşur. Verinin işlenmesi sırasında, ana veri işlem aşamaları dışındaki diğer bazı veri işlem adımları ve bunların uygulama sıraları her veri seti için farklı olabilir (Şekil 44) (Adatepe, 1988).



Şekil 44. Denizde yapılan sismik yansıma çalışmasının temel aşamaları

Kullanılacak veri işlem akışı veri işlem adımları ve her adım için kullanılan parametreler veri işlem uzmanı tarafından seçildiğinden farklı veri işlemciler tarafından işlenen aynı bir veri bile farklı görünümde olabilir. Dolayısıyla, veri işlem sonucu elde edilen final kesitin görünümü veri işlem uzmanına bağlıdır. Bu anlamda veri işlemcinin tecrübesi veri işlemin sonucunda elde edilecek olan final kesitin kalitesini önemli ölçüde etkileyebilir. Sismik veri işlem birçok işlem adımından meydana gelir ve bunlar genellikle veriye ardışık olarak uygulanır. Bu şekildeki birçok veri işlem adımından oluşan işlemler bütünü “Veri İşlem Akışı ” olarak adlandırılır.

2.2.1. İçmeler Limanı lokasyonu denizel alanda yapılan sismik çalışmalara ait veriler

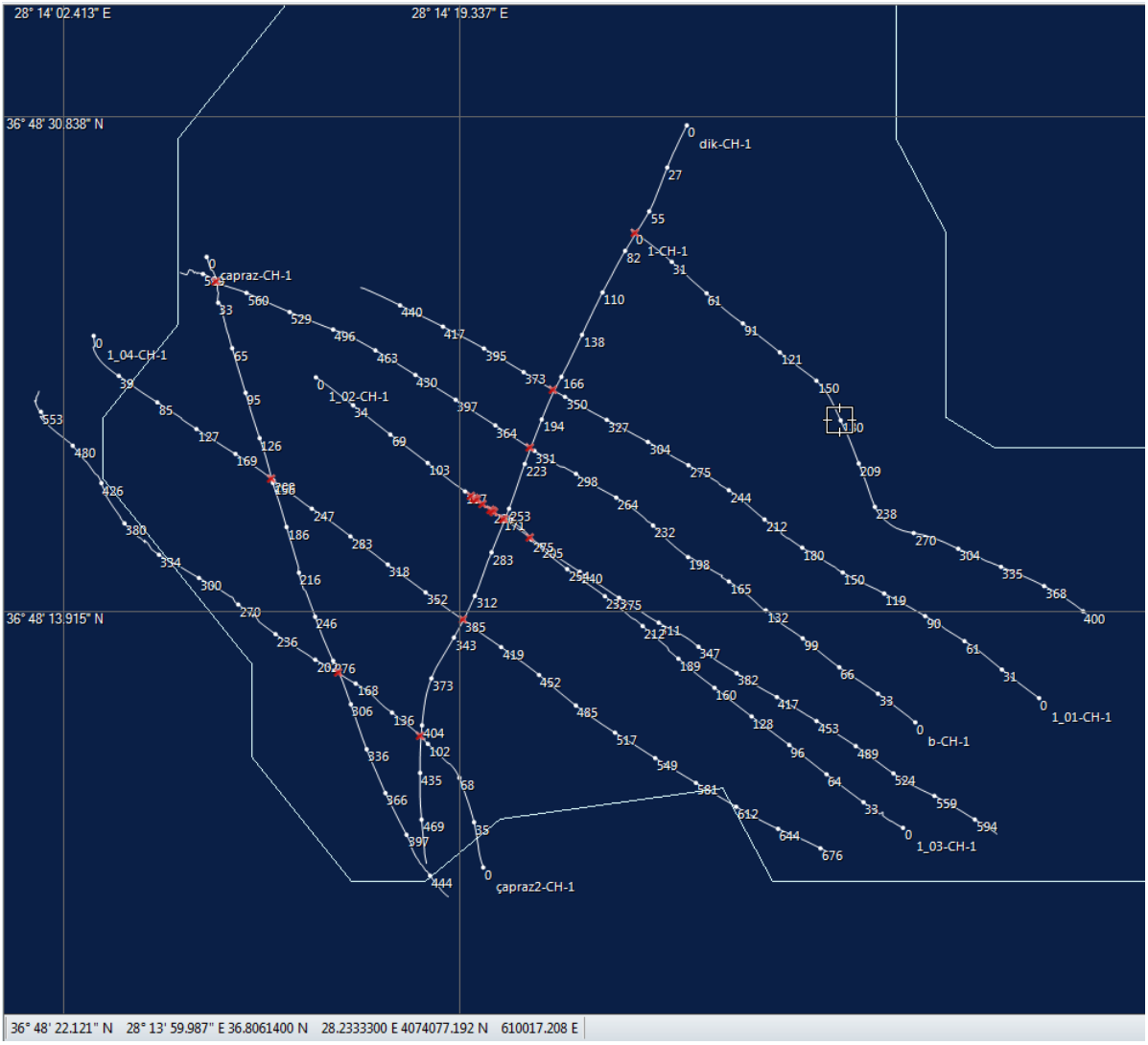
Hisarönü-İçmeler-Marmaris fay zonunun, deniz tabanındaki muhtemel izinin ortaya konulabilmesi amacıyla, öncelikle üzerinde sismik ölçümlerin yapılacağı ve birbirine paralel kalacak şekilde toplam 9 adet seyir hattı seçilmiştir (Şekil 45).



Şekil 45. İçmeler Limanı lokasyonu deniz sismiği çalışması için belirlenen seyir hatlarının Google görüntüsü

Hatların ilk 6 adeti yaklaşık kuzeybatı-güneydoğu yönelimli olacak ve İçmeler Mahallesinin denizel alanını sınırlayan karşı iki kıyı arasında uzanacak biçimde belirlenmiş diğer 3 ölçüm hattından biri bunun dikine, bir diğer ikisi ise çapraz kesecek şekilde planlanmıştır (Şekil 45).

Deniz sismiği çalışmasında deniz tabanı ve güncel tabakaların düşey ve yanal süreksizliklerinin tespiti amacı ile deniz tabanı ara sediment ve temel zemin yansıma yüzeyini belirleyebilecek şekilde hat aralıkları oluşturulmuş ve aralıklar yaklaşık 100 m olarak seçilmiştir (Şekil 46).



Şekil 46. İçmeler Limanı lokasyonu deniz sismiği seyir hatlarının Google görüntüsü

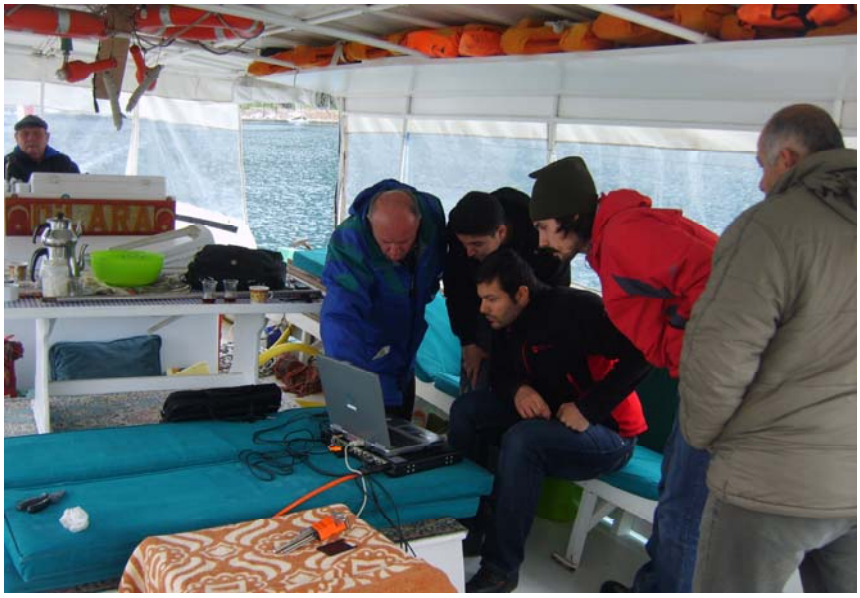
Sismik yansıma çalışmasında kullanılan spark sisteminin frekansı eş zamanlı olarak frekans 10 kHz olup, kayıt süresince kazanç ayarlarıyla sinyal kaybı dengelenip, tabaka ayrımlılığına özen gösterilmiştir. Denizel alanda gerçekleştirilen sismik yansıma seyir hatları Google görüntüsü üzerine bilgisayar veri işlem programı yardımıyla aktarılmıştır (Şekil 46).

Sismik yansıma çalışmasında denizde katedilen hatların uzunlukları ve bu hatlara ait DGPS koordinatları (Tablo 1)'de sunulmaktadır.

Tablo 1. İçmeler Limanı lokasyonu denizel alanda yapılan sismik yansıma hatlarına ait koordinatlar ve hat uzunlukları

Hat No:	Data No:	Başlangıç Koordinatı		Bitiş Koordinatı		Hat Uzunlukları (m)
		N	E	N	E	
1 . HAT	1-01-CH-1	36°48'14.01"	28°14'38.60"	36°48'23.05"	28°14'20.02"	841.47
2 . HAT	1-02-CH-1	36°48'19.11"	28°14'17.75"	36°48'11.40"	28°14'31.94"	867.19
3 . HAT	1-03-CH-1	36°48'09.45"	28°14'33.20"	36°48'17.47"	28°14'20.49"	584.77
4 . HAT	1-04-CH-1	36°48'20.81"	28°14'06.90"	36°48'07.58"	28°14'30.38"	957.05
5 . HAT	1-CH-1	36°48'23.50"	28°14'31.79"	36°48'13.96"	28°14'45.83"	650.43
6 . HAT	b-CH-1	36°48'13.00"	28°14'33.92"	36°48'25.54"	28°14'07.93"	934.73
7 . HAT	Çapraz- CH-1	36°48'21.19"	28°14'10.25"	36°48'06.22"	28°14'17.08"	729.42
8 . HAT	Çapraz2- CH-1	36°48'09.29"	28°14'18.07"	36°48'19.94"	28°14'02.28"	763.78
9 . HAT	Dik-CH-1	36°48'25.38"	28°14'25.77"	36°48'06.16"	28°14'17.75"	839.97

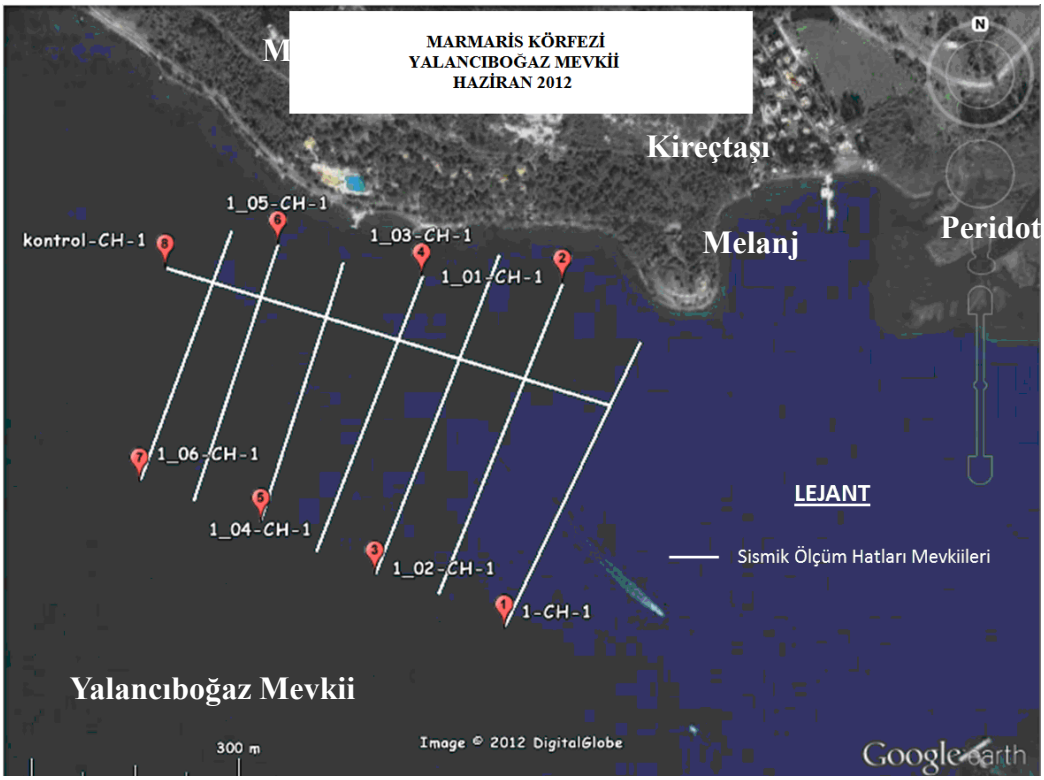
İçmeler Limanı lokasyonu denizel alanda yapılan sismik yansıma çalışmaları sırasında hava koşullarının olumsuzluğuna bağlı olarak rüzgar nedeniyle oluşan dalgalanmaların sismik kayıtları etkilememesi amacıyla zaman zaman ölçümlere ara verilmiş ve kaydedilmiş olan her sismik verinin kalitesi bilgisayar ekranında gözden geçirilerek kontrol edilmiştir (Şekil 47).



Şekil 47. Sismik yansıma veri kalitesinin araştırma ekibince kontrolü

2.2.2. Yalancıboğaz mevkii denizel alanda yapılan sismik çalışmalara ait veriler

Karasal ortam jeoradar yüzey incelemesinden elde edilen radagramlar ve manyetik ölçümlerinden elde edilen anamoli grafikleri ile İçmeler Limanı lokasyonu denizel alanda yapılan sismik yansıma çalışmalarından elde edilen dip kesitleri dikkate alınarak zengin mineralli termal su ve gaz olduğu tahmin edilen doğal çıkışların gerçekleştiği jeolojik birimlerin Kireçtaşı-Melanj ve Peridotit-Melanj kontaklarından kaynaklandığı tesbit edilmiştir. Bu tesbite bağlı olarak araştırmaların daha geliştirilmesi ve çalışma alanından daha fazla bilgi toplanması amacıyla ikinci bir sismik yansıma uygulaması yapılacak denizel alan lokasyonu belirlenmiştir (Şekil 48).



Şekil 48. Marmaris Körfezi Yalancıboğaz mevkii ikinci denizel alan çalışma lokasyonu ve deniz sismiği hatlarının Google görüntüsü

Bu lokasyon, ilk karasal ortam ve denizel alan çalışma lokasyonları ile benzer jeolojik özellikler gösteren (MTA, 1997a) Marmaris Körfezi içindeki Yalancıboğaz mevkii denizel alanıdır. Bu denizel alanda önceki sismik yansıma çalışmasının tekrar edilmesine karar verilmiş ve ölçümlerin alınacağı yeni sismik seyir hatları oluşturulmuştur (Şekil 48).

Denizel alanda, ikinci sismik yansıma uygulaması yapılacak lokasyon olan Yalancıboğaz mevkiindeki deniz tabanı ile daha alt stratigrafik tabakaların düşey ve yanal süreksizliklerini belirlemek amacıyla 100'er metre aralıklı, toplam 8 sismik seyir hattı seçilmiştir (Tablo 2) (Şekil 49). Yalancıboğaz mevkiinde gerçekleştirilen deniz sismiği seyir hatlarına ait hat uzunlukları ve bu hatlara ait DGPS koordinatları (Tablo 2)'de sunulmaktadır.

Tablo 2. Yalancıboğaz mevkii denizel alanda yapılan deniz sismiği hatlarına ait koordinatlar ve hat uzunlukları

Hat No:	Data No:	Başlangıç Koordinatı		Bitiş Koordinatı		Hat Uzunlukları (m)
		N	E	N	E	
1 . HAT	1-CH-1	36°49'38.87"	28°18'26.47"	36°49'25.63"	28°18'18.54"	454
2 . HAT	1-01-CH-1	36°49'27.07"	28°18'14.60"	36°49'41.76"	28°18'21.91"	481
3 . HAT	1-02-CH-1	36°49'42.90"	28°18'18.32"	36°49'28.16"	28°18'10.97"	482
4 . HAT	1-03-CH-1	36°49'29.25"	28°18'7.66"	36°49'42.08"	28°18'13.72"	425
5 . HAT	1-04-CH-1	36°49'42.49"	28°18'9.17"	36°49'30.60"	28°18'4.32"	391
6 . HAT	1-05-CH-1	36°49'31.52"	28°18'0.50"	36°49'43.59"	28°18'5.31"	388
7 . HAT	1-06-CH-1	36°49'44.12"	28°18'2.64"	36°49'32.50"	28°17'57.22"	382
8 . HAT	kontrol-CH-1	36°49'42.50"	28°17'58.74"	36°49'35.92"	28°18'24.64"	672



Şekil 49. Marmaris Körfezi Yalancıboğaz mevkii ikinci denizel alan çalışma lokasyonu için yansıma sismiği seyir hatlarının bilgisayarda oluşturulması

2.3. Yalancıboğaz mevkii denizel alanda yapılan yandan taramalı sonar çalışmalarına ait veriler

Yandan taramalı sonar ölçümleri; Bu ölçümler, hem İçmeler–Marmaris ana fay zonuna ait kırıkların deniz tabanındaki izinin net olarak belirlenmesi, hemde bu kırıkların jeotermal potansiyel taşıyan kısımlarında denize gaz çıkışı ile oluşacak anomalilerin daha net izlenebilmesi gayesiyle sismik ölçümlere ilave olarak yapılmıştır. Yandan taramalı sonar ölçümleri, DeepVision AB marka, tek frekanslı 340 kHz sayısal veri toplama ve işleme özelliğine sahip yandan taramalı sonar sistemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 50).



Şekil 50. Yandan taramalı sonar sistem birimleri: 1-Pc, 2-Yüzey birimi (Surface unit) SU232, 3-GPS, 4- Çekmeli Deniz birimi (Towfish) DE340, 5-Kevlar çeki kablosu.

Yandan taramalı sonar sistemi esas olarak, akustik sinyaller gönderen Çekmeli Deniz Birimi (Towfish) Hull Mount System; Model DE340, kevler kablo, PC, bilgisayar ara birimi olan Yüzey Birimi (Surface Unit) SU232 ve yedekleme kablosu ile DeepView23RC veri toplama ve işleme yazılımından oluşmaktadır**.** Sistem 12 VDC ile çalışmaktadır (Şekil 51).



Şekil 51. Deniz biriminin diğer (Hull Mount 340) ekipmanları

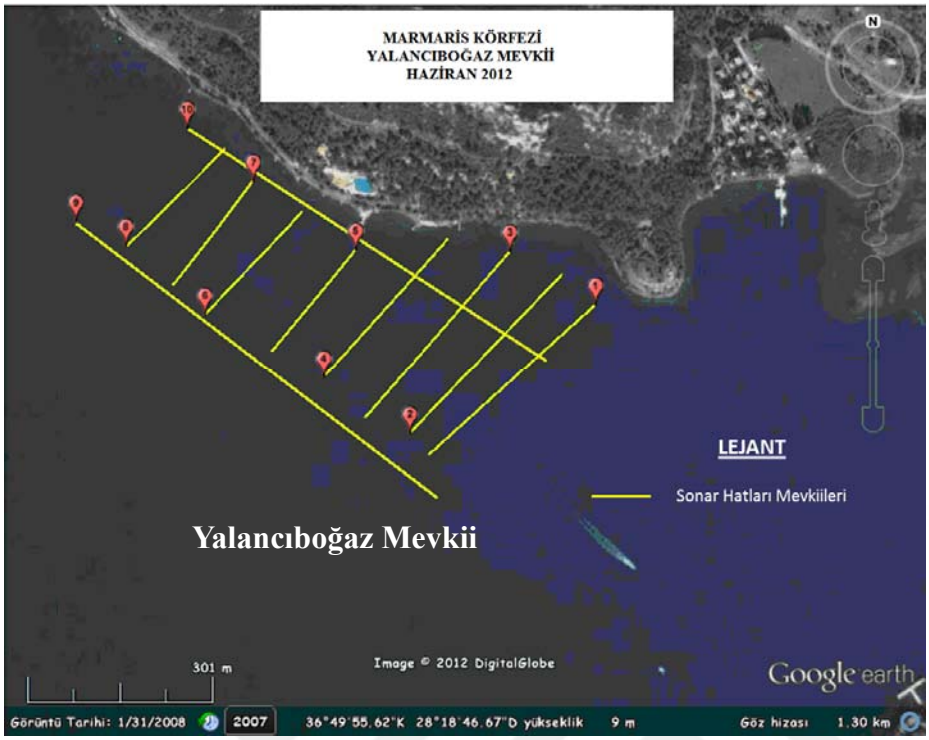
Sonar çalışma frekansı 340 kHz olup, her iki yanda bulunan transdüserler vasıtasıyla gönderilen ve alınan akustik sinyaller, transdüser tarafından elektriksel işarete dönüştürülerek yedekleme kablosu aracılığıyla bilgisayar ara birimine (Surface Unit SU-232) gönderilir. Bu ara birimden SU-232 protokolü ile kişisel bilgisayara (PC) gönderilen veriler DeepView23RC yazılımı tarafından okunur ve sayısal olarak kaydedilirken PC ekranında da sonar görüntüsü elde edilir.

Ayrıca, DGPS sisteminden gelen konumlandırma verilerini de okuyarak PC'ye iletir, DeepView 23RC yazılımı konumlandırma bilgilerini de sonar verisi içine kaydeder. Yan taramalı sonar denizel alan sismik ölçüm çalışmalarında kullanılan piyade tipi tekneye krom kelepçe ile monte edilerek çalıştırılmıştır (Şekil 52).



Şekil 52. Yandan taramalı sonar sisteminin denizel alan jeofizik çalışmalarında kullanılan piyade tipi tekneye araştırma mürettebatı tarafından monte edilmesi

Yalancıboğaz mevkii denizel alanda yapılan yandan taramalı sonar çalışma lokasyonunda, 70'er metre aralık olmak üzere 10 adet hat seçilmiştir. Böylece, deniz tabanı 70 metre iskele ve 70 metre sancak tarafı olmak üzere her bir hat için toplam 140 metre genişlikte taranmıştır (Şekil 52).



Şekil 53. Yalancıboğaz mevkii denizel alanda yapılan yandan taramalı sonar seyir hatlarına ait Google görüntüsü

Yalancıboğaz mevkiinde gerçekleştirilen yandan taramalı sonar çalışması seyir hatlarına ait hat uzunlukları ve bu hatların DGPS koordinatları (Tablo 3)'de sunulmaktadır.

Tablo 3. Yalancıboğaz mevkii denizel alanda yapılan yandan taramalı sonar hatlarına ait koordinatlar ve hat uzunlukları

Hat No	HAT ADI	HAT BAŞI		HAT SONU	
		N	E	N	E
1	Scan_2012-03-04_16_43_07	36°49'32.25"	28°18'14.22"	36°49'40.14"	28°18'25.13"
2	Scan_2012-03-04_16_48_56	36°49'40.96"	28°18'24.24"	36°49'33.42"	28°18'12.95"
3	Scan_2012-03-04_16_56_01	36°49'34.15"	28°18'10.10"	36°49'42.96"	28°18'18.77"
4	Scan_2012-03-04_17_03_36	36°49'43.23"	28°18'16.29"	36°49'36.25"	28°18'7.29"
5	Scan_2012-03-04_17_09_53	36°49'37.75"	28°18'3.92"	36°49'42.91"	28°18'9.34"
6	Scan_2012-03-04_17_14_47	36°49'44.11"	28°18'7.69"	36°49'39.59"	28°17'59.39"
7	Scan_2012-03-04_1_23_12	36°49'41.16"	28°17'57.32"	36°49'46.47"	28°18'2.74"
8	Scan_2012-03-04_17_27_11	36°49'48.17"	28°18'0.77"	36°49'43.15"	28°17'54.32"
9	Scan_2012-03-04_17_33_49	36°49'44.34"	28°17'50.93"	36°49'29.83"	28°18'14.75"
10	Scan_2012-03-04_17_46_40	36°49'37.09"	28°18'21.97"	36°49'49.30"	28°17'58.34"

Yandan taramalı sonar çalışmasında sağlıklı veri toplamak için tekne hızının 3-4 knot arasında kalması sağlanarak deniz tabanındaki anomalilerin gerçek boyut ve geometrisi ile görüntülenmesini sağlanmıştır. Sonar ölçümleri süresince tekne hızının sabit tutulması sayesinde standart bir veri kalitesi elde edilmiştir (Şekil 54).



Şekil 54. Yalancıboğaz mevkii denizel alanda yandan taramalı sonar sistemiyle deniz tabanına ait sonar verileri alınırken

Yandan taramalı sonar kayıtları üzerinde, eğik mesafe düzeltmesi ve gemi hızı düzeltmeleri yapılarak maksimum görüntü kalitesine sahip yorumlanabilir sonar görüntüleri elde edilmiştir. Yalancıboğaz mevkii denizel alan lokasyonunda yapılan yandan taramalı sonar sisteminde kullanılan parametreler toplu halde aşağıda sunulmuştur;

Kullanılan Sistem	: DeepEye Tow-Fish DE340 Side Scan Sonar
Kullanılan DGPS	: Pentax SMT888-3G
Gemi Hızı	: 3-4 Knot
Tarama Menzili	: Her kanal için 70 m
Çalışma Frekansı	: 340 kHz
Filtre Tipi	: Cleanup Filter, Position Filter, Ground Range
Projeksiyon (Datum)	: UTM27-WGS84
Profil aralıkları	: 70 metre (katlama yapacak şekilde)
Toplam Hat Sayısı	: 10
Yaklaşık Hat Uzunluğu	: 400 m
Toplam Tarama Alanı	: 280 000 m²
Towfish Derinliği	: Derinliğe göre değişken (1-15 m)

2.4. Jeotermal sondajlama çalışmalarına ait veriler

Jeotermal araştırmalar ve sondajlama faaliyetleri aynı petrol ve doğal gaz konusunda olduğu gibi, yeni teknoloji ürünü modern ölçüm cihazları, derin kuyu açabilme kabiliyetine sahip güçlü sondaj makinesi, çeşitli araç ve gereçin hazır bulunduğu ekipman parkuru, tamir ünitesi ile diğer ilgili techizatların teminini gerektirir. Ayrıca, konusunda uzman jeofizik, jeoloji, kimya, su ürünleri ile harita mühendisleri, sondör ekibi, sağlıkçı, doktor ve yeterli sayıda yardımcı elemandan oluşan geniş bir teknik personelin birbirine entegre halde çalışması yerbilimleri alanında jeotermal amaçlı işlemler açısından çok önemlidir.

Termal ve zengin mineral ihtiva eden su araştırmalarında, sondajlama öncesinde kuyu genel lokasyonunun, delim noktasının, inilmesi düşünülen derinliğin ve kesilecek jeolojik tabakaların verimli olduğunun kesin olarak önceden belirlenmesi şarttır. Delim esnasında su veren zonların doğru filtrelenmesi, techiz ve betonlamanın uygun yapılması, suyu kirletici dış unsurlara karşı kapalı boru sisteminin iyi dizayn edilmesi çok önemlidir. Aksi takdirde, bu konularda yapılacak ufak bir hata, kuyudan beklenenen verimin alınamaması ile sonuçlanabileceğinden her aşamanın büyük bir hassasiyetle yürütülmesini zorunluğu vardır.

Daha da önemlisi, enerji elde etmeye yönelik normal jeotermal faaliyetlerde sadece suyun sıcaklığının yüksek olması ön planda iken, Sağlık Turizminde daha fazla özelliğe sahip suyun çıkarılması hususu titizlikle ele alınmaktadır (Karagülle, 2002)

Buna göre; Sondajlama ile elde edilecek termomineralli kaynak, diğer bir değişle sıcak ve zengin mineral içeren tedavi edici unsur, 5686 sayılı Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Mevzuatı ve Kaplıcalar Mevzuatına her yönüyle tamamen uygun olmadır (Karagülle, 2002).

Kanun gereği, jeotermal kaynak hem 20 derecenin üzerinde sıcaklık, hem litrede 1 gr üstü mineral zenginliği gereklidir ki, sıradan yeraltı sularında bu değerin en fazla 50 mg/L–150 mg/L aralığında kaldığı düşünülürse, bu mineral ihtivasını içeren doğal mineralli suyun bulabilmenin zorluğunu ortaya çıkmaktadır ve ayrıca bu kaynağın insan sağlığı açısından hastalık tedavi edici unur amaçlı olarak kullanılacağından yine aynı kanuna göre mikrobiyolojik açıdan hijyenik olması, bakteri taşımaması ve su içinde Kurşun, Alüminyum, Civa gibi hiçbir zehirliyici mineral ihtivasının bulunmaması istenir. Ve yaz-kış en kurak dönemde dahi yeterli su miktarının kesintisiz halde elde edilmesi önceliklidir.

Jeotermal çalışmalar herşeyin önceden planlandığı şekilde düzgün gittiği durumlarda ise, istenen sonuçlara ancak uzun vadede ulaşılması ile yukarda bahsi geçen zorluk ve riskler dikkate alındığında bu konudaki faaliyetlerin ancak büyük şirketlerin veya Maden Tetkik Arama Kurumu benzeri devlet kurumlarının üstlendiği farklı bir sektör olarak karşımıza çıkmaktadır (MTA, 2005).

Bu bağlamda; Marmaris ve denizel alanının jeotermal potansiyelinin değerlendirilmesi adını taşıyan bu doktora çalışmasında, karasal ortamda gerçekleştirilen morfolojik, jeolojik gözlemler, jeoradar ve manyetik yüzey taramaları ile denizel alanlarda yapılan sismik yansıma ve yandan taramalı sonar verilerinden elde edilen bulgular dikkate alınarak, zengin mineralli sıcak su taşıma ihtimalinin yüksek olduğu kanaatine varılan Hisarönü-İçmeler–Marmaris uzanımlı fay zonu ile bağlantılı kırık sistemi üzerinde jeotermal sondajlamaya karar verilmiştir (Şekil 55).



Şekil 55. Jeotermal sondajlama aşamasından

3. BULGULAR

3.1. Karasal Ortamda Yapılan Jeoradar ve Manyetik Çalışmalara Ait Bulgular

Jeofizik araştırmalar için baz noktası seçilen Antik Çeşme ve İçmeler Limanı lokasyonunda gerçekleştirilen karasal ortam çalışmaları sonucunda, jeoradar ve manyetik verilerinin bir birleri ile korelasyonu yapılmış, Hisarönü-İçmeler–Marmaris uzanımlı ana fay hattı ile ilişkili kırık sistemlerine ait anomaliler tespit edilmiştir (Şekil 56).

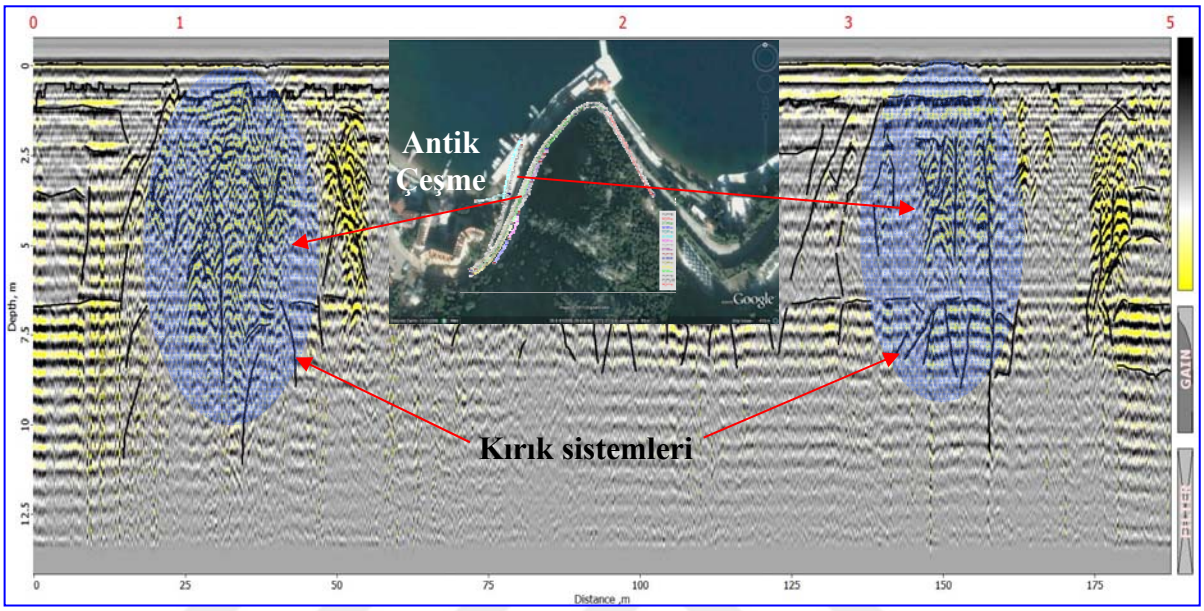


Şekil 56. Doğal mineralli termal suyun denize boşalım yaptığı İçmeler Limanı lokasyonu üzerindeki jeoradar ve manyetik ölçüm hatları (sarı çizgi) (Google Earth).

Jeoradar ve manyetik ölçümlerden elde edilen bu anomaliler lokal jeolojik yapı ve stratigrafik istiflenme dikkate alınarak birlikte yorumlanmış ve doğal mineralli termal suyun denize boşalımını sağlayan kırık sistemleri belirlenmiştir (Şekil 56).

3.1.1. Jeoradar çalışmalarından elde edilen anomali ve kesitler

Doğal mineralli termal su çıkışının görüldüğü jeolojik birime (kireçtaşı) ait yorumlanmış jeoradar anomali grafiğinde kırık sistemleri belirlenmiştir (Şekil 57).



Şekil 57. Doğal mineralli termal su çıkışının görüldüğü jeolojik birime ait jeoradar anomali grafiği

Antik Çeşme ve İçmeler Limanı lokasyonunun jeolojik yapılaşmasında stratigrafik olarak en üst seviyede Orhaniye Formasyonuna ait kireçtaşları yüzeylenmektedir (MTA, 1997a). Doğal mineralli termal su çıkışının görüldüğü bu birime ait jeoradar anomali grafiği incelendiğinde, karasal ortam çalışmalarında arazide gözlemlenen lineasyon-foliasyon ve geniş boşuluklu kırık sistemleriyle bire bir uyumlu olduğu tesbit edilmiştir.

İçmeler Limanı lokasyonundaki kireçtaşı mostralarda açıkça görülen kırıklanmaya bağlı mağara oluşumları içindeki termal etki ile meydana gelmiş aragonitleşme ve gerçekte pütürlü olan kayaç yüzeyinin sıcak su ve buhar çıkışıyla derinlerden gelen minerallerle sıvanıp düzgünleşerek kaygan bir satıha dönüşmesi bu yapıların daha önce sıcak su taşıdığı ve kendisinden daha alt derinliklerdeki birimlerle (Melanj ve diğer volkanik birimler) irtibatlı kırıklanmalar olduğunu ortaya koymaktadır (Şekil 58, 59).

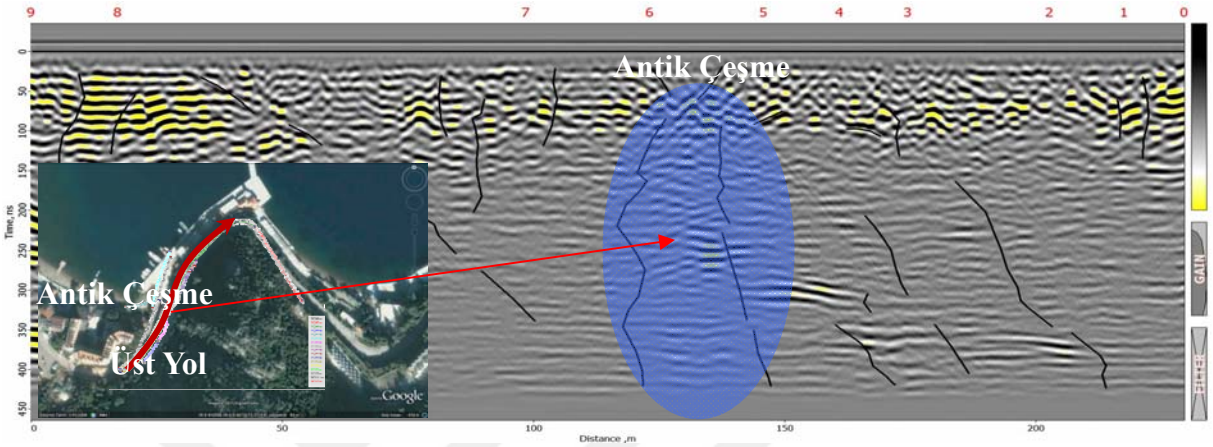


Şekil 58. Antik Çeşme ve İçmeler Limanı lokasyonuna ait jeoradar anomali grafiğinde tespit edilen mağara oluşumlu kırıklanmaların arazideki görünümü



Şekil 59. Kireçtaşlarındaki kırıklanmalara bağlı mağara oluşumları içinde görülen termal etki ile meydana gelmiş aragonitleşme ve kayaç yüzeyinde oluşan sıvanma

Antik Çeşme ve İçmeler Limanı lokasyonu karasal ortamında gerçekleştirilen jeoradar çalışmaları sonucunda elde edilen anomaliler, lokal jeolojik yapı ve stratigrafik istiflenme dikkate alınarak birlikte yorumlanmış ve doğal mineralli termal suyun denize boşalımını sağlayan kırık sistemleri belirlenmiştir (Şekil 60, 61).

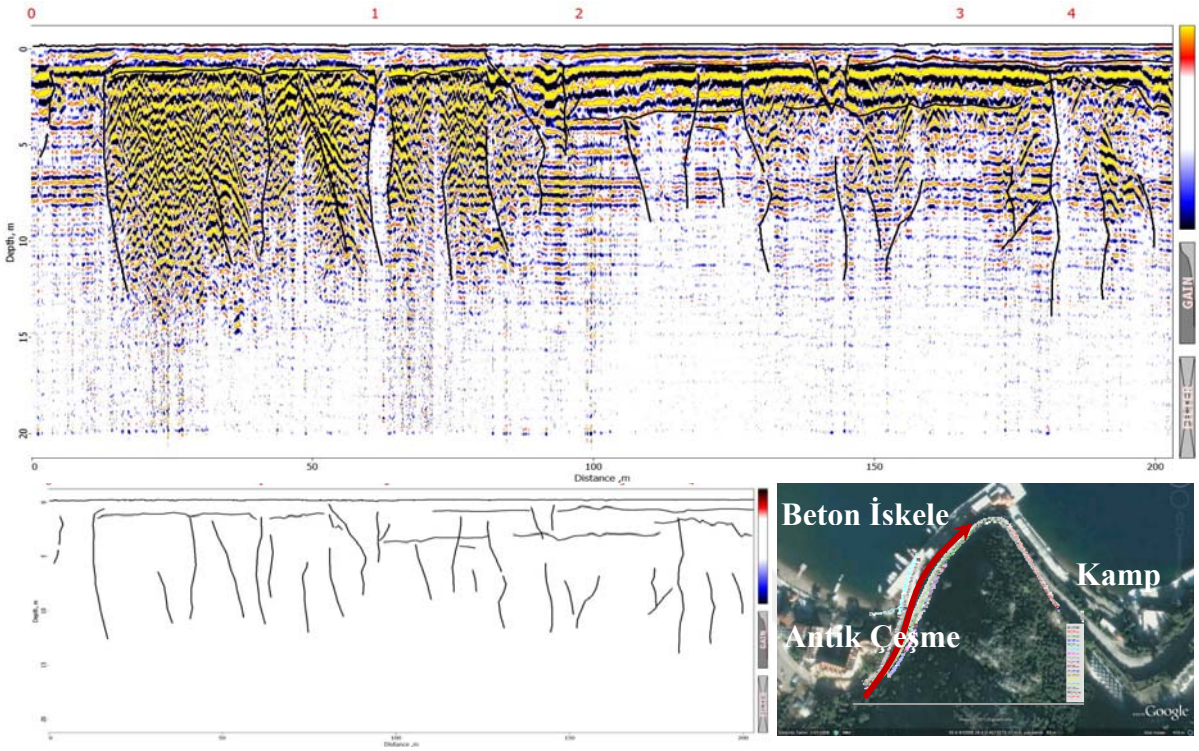


Şekil 60. Doğal mineralli termal su çıkışının görüldüğü Antik Çeşme noktasının 448. Sgy nolu jeoradar radargram kesiti ve çeşme ile bağlantılı üst yoldaki kırık sistemleri



Şekil 61. 448. Sgy nolu jeoradar radargram kesitinde belirlenen Antik Çeşme ile bağlantılı üst yol üzerinde görülen kırıklanma

Jeoradar yüzey taramaları için seçilen hat, denize doğal mineralli termal su boşalımının görüldüğü çeşme ile Köy Hizmetleri Kampı arasında kalan beton iskele boyuncadır. Şekil 62 ve Şekil 63'de bu hat üzerinde alınmış jeoradar kayıtlarından elde edilen radagram kesitleri ve ölçümlerin yapıldığı güzergah verilmektedir.

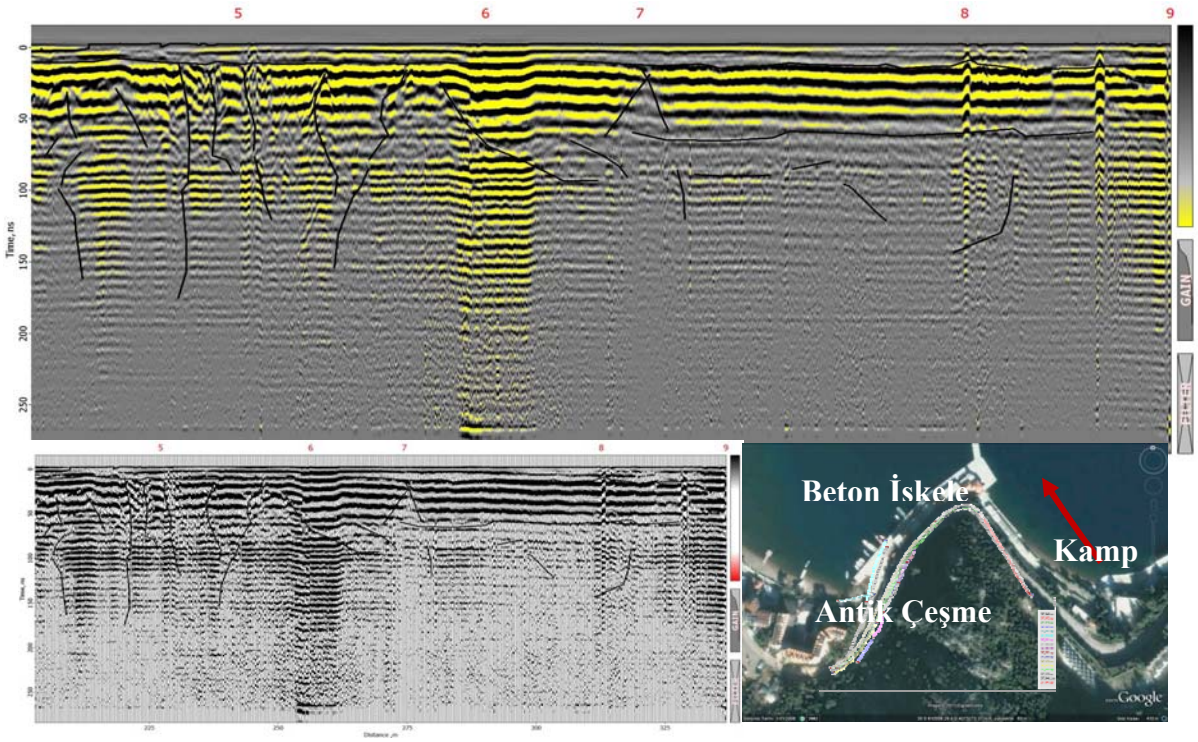


Şekil 62. İçmeler Limanı lokasyonunun 452-1 nolu yorumlanmış jeoradar kaydı ve ölçüm hattı boyunca görülen kırıklanmalar



Şekil 63. 452-1 Nolu jeoradar kaydının alındığı güzergah

Köy Hizmetleri Kampı ile jeofizik araştırmalar için baz noktası seçilen Antik Çeşme arasındaki beton iskele boyunca alınan 452-2 nolu jeoradar kayıtına ait radagram kesiti ve ölçümlerin yapıldığı güzergah Şekil 64 ve Şekil 65'de verilmektedir.



Şekil 64. İçmeler Limanı lokasyonunun 452-2 nolu jeoradar kaydına ait yorumlanmış radagram kesiti ve ölçümlerin alındığı hat

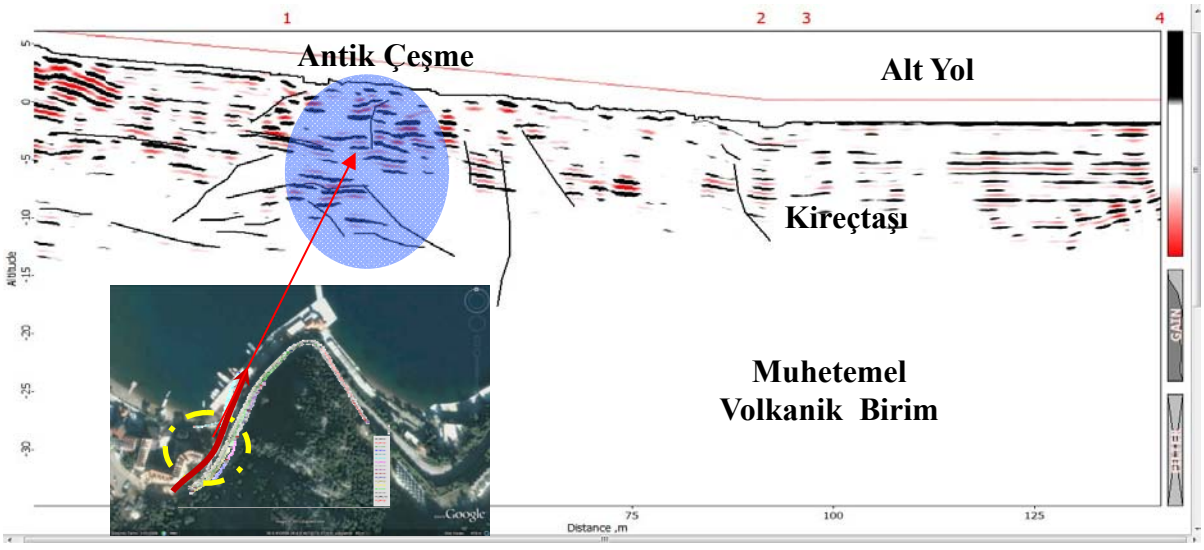


Şekil 65. 452-2 Nolu jeoradar kaydının alındığı güzergah

Antik Çeşme ve İçmeler Limanı ile mahalle merkezini birbirine bağlayan ana yol (üst yol) hattında alınan jeoradar 448. Sgy nolu radargram kesitinde, çeşmeye su akışını sağlayan kırık sisteminin belirlenmesi üzerine, bu kırıkların denize boşalımın görüldüğü lokasyon ile irtibatının tesbit edilebilmesi amacıyla yan bağlantı yolu durumdaki alt yol ölçüm hattında da ilave jeoradar kayıtı alınmıştır (Şekil 66, 67).

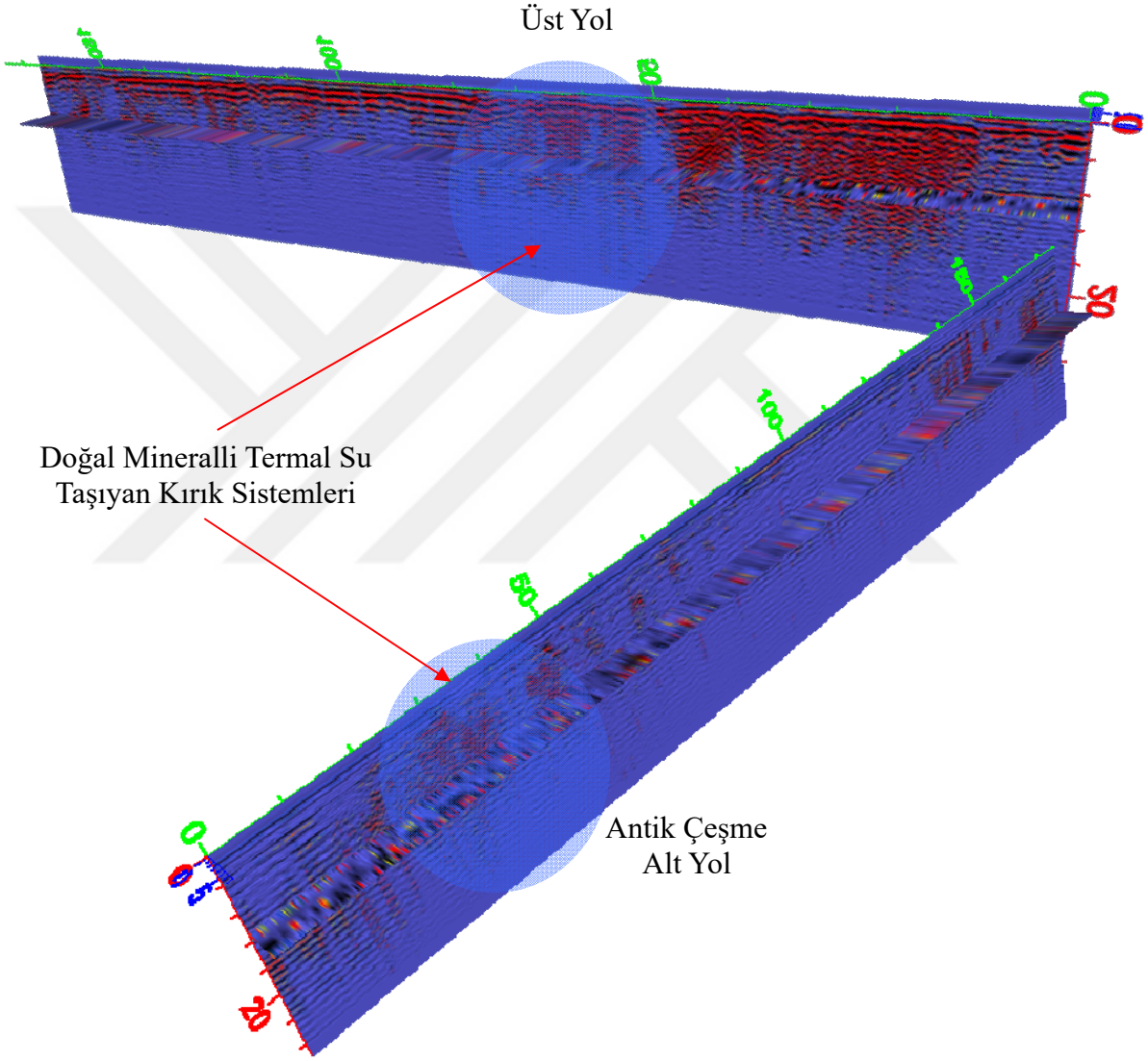


Şekil 66. Antik Çeşme ile bağlantılı kırık sistemlerinin görüntülenmesi amacıyla İçmeler Limanı lokasyonunda üst ve alt yol üzerinde yapılan jeoradar çalışması



Şekil 67. İçmeler Limanı lokasyonuna ait alt yol jeoradar yorumlanmış radargram kesiti

Antik Çeşme ve İçmeler Limanı lokasyonunda gerek üst yol (Köy Hizmetleri Kampına giden), gerekse iskeleye inen alt yol boyunca yapılan jeoradar yüzey taramalarında bir biri ile bağlantılı ve denize doğal mineralli termal su boşalımının olduğu çeşme noktasına su taşıyan kırık sistemleri belirlenmiş ve 3 boyutlu görüntülenmiştir (Şekil 68).



Şekil 68. Doğal mineralli termal su çıkışının görüldüğü Antik Çeşme ve İçmeler Limanı lokasyonuna ait alt-üst jeoradar ölçüm hatlarının kafes diyagramı

3.1.2. Manyetik çalışmalarından elde edilen anomali ve kesitler

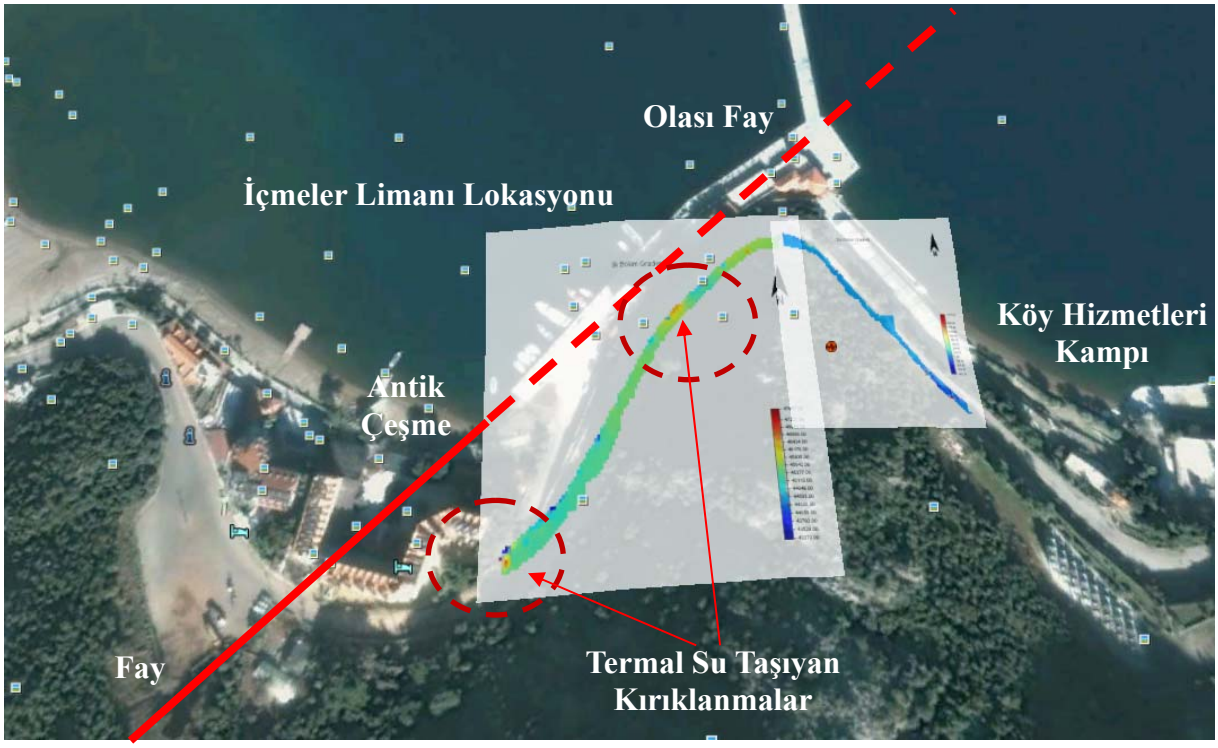
Karasal ortam jeofizik çalışmalarında baz noktası olarak seçilen Antik Çeşme ve İçmeler Limanı lokasyonuna ait jeoradar ölçümlerinin (Şekil 69), jeolojik birimler ile korelasyonunun sağlanabilmesi ve Hisarönü-İçmeler–Marmaris uzanımlı ana fayla irtibatlı mevcut kırıklanmaların daha ayrıntılı belirlenebilmesi amacıyla aynı lokasyonlarda manyetik yöntem uygulamaları yapılmıştır.



Şekil 69. Doğal mineralli termal su çıkışının görüldüğü jeolojik birime (kireçtaşı) yatay yönde yapılan manyetik çalışma öncesi jeoradar ölçümü ve ana fayla irtibatlı mevcut kırıklanmalar

Manyetik ölçüm uygulamasında, jeolojik birimin (kireçtaşı) sahip olduğu manyetik alan değerinin kayaç bünyesinde faylanma, kırıklanma, mağaralaşma ile oluşmuş kısımlardaki değişikliklere bağlı olarak gelişen manyetik anomaliler tesbit edilmiştir.

Manyetik alan farklılıklarına bağlı olarak gelişen bu anomalilerin DGPS koordinatları bilgisayara aktarılarak ölçüm hatları boyunca oluşan gradyan değişimleri Google Earth üzerinde açık şekilde gözlenebilmiştir (Şekil 70,71).

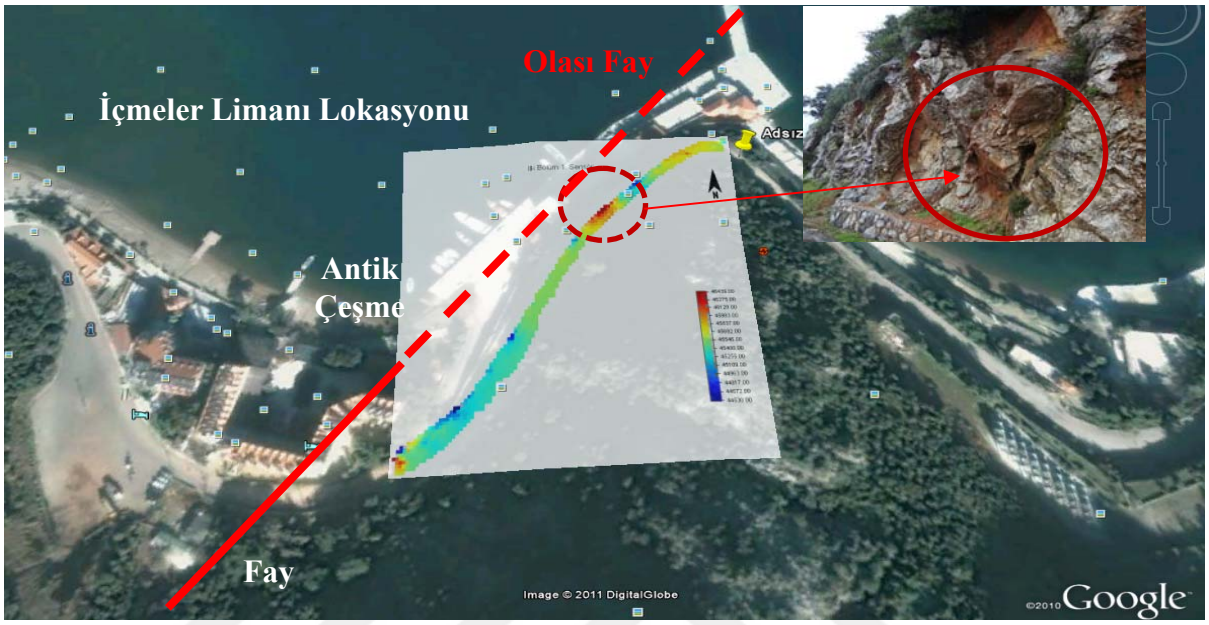


Şekil 70. Doğal mineralli termal su çıkışının görüldüğü Antik Çeşme ve İçmeler Limanı lokasyonunda alınan manyetik ölçümlerin gradiyent değişimleri (Google Earth)

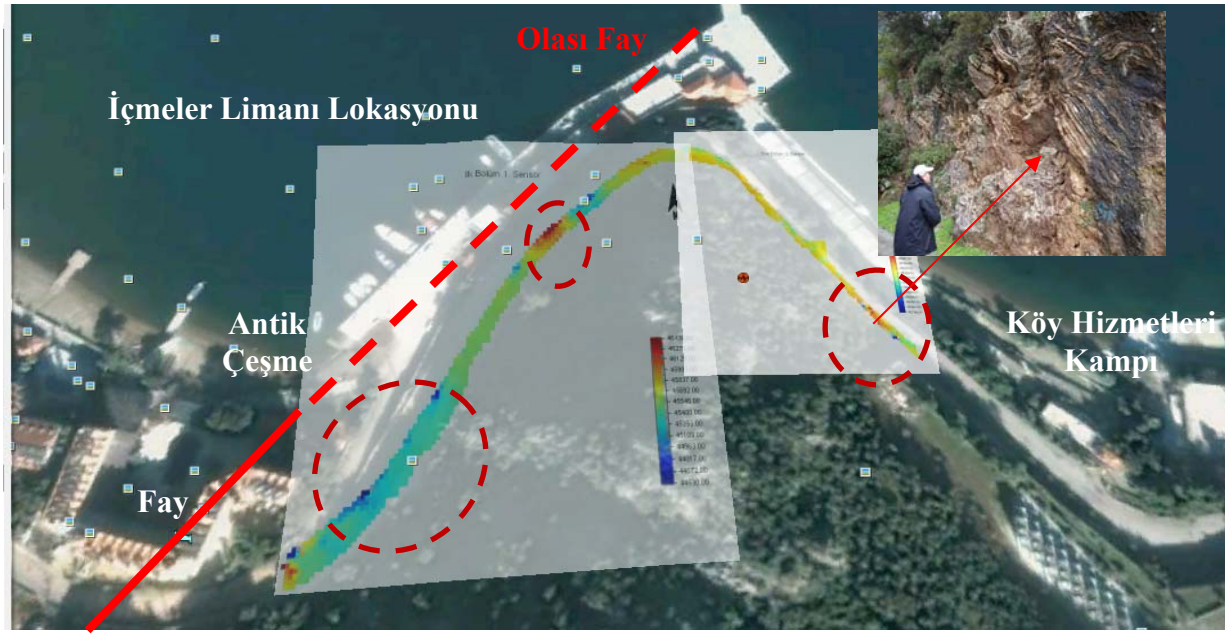


Şekil 71. Sezyum gradyomanyetometresi ile alınan manyetik ölçümler

Antik Çeşme ve İçmeler Limanı lokasyonuna ait manyetik değerlerin, doğal mineralli termal su çıkışlarının izlendiği Hisarönü-İçmeler–Marmaris uzanımlı ana fay zonu ile irtibatlı kırıklanma noktalarında verdiği anomaliler Şekil 72, 73'de net olarak görülmektedir.

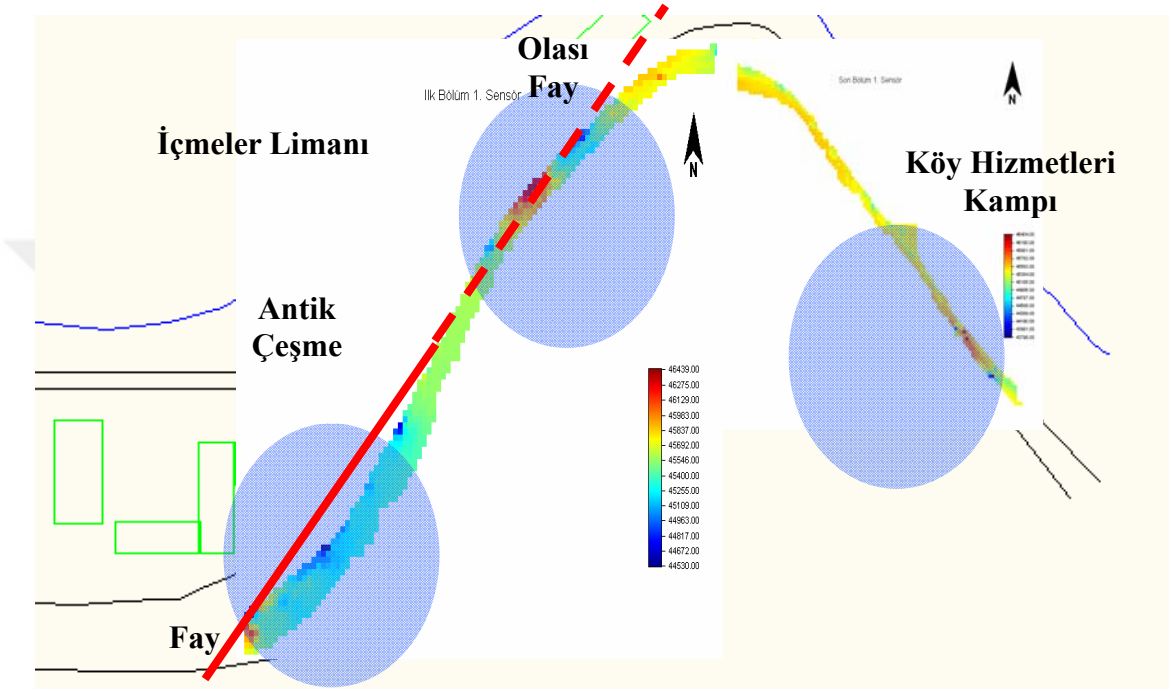


Şekil 72. Sezyum gradyomanyetometresi üst sensörü ile alınan manyetik alan değişimi ve ana faya bağlı kırıklanma (Google Earth)



Şekil 73. Sezyum gradyomanyetometresi alt sensörü ile alınan manyetik alan değişimi ve ana faya bağlı kırıklanmalar (Google Earth)

Jeofizik araştırmalar için baz noktası seçilen Antik Çeşme ve İçmeler Limanı lokasyonunda gerçekleştirilen jeoradar ve manyetik verileri bir birleri ile korele edilerek Hisarönü-İçmeler–Marmaris uzanımlı ana fay hattı ile ilişkili doğal mineralli termal su taşıyan kırık sistemleri tesbit edilmiş ve bu kırıklanmaların deniz tabanında da izlenebilmesi için denizel alan sismik yansıma çalışması yapılmasına karar verilmiştir (Şekil 74, 75).



Şekil 74. Antik Çeşme ve İçmeler Limanı lokasyonuna ait süreksizliklerin konumları ve ana faya dik konumdaki kırıklanmalara bağlı manyetik anomaliler.



Şekil 75. Antik Çeşme ve İçmeler Limanı lokasyonunda yapılan jeoradar ölçümleri

3.2. Denizel Alanda Yapılan Çalışmalara Ait Bulgular

3.2.1. İçmeler Limanı lokasyonunda yapılan sismik yansıma çalışmalarına ait bulgular

Bu doktora çalışmasında, Hisarönü-İçmeler-Marmaris uzanımlı fay hattının güney kolu üzerinde mineralli ve termal su özelliğindeki doğal kaynağın denize çıkış yaptığı Antik Çeşme ve İçmeler Limanı lokasyonu baz alınarak bu fay zonunun denizel alanda da, devam edip etmediğinin tesbit edilmesi ve böylece jeotermal potansiyeline sahip diğer alanların belirlenmesine yönelik olarak gerçekleştirilen sismik yansıma uygulamaları sonucunda elde edilen bulgular şöyledir;

Hisarönü-İçmeler-Marmaris fay zonunun, güney kırığını oluşturan ve İçmeler Mahallesinde denizle bağlantı yaptığı nokta olarak belirlenen liman lokasyonunu içine alacak ve deniz tabanındaki muhtemel izini kesecek şekilde 1-01CH-1, 1-02-CH-1,1-03-CH-1, 1-04-CH-1, 1-CH-1, b-CH-1, ‘’capraz-CH-1’’, ‘’çapraz2-CH-1’’ ve ‘’dik-CH-1’’ nolu 9 adet seyir hattına alınmıştır. Bunlara ait sismik zaman kesitlerinde 3 farklı sismik-stratigrafik birim tespit edilmiştir (Şekil 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86). Bunlar deniz tabanı ve daha alt seviyelere doğru olmak üzere A, B ve C birimi olarak adlandırılmıştır (Adatepe ve diğerleri, 2002). Yorumlanmamış sismik-stratigrafik kesitler EK 4’de sırasıyla verilmektedir.

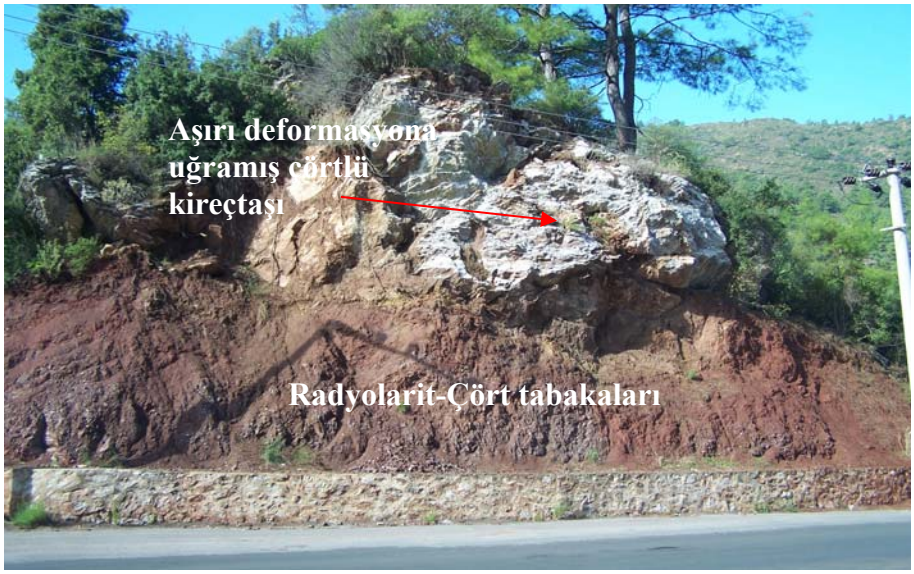
(A) Sismik-stratigrafik birimi; Sismik kesitlerde (A) ile gösterilen jeolojik birimin deniz tabanını temsil ettiği düşünülmektedir. Kuvaterner zaman diliminde Marmaris Körfezi içine istiflenen genelde ince taneli kil, silt, kumdan oluşan alüvyal litoloji ile körfez çanağınının kıyıya yakın alanlarındaki nispeten iri parçalı yamaç malzemelerini içeren tabakaların deniz dibindeki ilk dizilimleri meydana getirdiği göz önüne alındığında (A) sismik-stratigrafik biriminin deniz tabanını oluşturduğu söylenebilir (Gökaşan ve diğerleri 2001). Bu istifin kalınlığının tahminen 7-10 metre aralığında kaldığı görülmektedir.

(B) Sismik-stratigrafik birimi; Sismik kesitlerde (B) ile gösterilen jeolojik birimin karasal ortamda izlenen mostralar (Şekil 76) dikkate alınarak yorumlandığında Kızılcadağ Melanjına ait Serpantin Hamuru-Spilit-Yeşil Tüfit gibi volkanik kayaçlar içeren seviyeleri işaret ettiği tahmin edilmektedir. Kaotik (matriks–karmaşık) bir yapıda olduğu (Bilgin ve diğerleri, 1997) sismik-stratigrafik kesitlerde açıkça görülen birimin kalınlığı 15-20 m aralığında değişebildiği izlenmiştir.



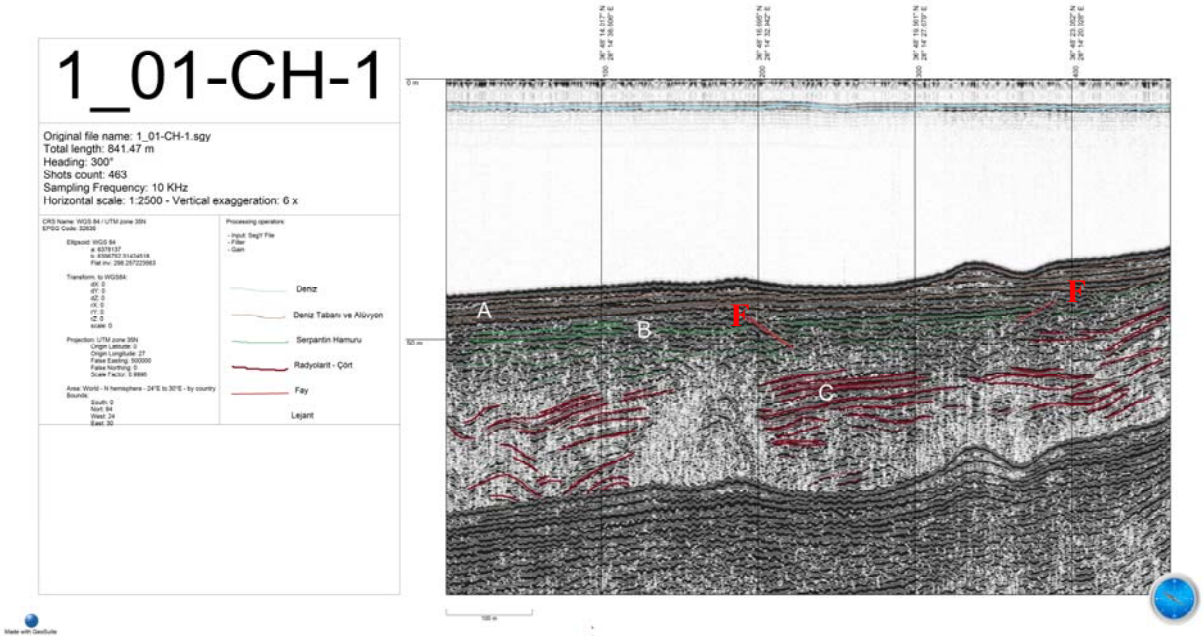
Şekil 76. Sismik kesitlerde görülen (B) biriminin Kızılcadağ Melanjına ait serpantin hamuru yeşil tüfit içeren kısımlarının Armutalan yolu üzerinde verdiği mostra

(C) Sismik-stratigrafik birimi; Sismik kesitlerde (C) ile gösterilen jeolojik birim yine Kızılcadağ Melanjına ait Radiolarit–Çört tabakaları olarak yorumlanmıştır. Bu birimler çoğunlukla ince, bazen orta tabakalı, yer yer de kıvrımlı bir yapı sunarlar (Bilgin ve diğerleri, 1997) (Şekil 77). Sismik kesitlerde (B) biriminin altında yer alan şeritli oluşum açıkca görülebilmektedir. Radiolarit–Çörtlerden oluştuğu düşünülen (C) biriminin kalınlığı (A) ve (B) litolojisine göre daha kalın olduğu kesitlerden anlaşılmaktadır.



Şekil 77. Sismik kesitlerde görülen (C) biriminin Kızılcadağ Melanjına ait Radiolarit-Çört tabakaları içeren kısımlarının İçmeler Liman yolu üzerinde verdiği mostra

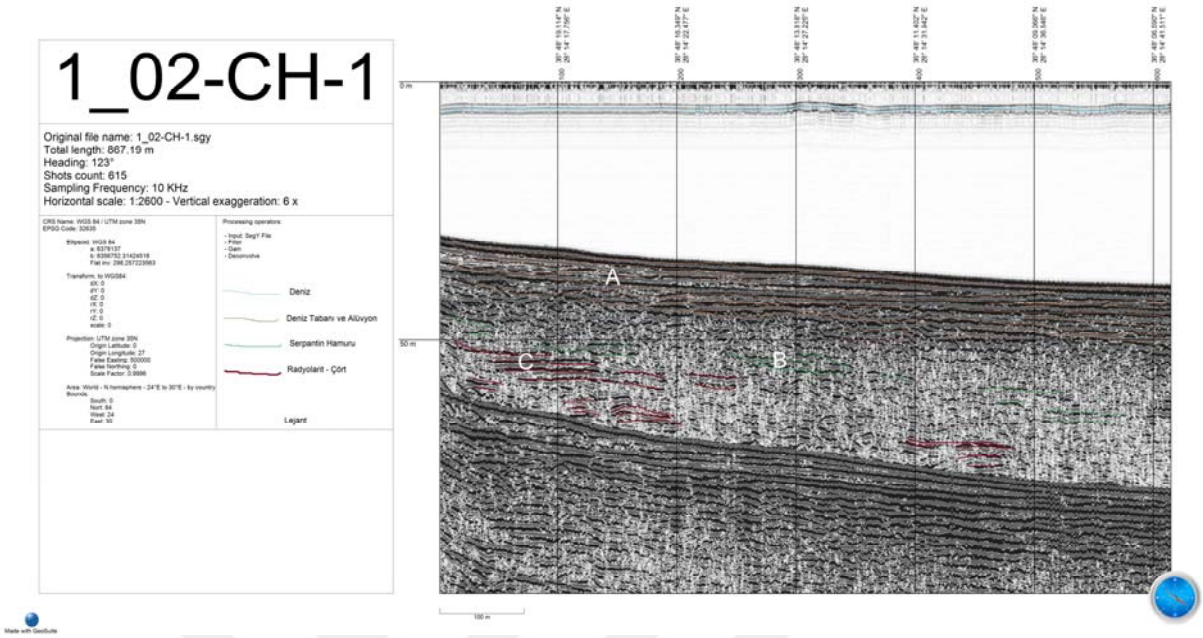
1-01-CH-1 sismik-stratigrafik kesitinde (A) birimi, kendisinden daha alt seviyelerdeki birimleri örttüğünden deniz tabanı olarak yorumlanmıştır. (F=Fay) işaretli noktalarda (B) jeolojik birimi içindeki faylanmaya bağlı tabaka kırılmaları 2 ayrı noktada izlenebilmektedir. Sismik kesitte en derin tabaka olarak yer alan (C) biriminin alt seviyelerinde gözlemlenen kıvrımlanmaların, aşırı deformasyona uğramış çörtlü kireçtaşı kütleleri olduğu tahmin edilmiştir (Şekil 78) (Ek 4.1).



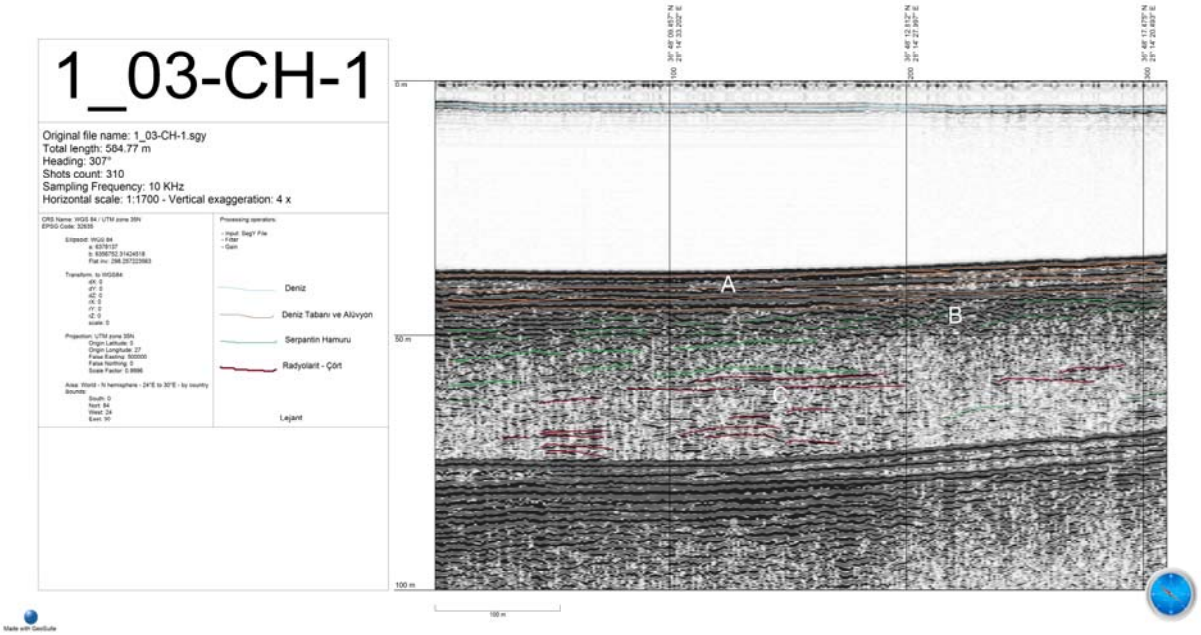
Şekil 78. 1-01-CH-1 Deniz sismiği hattına ait yorumlanmış sismik-stratigrafik kesit

1-02-CH-1 sismik-stratigrafik kesitinde (A) birimi, güncel sedimanların birikimiyle oluşmuş deniz tabanını temsil etmektedir. Bu kesitte, (B) ve (C) jeolojik birimlerinin bir biri içine girerek karmaşık (matriks) bir yapı sundukları izlenmektedir. Çalışma sahasının genel stratigrafik diziliminde bu yapı, kaotik özellik gösteren Kızılcadağ Melanjına (Bilgin ve diğerleri, 1997) karşılık gelmektedir (Şekil 79) (Ek 4.2).

1-03-CH-1 sismik-stratigrafik kesiti, 1-02-CH-1 sismik-stratigrafik kesitiyle benzer özellik göstermektedir. (B) ve (C) jeolojik birimleri, 1-03-CH-1 sismik-stratigrafik kesitinde de birliktedir. Bu jeolojik istiflenmenin deniz tabanını simgeleyen (A) birimi altındaki Kızılcadağ Melanjını işaret ettiği düşünülmektedir (Şekil 80) (Ek 4.3). Gerek 1-02-CH-1, gerekse 1-03-CH-1 sismik-stratigrafik kesitlerinde herhangi bir faylanma tesbit edilmemiştir.

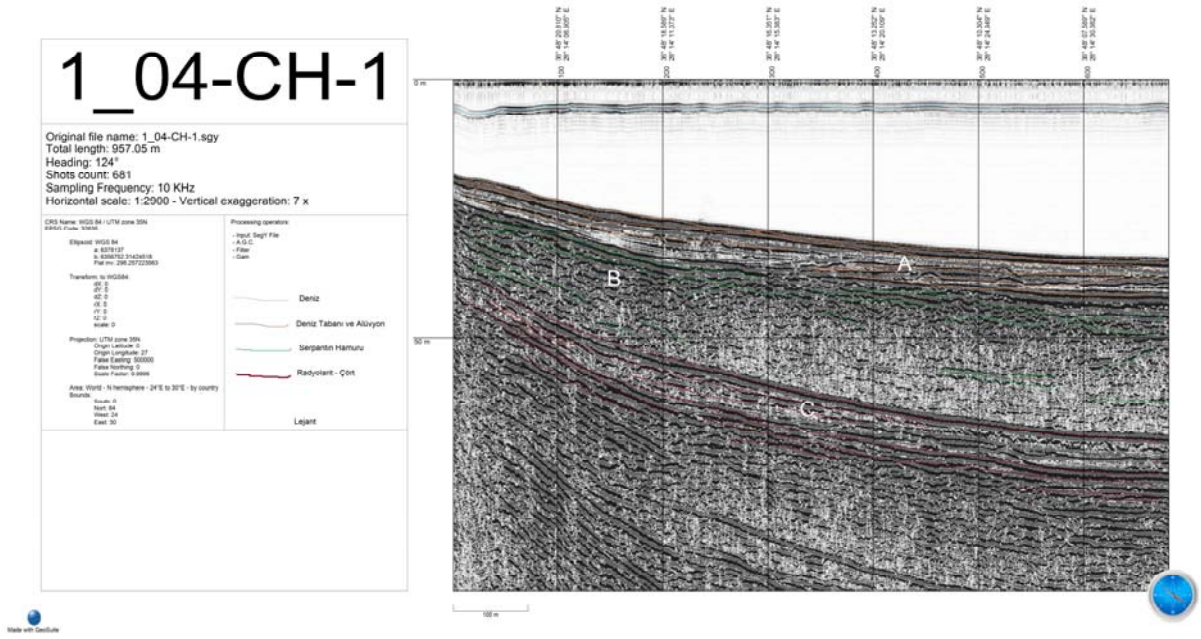


Şekil 79. 1-02-CH-1 Deniz sismiği hattına ait yorumlanmış sismik-stratigrafik kesit



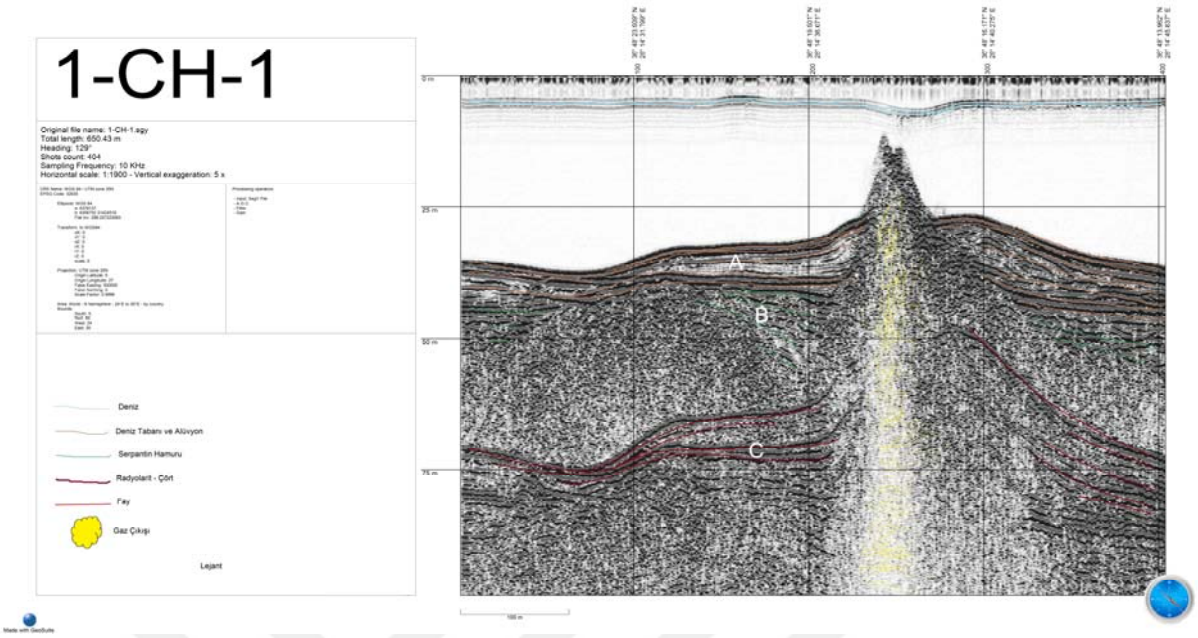
Şekil 80. 1-03-CH-1 Deniz sismiği hattına ait yorumlanmış sismik-stratigrafik kesit

1-04-CH-1 sismik-stratigrafik kesiti İçmeler Limanı denizel alan sismik yansıma çalışma lokasyonunun körfez çanağına ait kuzey sınır yamacını temsil etmektedir. Kesitte (A), (B) ve (C) jeolojik birimlerinin bir birileri üzerinde düzgün istiflenmesi, kıyıdan denize doğru açıldıkça yokuş hareketinin gözlenmesi ve özellikle (B) birimi içinde kıvrımlaşmanın çoğalması bu durumu teyid etmektedir. 1-04-CH-1 sismik-stratigrafik kesitinde faya rastlanmamıştır (Şekil 81) (Ek 4.4).



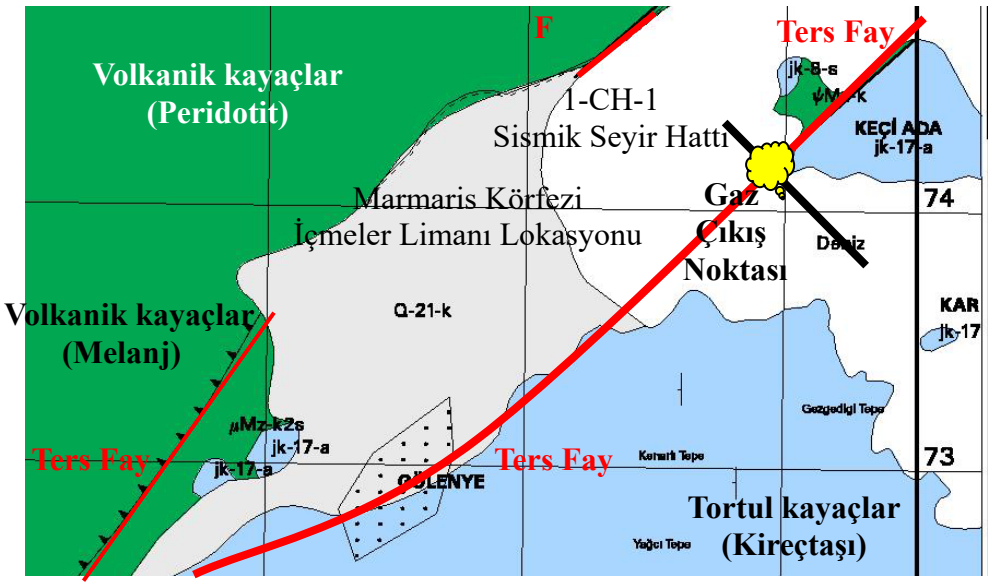
Şekil 81. 1-04-CH-1 Deniz sismiği hattına ait yorumlanmış sismik-stratigrafik kesit

1-CH-1 sismik-stratigrafik kesiti, bu doktora çalışmasının amacı ve ortaya koyduğu bulgular açısından en önemli verilerden birini teşkil etmektedir (Şekil 82). Kesitte, (A), (B) ve (C) jeolojik birimlerinin tamamını birden katederek deniz tabanından çıkış yapan bir gaz varlığı belirlenmiştir. Gazın, İçmeler Limanı denizel çalışma alanınındaki sismik-stratigrafik kesitlerin tümünde en derin tabaka olarak belirlenen (C) jeolojik biriminden (Kızılcadağ Melanjı) başlayarak deniz sathına doğru hareketle (C)' nin daha üst seviyelerindeki (A) ve (B) birimlerini keserek deniz tabanına ulaştığı net bir şekilde izlenmektedir. Başka bir anlatımla, gaz varlığı sismik yansıma enerjisinin soğrulmasına ve bu nedenle katettiği kayaçların sismik izlerini örtüp, maskeliyerek boşluklu bir bölge oluşturduğundan, 1-CH-1 sismik-stratigrafik kesitine bu durum baca şekilli anomali olarak yansımaktadır (Field ve diğerleri, 1980) (Şekil 82) (Ek 4.5).



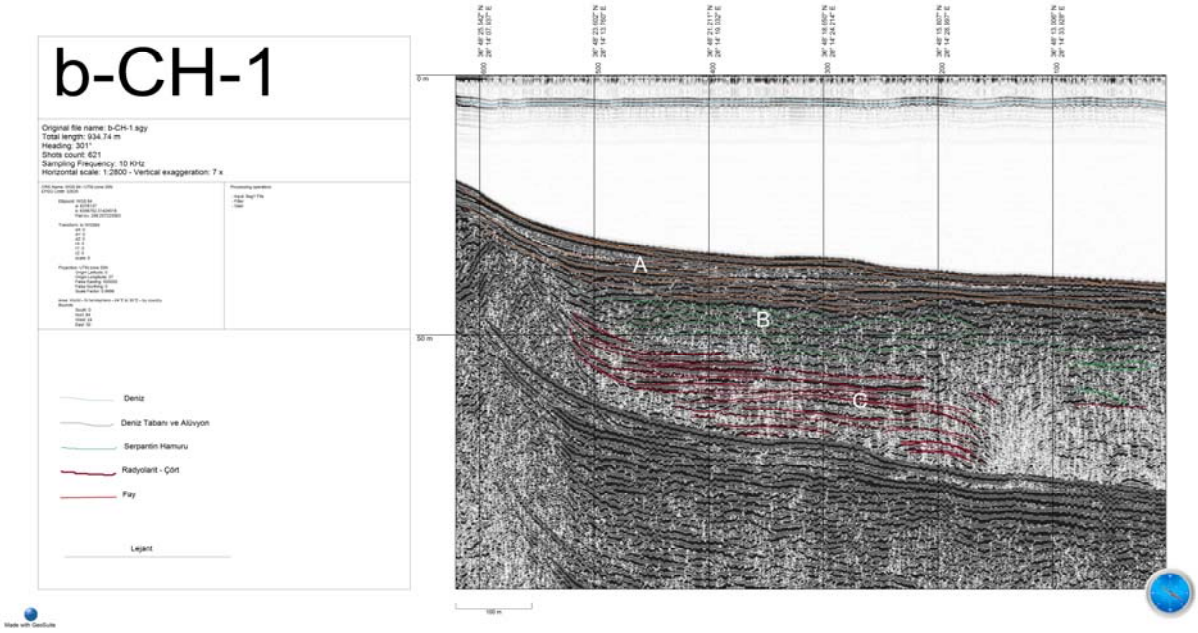
Şekil 82. 1-CH-1 Deniz sismiği hattına ait yorumlanmış sismik-stratigrafik kesit

1-CH-1 sismik-stratigrafik kesitinde varlığı görülen gaz muhtevasının ‘’termojenik’’ kökenli olması muhtemeldir (Rice ve Claypool, 1981). Çünkü, Marmaris Körfezi genel jeolojik yapılaşması ve stratigrafik diziliminde kalın katmanlı hem volkanik, hemde tortul kayaçları barındırmaktadır (MTA, 1997a) (Şekil 83).



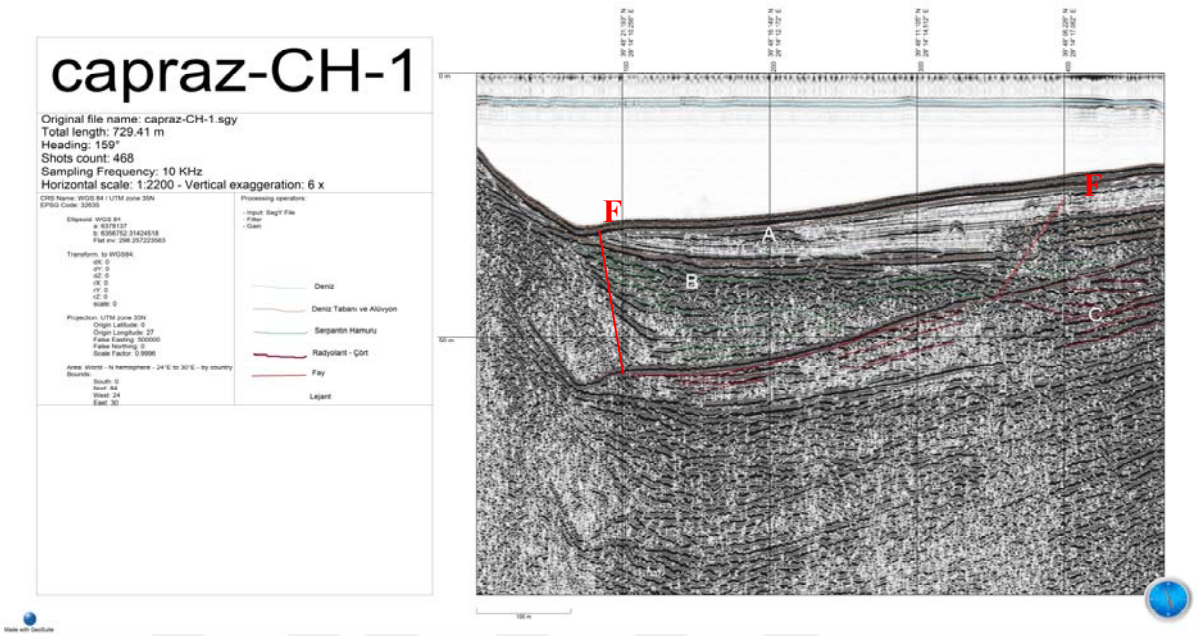
Şekil 83. 1-CH-1 sismik kesitinde görülen termojenik kökenli gaz çıkış noktası (Jeoloji haritası MTA (1997b)’den alınmıştır).

1-CH-1 sismik kesitinde görülen gaz çıkışının (C) ve (B) jeolojik biriminden kaynaklandığı anlaşılmaktadır. Bu bulguya istinaden aynı jeolojik yapıya sahip ve muhtemel jeotermal potansiyeli taşıdığı düşünülen 2. denizel çalışma alanı olan Yalancıboğaz mevkiii denizel alnında, benzeri bir araştırma daha yapılmasına karar verilmiş ve İçmeler Limanı lokasyonuna ait sismik kesitlerde görülen gaz çıkışı ve sismik-stratigrafik yapı ikincil alanda da tesbit edilmiştir. ‘’b-CH-1’’ sismik-stratigrafik kesiti, Marmaris Körfezi denizel çanağının İçmeler Limanı lokasyonundaki kuzey kıyıları yamacı ve denize doğru olan yatay tabakalanmaları işaret etmektedir. (A), (B) ve (C) birimlerini kesen net bir faylanma görülmektedir (Şekil 84) (Ek 4.6).



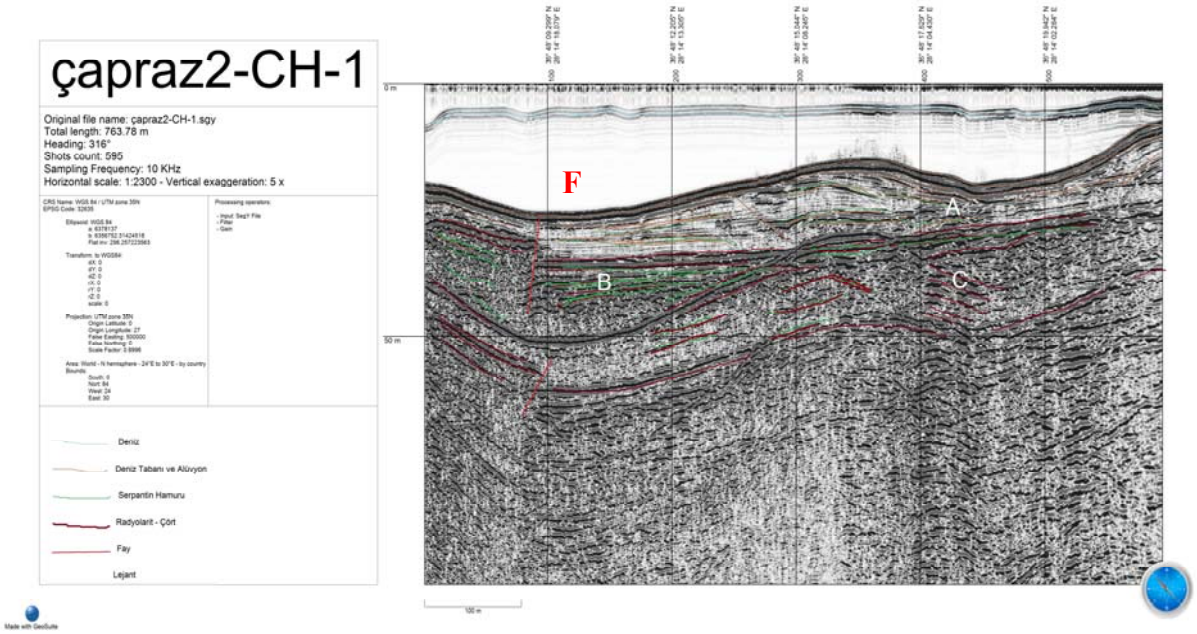
Şekil 84. ‘’b-CH-1’’ Deniz sismiği hattına ait yorumlanmış sismik-stratigrafik kesit

‘’capraz-CH-1’’ sismik-stratigrafik kesitinde İçmeler Limanı lokasyonu Antik Çeşme noktasına yakın denizel alanda bir faylanma göze çarpmaktadır. Kesitte, (A) ve (B) jeolojik birimlerinin kay kırığı ile (C) birimine kadar kesildiği görülmektedir. Bu veri, Hisarönü-İçmeler-Marmaris uzanımlı fay zonunun, İçmeler Mahallesinde karadan denize geçiş yaptığı bağlantı noktası olarak yorumlanmış ve doktora çalışmasının ana konularından biri olan fay zonunun denizel alanda devam ettiğine dair tahminleri destekleyen en büyük kanıtlardan birini oluşturmuştur (Şekil 85) (Ek 4.7).



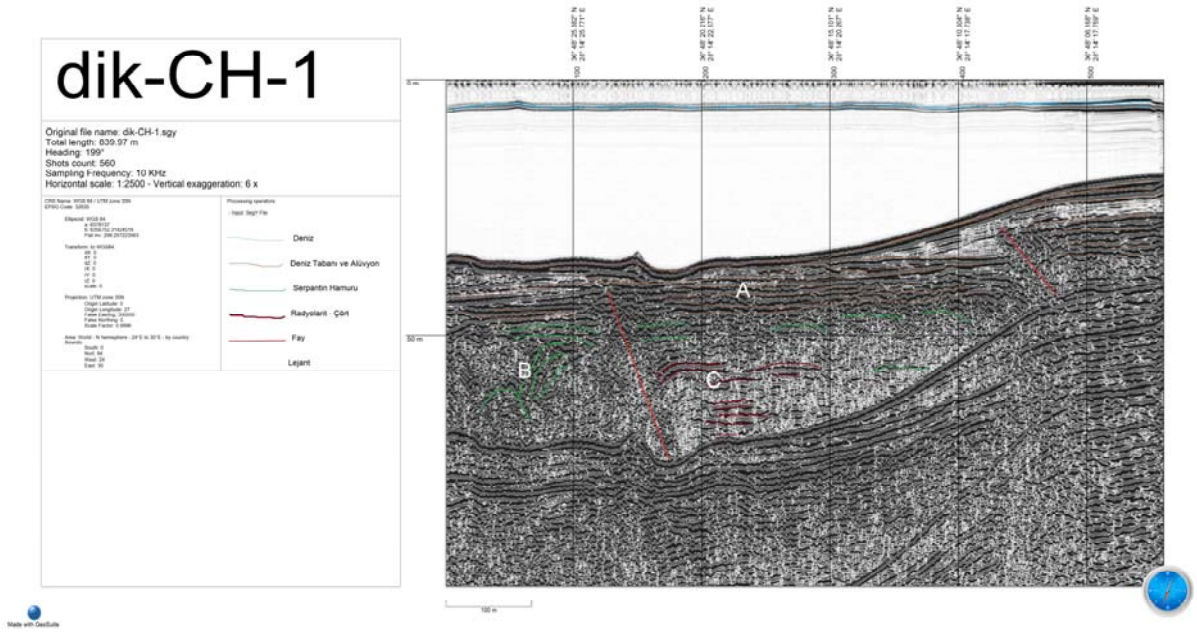
Şekil 85. ‘’capraz-CH-1’’ Deniz sismiği hattına ait yorumlanmış sismik-stratigrafik kesit

‘’çapraz2-CH-1’’ sismik-stratigrafik kesiti, capraz-CH-1 kesitini doğrular şekilde İçmeler Limanı lokasyonu ve Antik Çeşme noktası denizel alanındaki kırıklanmaları ortaya koymakta ve böylece Hisarönü-İçmeler-Marmaris uzanımlı fay zonunun deniz tabanında Marmaris yönünde devam ettiğini kanıtlamaktadır (Şekil 86) (Ek 4.8).



Şekil 86. ‘’çapraz2-CH-1’’ Deniz sismiği hattına ait yorumlanmış sismik-stratigrafik kesit

‘’dik-CH-1’’ sismik-stratigrafik kesiti, İçmeler Limanı lokasyonu denizel alanında gerçekleştirilen yansıma sismiği çalışmasındaki 8 sismik seyir hattını yaklaşık doğu-batı, diğer bir değişle İçmeler Mahallesi-Marmairs yönünde diklemesine kesen profil şeklindedir. Kesitte, (A) ve (B) jeolojik birimlerinin bir kırıklanmaya uğradığı görülmekteyse de, bu durumun Hisarönü-İçmeler-Marmaris uzanımlı fay zonunun denizde devam ettiğine dair bir bulgudan çok, buradaki denizel alanda istiflenmiş jeolojik tabakaların kendi bünyelerinde oluşmuş basit kırk sistemleri olduğu şeklinde yorumlanmıştır (Şekil 87).

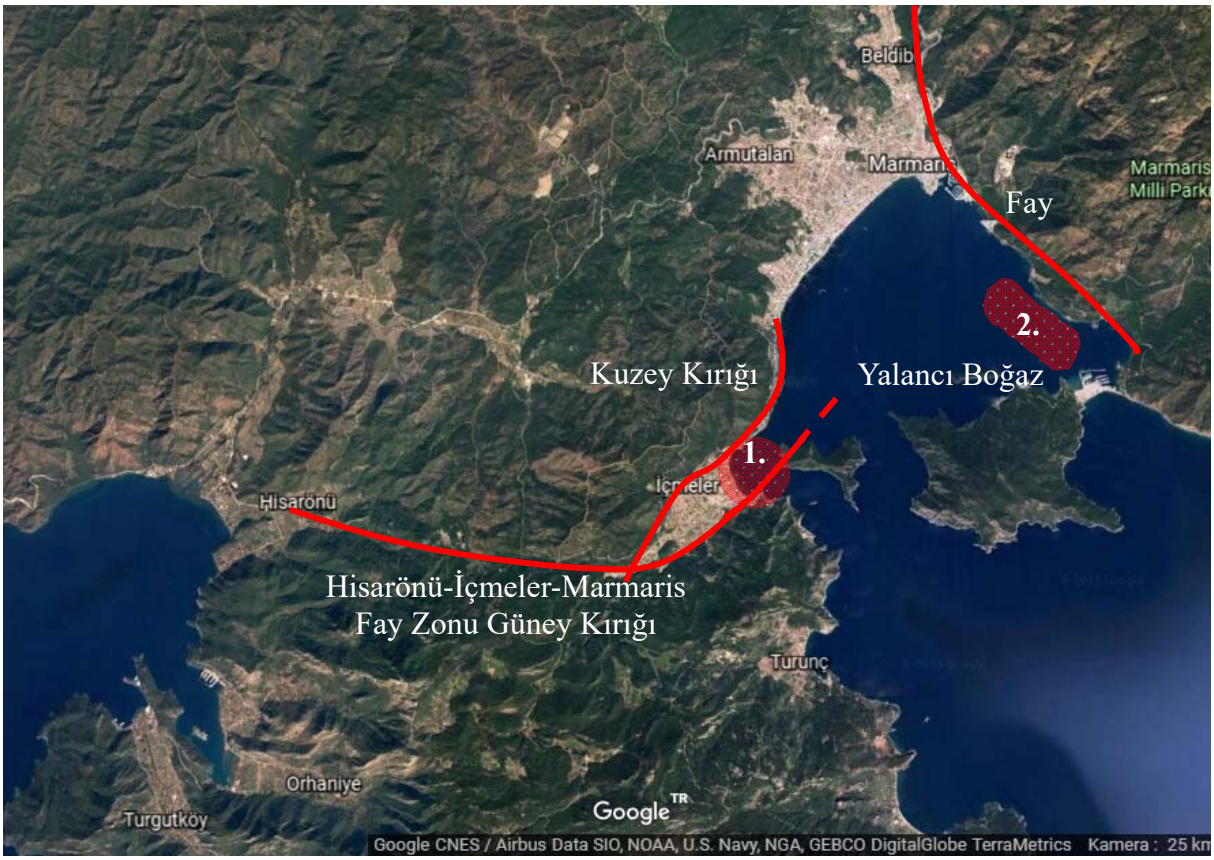


Şekil 87. ‘’dik-CH-1’’ Deniz sismiği hattına ait yorumlanmış sismik-stratigrafik kesit

İçmeler Limanı lokasyonu denizel alan sismik-stratigrafik kesitlerinin tamamında (C) jeolojik birimin altında görülen tabakalanmalar, tekrarlı yansımaların bir ürünü olarak yorumlanmıştır. Deniz tabanında oluşan yansıma yüksek enerjili ve büyük genlikli olduğu için aşağıdaki tabakalara ait yansımalar örtülmüştür (Field ve diğerleri, 1980). Deniz tabanı yansımasının hemen altında görülen bu tekrarlı tabakalanmalar Ghost (hayalet) tipi yansımalardır (Şekil 87). Sismik hatlar ‘’GEOSUITE Programından’’ açılarak 2D filtre, gain ve yüzey dalgaları gibi çeşitli düzeltmeler yapıldıktan sonra jpg dosyası olarak saklanmış ve üzerindeki seviyeler belirlenmiştir.

3.2.2. Marmaris Körfezi içindeki Yalancıboğaz mevkiinde yapılan sismik yansıma çalışmalarına ait bulgular

İçmeler Limanı lokasyonu denizel alan yansıma sismiği çalışmaları sonucu Hisarönü-İçmeler-Marmaris uzanımlı fay zonunun deniz tabanında izinin belirlenmesine bağlı olarak kara ortamında çok net izlenen bu zonun denizel alanda da devam ettiğine dair bulgular ışığında, İçmeler Limanı lokasyonu ile aynı jeolojik-stratigrafik (MTA, 1997) yapıya sahip ve jeotermal potansiyeli taşıdığı düşünülen 2. denizel çalışma alanı için Yalancıboğaz mevkiii seçilmiştir (Şekil 88).

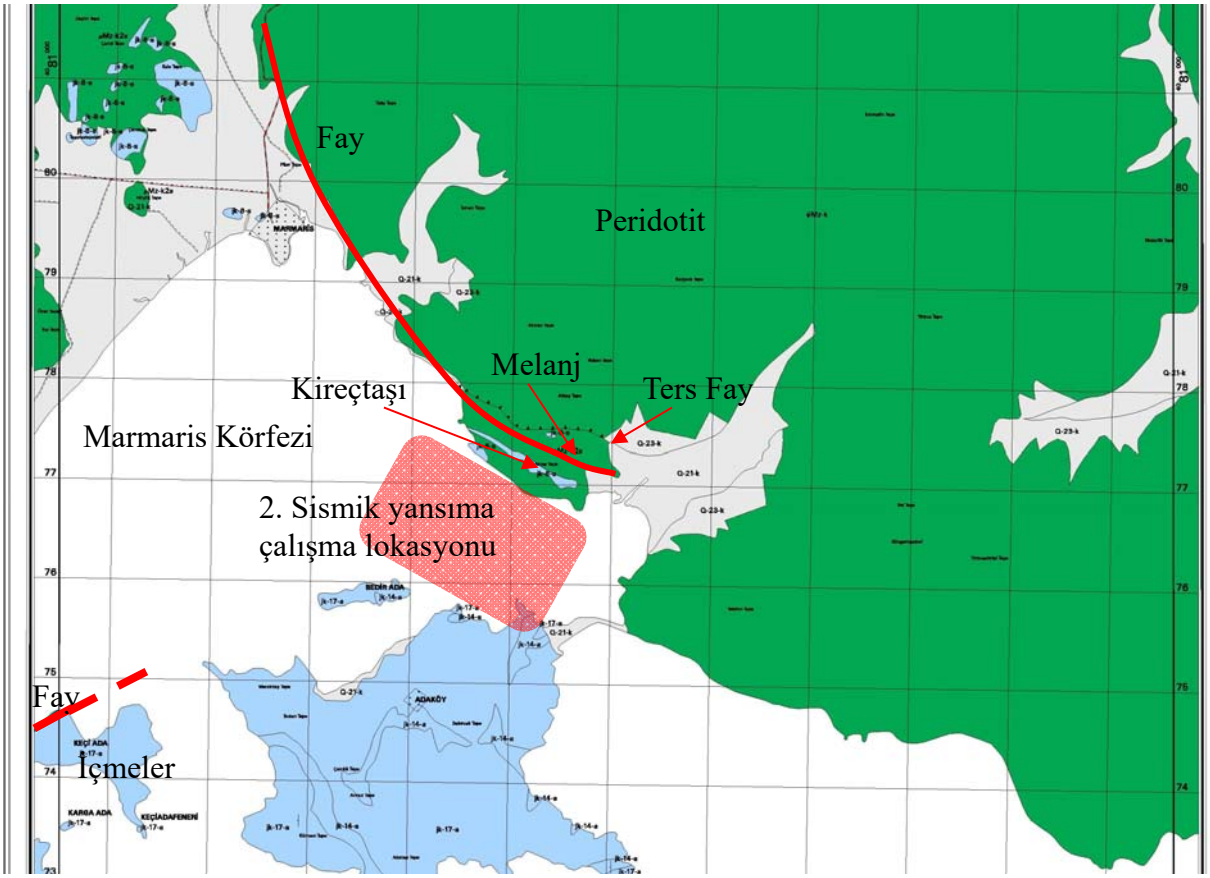


Şekil 88. Hisarönü-İçmeler-Marmaris fay zonunun güney-kuzey kırıkları ile 1. ve 2. denizel alan sismik yansıma ölçüm lokasyonunu gösterir Google görüntüsü

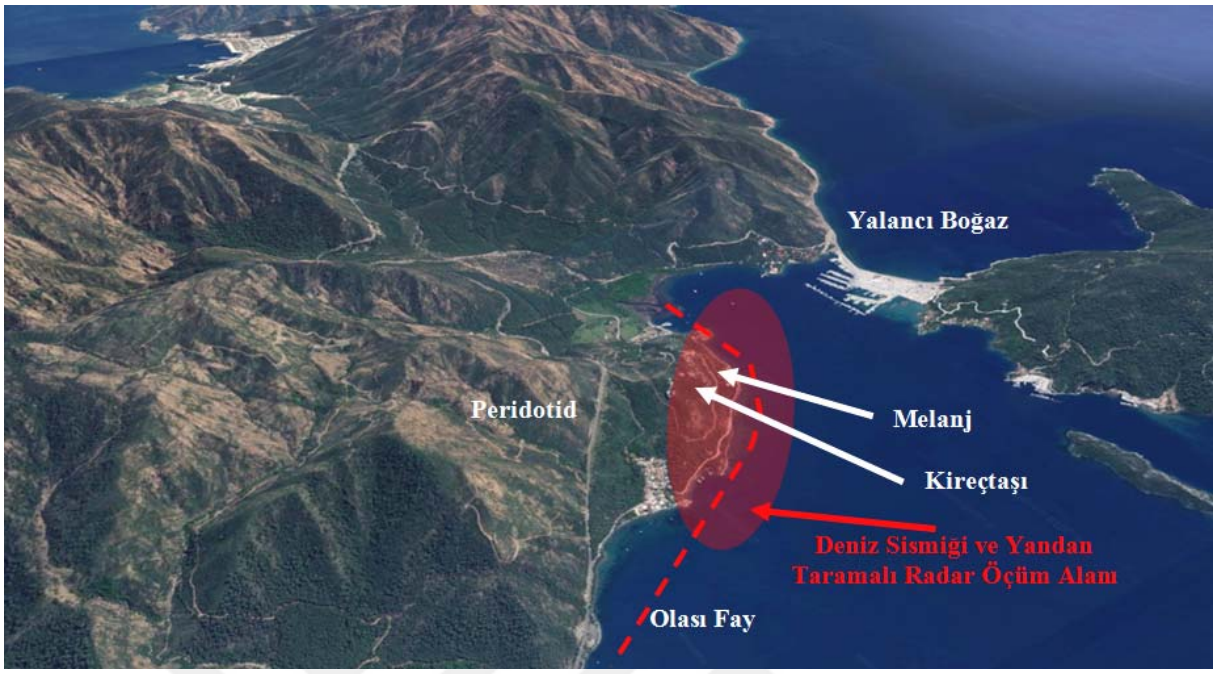
Marmaris ve denizel alanında zengin mineralli sıcak su taşıdığı öngörülen fay zonlarının belirlenmesi amacına yönelik olarak, Yalancıboğaz mevkiinde yapılan yansıma sismiği çalışmalarına ait bulgular aşağıda sunulmaktadır;

Jeotermal potansiyeline sahip zonların çoğunlukla ters faylardan oluştuğu bilinmektedir (Özcan, 2011). Hisarönü-İçmeler-Marmaris uzanımlı kırık zonunun güney kolu, Kireçtaşı–Melanj–Peridotit birimlerini birbirinden ayıran normal atımlı fay görünümlü ters fay özelliğindedir (MTA, 1997).

Aynı şekilde ikincil çalışma alanının kıyı jeolojisinde yer alan Kireçtaşı–Melanj ve Peridotit birimleri birbirlerinden normal atımlı fay görünümündeki ters faylanma ile kırılmışlardır (Şekil 89, 90).



Şekil 89. Yalancıboğaz mevkiinin denizel alan sismik yansıma çalışma lokasyonu ve kıyı jeolojik yapılaşması (Jeoloji haritası MTA (1997c)'den alınmıştır).



Şekil 90. Yalancıboğaz mevkiinin jeolojik yapılaşması ve ikincil denizel alan jeofizik ölçüm lokasyonunu gösteren Google görüntüsü

Yalancıboğaz mevkii denizel alan sismik-stratigrafik özelliklerini yansıtan 1-CH-1, 1-01-CH-1, 1-02-CH-1, 1-03-CH-1, 1-04-CH-1, 1-05-CH-1, 1-06-CH-1 ve ‘’kontrol-CH-1’’ no’lu nolu 8 adet seyir hattına ait sismik zaman kesitlerinde daha önce İçmeler Limanı lokasyonu denizel alan sismik kesitlerine benzer 3 farklı birim tespit edilmiştir (Şekil 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99). Bunlar yine A, B ve C birimi olarak adlandırılmıştır. Yorumlanmamış sismik-stratigrafik kesitler EK 5’de sırasıyla verilmektedir.

Kayıtlarda sarı çizgi ile gösterilen seviyeler deniz tabanından gelen tekrarlı yansımalarını ifade etmektedir. Sismik kesitlerin tamamında deniz tabanı yansıması yüksek enerjili ve büyük genlikli olduğu için aşağıdaki tabakalara ait yansımalar örtülmüştür (Field ve diğerleri, 1980).

Deniz tabanı yansımasının hemen altında görülen yansımalar Ghost (hayalet) tipi yansımalardır. Bunun altında ise deniz tabanının ardışık yansıması görülmektedir. Alınan sismik profiller ‘’GEOSUITE Programından’’ açılarak 2D filtre, gain ve yüzey dalgaları gibi çeşitli düzeltmeler yapıldıktan sonra jpg dosyası olarak saklanmış ve üzerindeki seviyeler belirlenmiştir.

Aşağıda, Yalancıboğaz mevkii denizel alanına ait A, B ve C birimlerinin açıklaması ve yorumlanmış sismik-stratigrafik kesitler sırasıyla verilmiştir.

(A) Sismik-stratigrafik birimi; Kesitlerde kahverengi ile taranmış birimdir. Bu birimin üst kısmını deniz suyu, tabanını ise çalışma alanının doğusundaki ölçümlerde (C), diğer kesimlerde ise (B) birimi temsil etmektedir. Bu birimin yansıma özellikleri incelendiğinde, sismik enerjinin çabuk soğurulduğu ve tabaka içi yansımaları paralel özellik gösterdiği görüldüğünden (A) sismik-stratigrafik biriminin deniz tabanı olduğu söylenebilir. Sismik kesitlerde bu birimin kalınlığının yaklaşık 4 m olduğu belirlenmiştir.

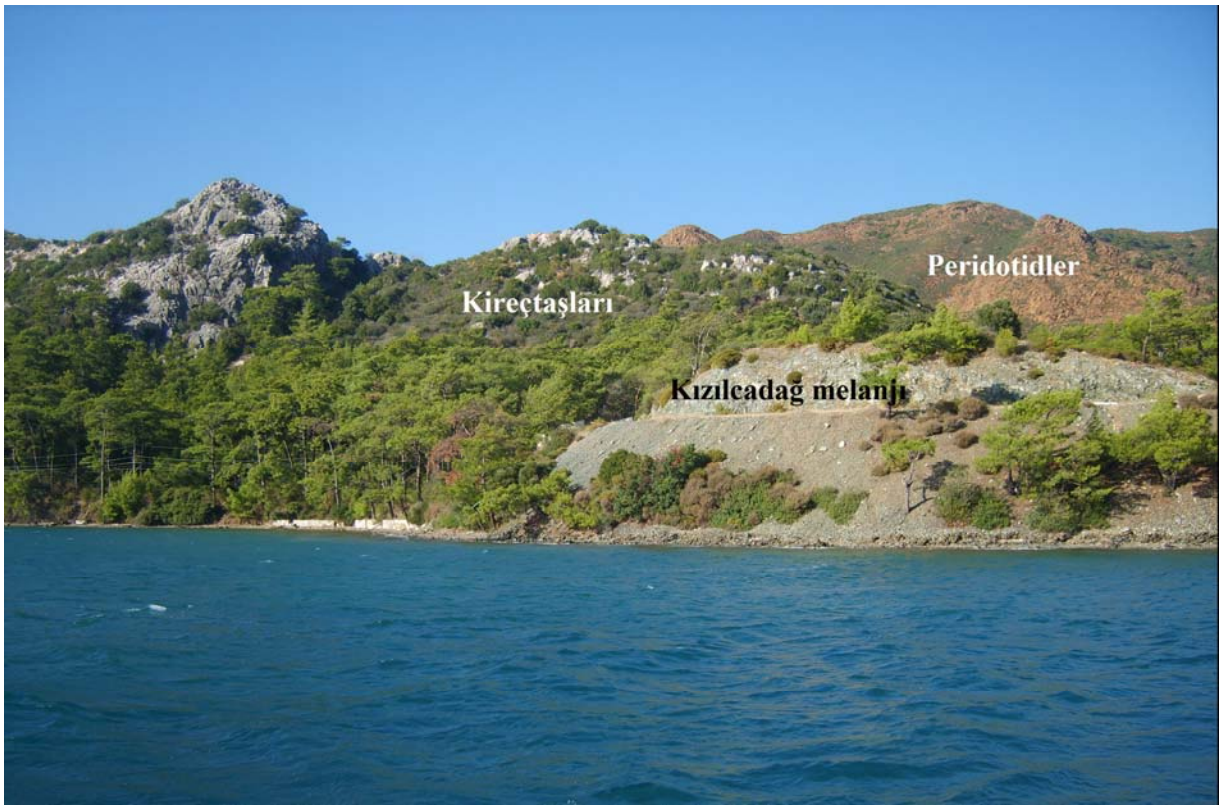
(B) Sismik-stratigrafik birimi; Kesitlerde açık yeşil renk ile taranmış bu birim, (A) biriminin altında yer almaktadır. Kesitlerde görülen yansıma karakterlerine bakıldığında (B) biriminin (A)'dan daha sert olduğu söylenebilir. (B) sismik-stratigrafik biriminin Kızılcadağ Melanjının en üst kesimlerini oluşturduğu tahmin edilmektedir. Kesitlerde birimin tabaka kalınlığının 20-25 metreye ulaştığı izlenmektedir.

(C) Sismik-stratigrafik birimi; Sismik kesitlerde sarı düz çizginin üzerinde yer alan bu birimin Kızlcadağ Melanjına ait serpantin hamuru, tüfit, Spilit ve yer yer Çört içeren kısımlarının deniz tabanındaki uzanımı, diğer bir değişile denizdeki devamı olduğu şeklinde yorumlamaya gidilmiştir. Denizel çalışma lokasyonunun sığ olması, su-sediment sınırındaki yüksek akustik empedans farklılığı ve sismik enerjinin soğurulması nedeniyle (Field ve diğerleri, 1980) birimin tabanı ve tabaka kalınlığı hakkında kesin bir metraj vermek mümkün değildir. Ancak; sismik yansıma kesitlerinden görülebileceği üzere 25 m'den daha az olamayacağı muhtemeldir.

Yalancıboğaz mevkii denizel alan çalışma lokasyonunun kıyı jeolojik yapılaşması dikkate alındığında, (C) sismik-stratigrafik birimininin sahil bantında mostra verdiği gibi Kızılcadağ Melanjını temsil ettiği görülmektedir (MTA, 1997a) (Şekil 91).

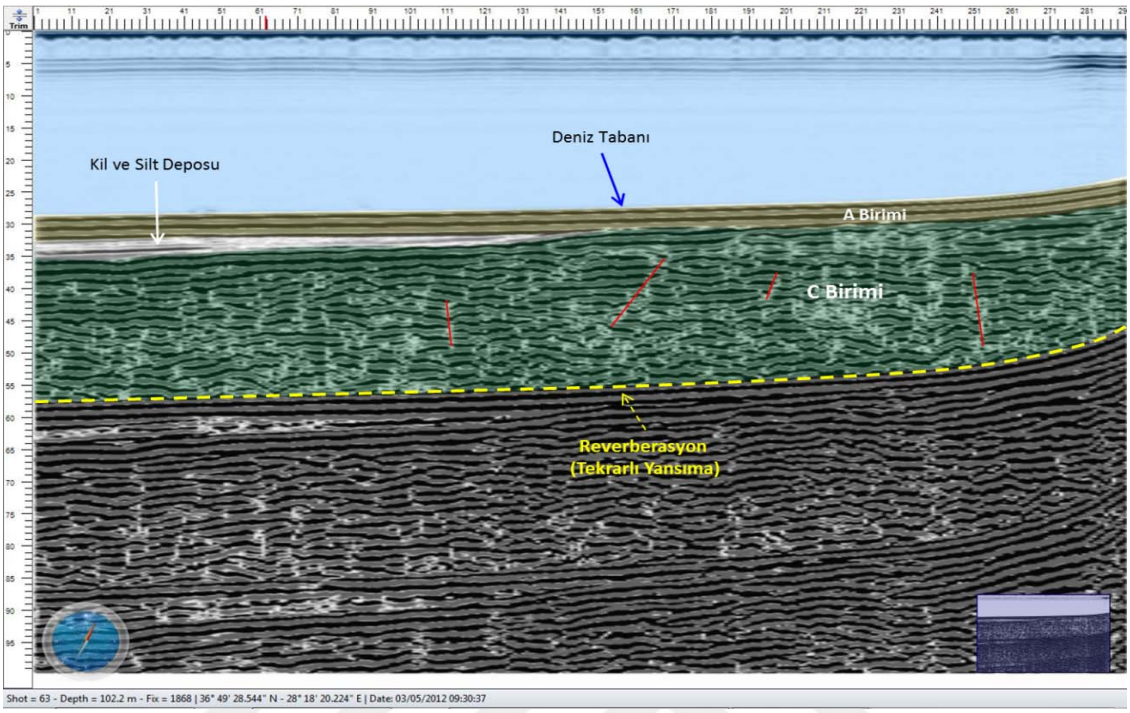
1-03-CH-1 jeofizik ölçüm hattına ait sismik yansıma kesitinde göze çarpan gaz çıkışı (Şekil 95), daha önce İçmeler Limanı lokasyonunda yapılan deniz çalışmasında (B) ve (C) sismik-stratigrafik birimleri içindeki gaz varlığına benzer özellik göstermektedir. Her iki çalışmada da, gaz çıkışları volkanik içerikli ve ters faylanmayla Peridotit birimine bindiren Melanj istifinden kaynaklanmaktadır ki, bu Marmaris ve denizel alanının jeotermal potansiyelinin değerlendirilmesi çalışmasının doğru bir tez üzerine kurulduğunu belgelemektedir.

Çünkü, gerek İçmeler Limanı lokasyonundaki hakim jeolojik-stratigrafik yapıda Hisarönü-İçmeler-Marmaris fay zonu Kireçtaşı-Peridotit birimleri arasında kalan ve alüvyal bir tabakalanma ile gizlenmiş Kızılcadağ Melanjını kesmektedir, gerekse Yalancıboğaz mevkiinde gözlemlenen faylanmalar yine Kireçtaşı-Peridotit arasındaki bu kez güncel denizel malzemeyle kaplanmış Melanj bindirmesinin bir sonucunu temsil etmektedir (MTA, 1997a) (Şekil 91).



Şekil 91. Marmaris Körfezi Yalancıboğaz mevkii denizel alan sismik yansıma çalışma lokasyonu ve kıyı jeolojik yapılaşmasının denizden görünümü

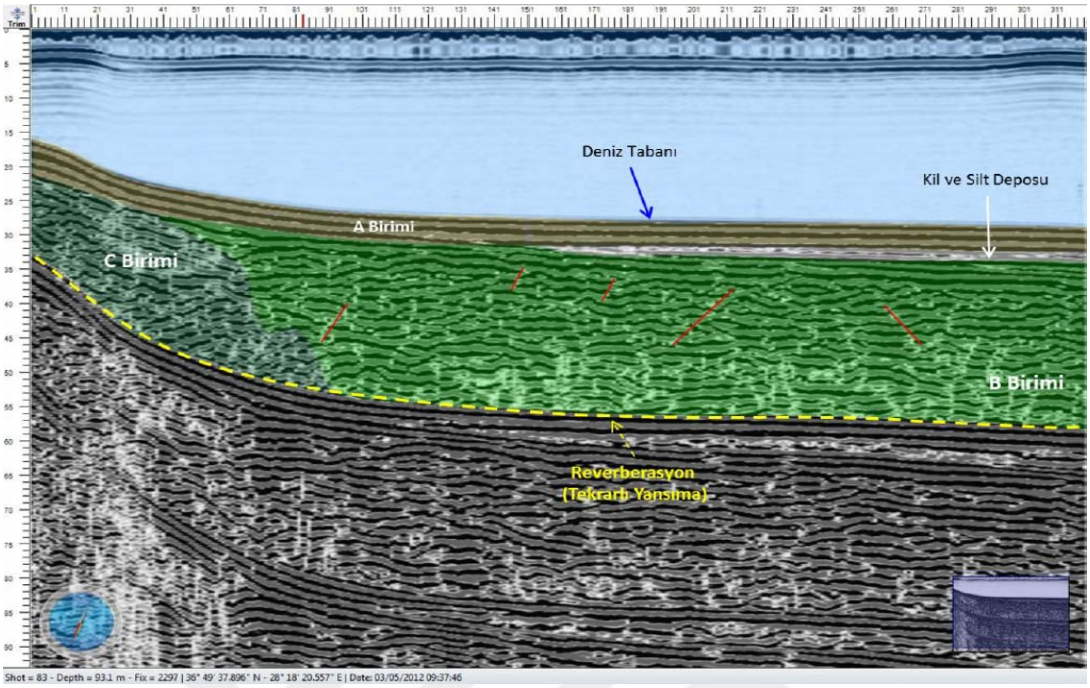
Yalancıboğaz mevkii denizel alan çalışma lokasyonuna ait 1-CH-1 sismik-stratigrafik kesiti incelendiğinde, deniz tabanını temsil eden (A) birimi ve onun hemen altında yeşil renkle belirtilen (C) birimi görülmektedir. Bu kesitte, (C) aynı zamanda (B) jeolojik birimini de kapsamaktadır. (C)' nin, (A) birimin altında istiflenmesi yer yer kıvrımlı ve kırıklı bir yapı içermesi, bu alandaki jeolojik-stratigrafik yapı göz önüne alındığında Kızılcadağ Melanjını temsil ettiği söylenebilir. (C) birimi tekrarlı yansıma sınırı sarı çizgiye kadar devam etmekte ve Radiolarit-Çört tabakalanmasına benzeyen bir görüntü vermektedir (Şekil 92) (Ek 5.1).



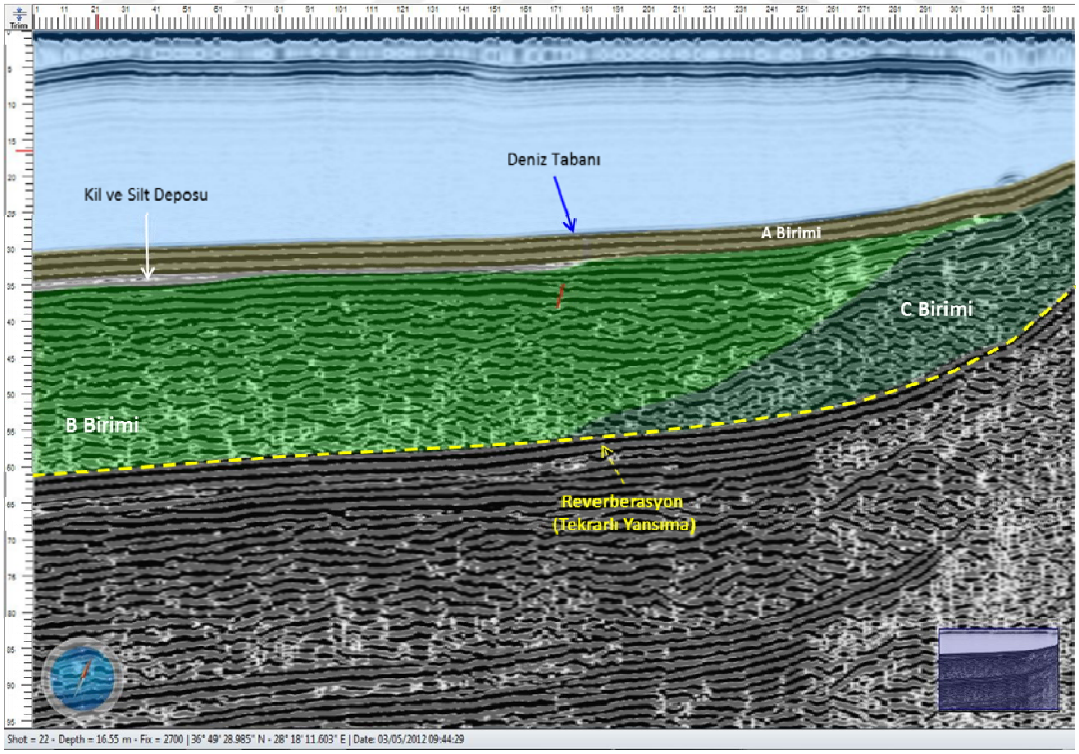
Şekil 92. 1-CH-1 Deniz sismiği hattına ait yorumlanmış sismik-stratigrafik kesit

1-01-CH-1 sismik-stratigrafik kesitinde, 1-CH-1 kesitinin tersine bu kez (B) jeolojik birimi (C) birimini kapsamaktadır. (C) birimininin Kızılcadağ Melanjını temsil ettiği düşünülmüştür. (A) düzgün yatay bir istifi temsil ettiğinden deniz tabanı olarak yorumlanmıştır. 1-01-CH-1 ve 1-CH-1 sismik yansıma zaman kesitlerinde görülen küçük çaplı kırıklanmalar, Yalancıboğaz mevkii kıyı bantı karasal alanda mevcut ters faylanmaya bağlı tali kırıklar olarak değerlendirilmiştir (Şekil 93) (Ek 5.2).

1-02-CH-1 sismik-stratigrafik kesitinde, (B) ve (C) birimlerinin iç içe geçtiği görülmektedir. Kesite dikkatle bakıldığında (C) biriminin aslında (B) jeolojik istifiyle aynı yapıda olduğu ve dolayısıyla (C)'nin gerçekte (B) biriminin bir parçası olduğu anlaşılmaktadır. 1-02-CH-1 kesitinde (B) jeolojik birimi Kızılcadağ Melanjı olarak yorumlanmıştır. (A) diğer önceki kesitlerde olduğu gibi yatay görünümü ve ilk istiflenmeyi temsil ettiği dikkate alındığında deniz tabanıdır (Şekil 94) (Ek 5.3).

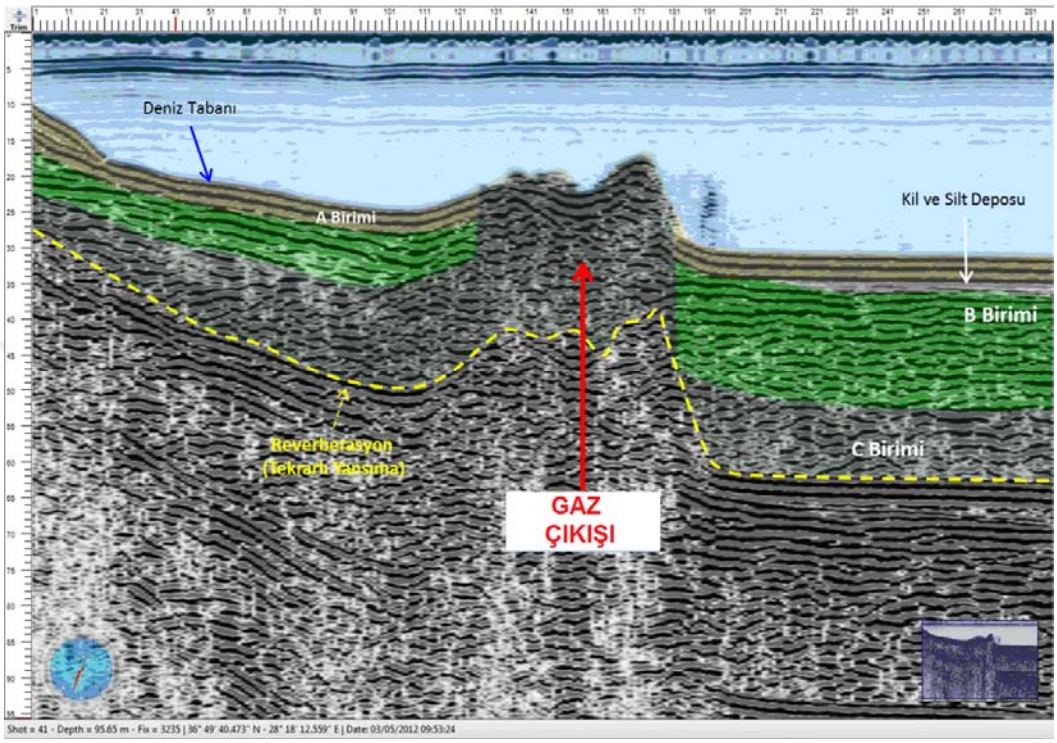


Şekil 93. 1-01-CH-1 Deniz sismiği hattına ait yorumlanmış sismik-stratigrafik kesit



Şekil 94. 1-02-CH-1 Deniz sismiği hattına ait yorumlanmış sismik-stratigrafik kesit

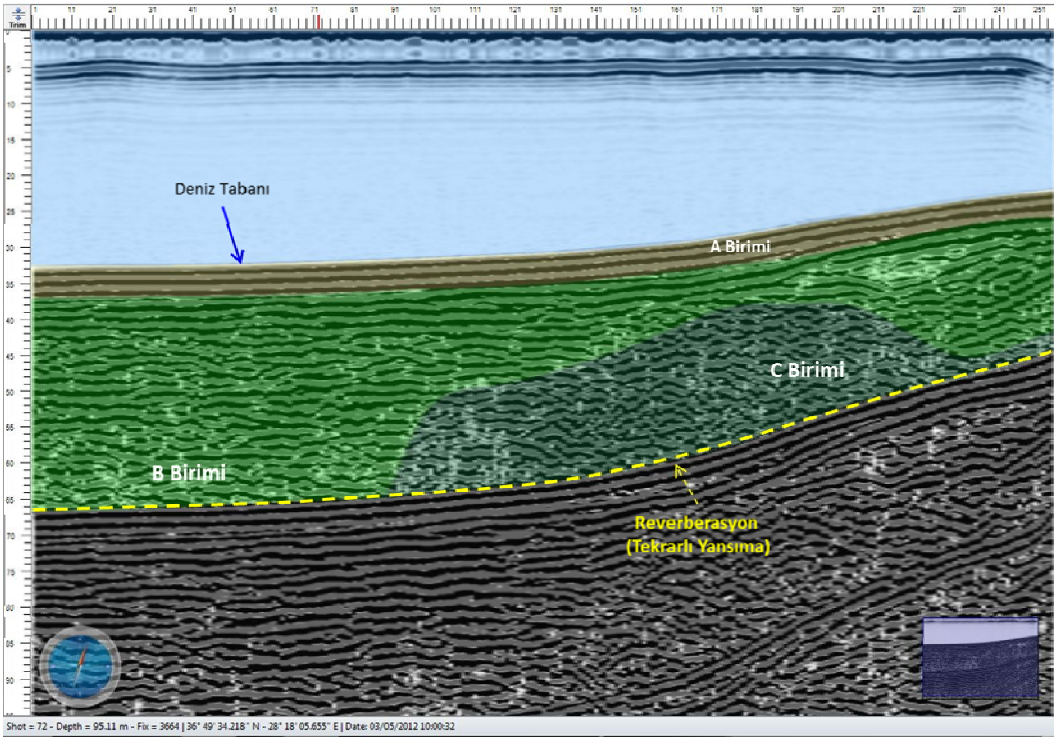
Marmaris ve denizel alanının jeotermal potansiyelinin değerlendirilmesi kapsamında denizel alan sismik yansıma çalışmasında elde edilen en önemli orjinal bulgularından biri de 1-03-CH-1 sismik-stratigrafik kesitinde görülen gaz çıkışıdır (Şekil 95) (Ek 5.4).



Şekil 95. 1-03-CH-1 Deniz sismiği hattına ait yorumlanmış sismik-stratigrafik kesit

1-03-CH-1 sismik-stratigrafik kesitinde görülen gaz varlığı, denizel çalışma lokasyonunun sığ olması, su-sediment sınırındaki yüksek akustik empedans farklılığı ve sismik enerjinin bu bölgede soğurulması nedeniyle (Field ve diğerleri, 1980), (A), (B) ve (C) birimlerinin tümü perdelenmiş ve yukarı hareketle deniz tabanına doğru bir çıkış oluşmuştur (Şekil 95). 1-03-CH-1 sismik seyir hattının sahil kesimine en yakın ölçümleri içerdiği ve sismik hattın buradaki muhtemel ana fay kırığına dik olarak yaklaşık kuzey-güney yönelimiyle atıldığı göz önüne alındığında, kesitte gaz varlığının belirlenmesi Marmaris ve denizel alanındaki mevcut fay zonlarının sıcak su taşıdığına dair öngörünün doğruluğunu ortaya koyan bir başka kanıtıdır. 1-03-CH-1 Sismik zaman kesitinde varlığı belirlenen gazın, İçmeler Limanı lokasyonu denizel alanına ait 1-CH-1 sismik-stratigrafik kesitinde olduğu gibi ‘’termojenik kökenli’’ geliştiği yüksek ihtimaldir (Rice ve Claypool, 1981).

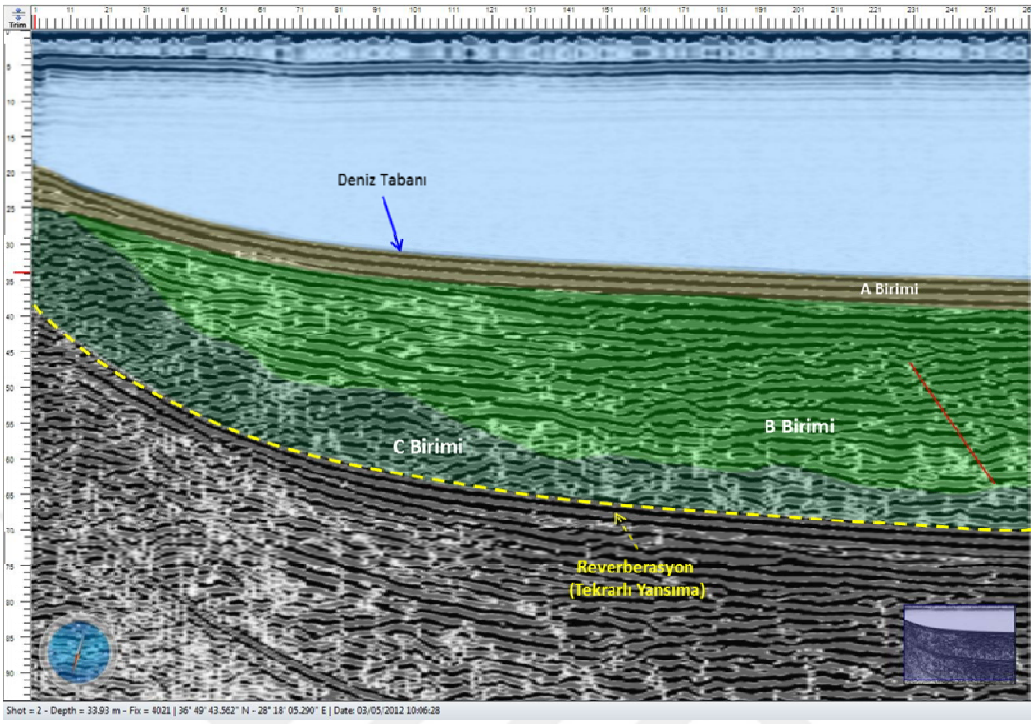
1-04-CH-1 sismik-stratigrafik kesitinde; (A) jeolojik birimi deniz tabanını, (B) taban altındaki ikincil istiflenmeyi ve (C) jeolojik birimi de yine (A)'nın altındaki birimi temsil etmektedir. Bu kesitte, (C) jeolojik birimi içinde kümelenmiş bir şekilde görülen yapının Kızılcadağ Melanjına dahil kireçtaşı blokları (Bilgin ve diğerleri, 1997) olduğu düşünülmüştür. 1-04-CH-1 kesitinde fay kırığı tesbit edilmemiştir (Şekil 96) (Ek 5.5).



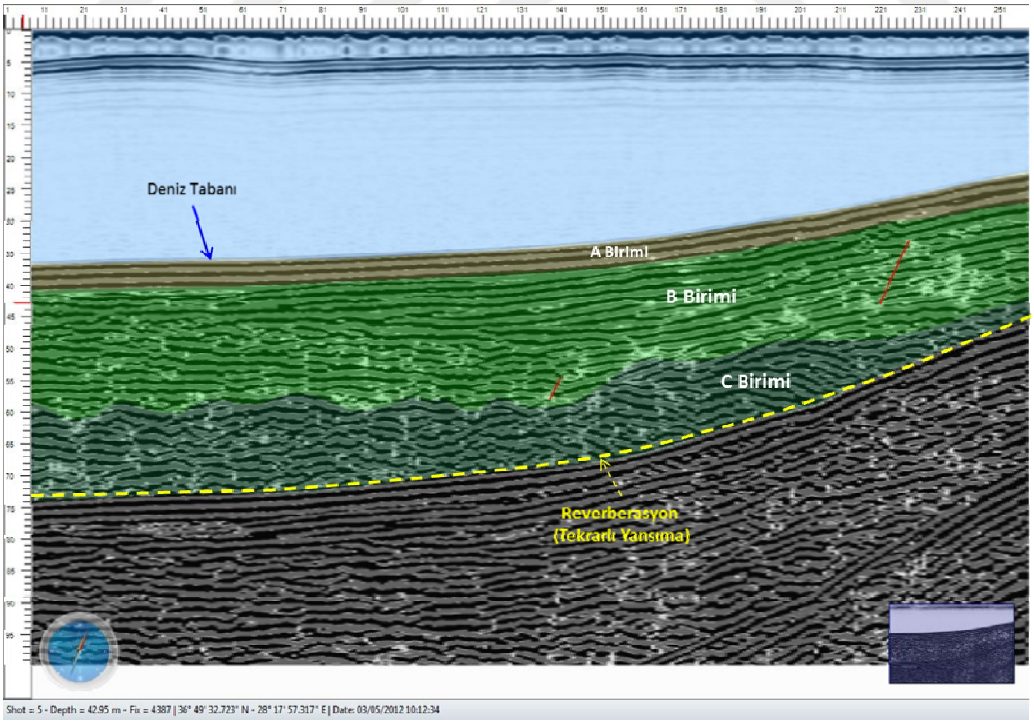
Şekil 96. 1-04-CH-1 Deniz sismiği hattına ait yorumlanmış sismik-stratigrafik kesit

1-05-CH-1 sismik-stratigrafik kesiti, (A) yatay tabakanması ile başlar. (A)'nın altında tahminen 25 metre toplam kalınlıkta (B) ve (C) birimleri yer almaktadır. (A)'nın deniz tabanı olduğu düşünülürse (B) ve (C) birimlerinin Kızılcadağ Melanjını temsil ettiği söylenebilir. Kesitte, (C) birimi (B)'nin altında ince bir tabakalanma oluşturduğu görülmektedir.

Bu yapı, karmaşık-kaotik özellikteki melanjın (Bilgin ve diğerleri, 1997), Çört-Radiolarit içeren ve serpantin hamuruna göre daha sert-katı malzemeli kısımlarının olması muhtemeldir (Şekil 97) (Ek 5.6). 1-06-CH-1 sismik-stratigrafik kesiti, 1-05-CH-1 kesiti ile benzer özellik göstermektedir. Kesit, (A), (B) ve (C) birimlerinin tümünü içermekte ve (C) birimi (B)'nin altında ince bir tabakalanma oluşturmaktadır. Burada (A) yine deniz tabanıdır (Şekil 98) (Ek 5.7).

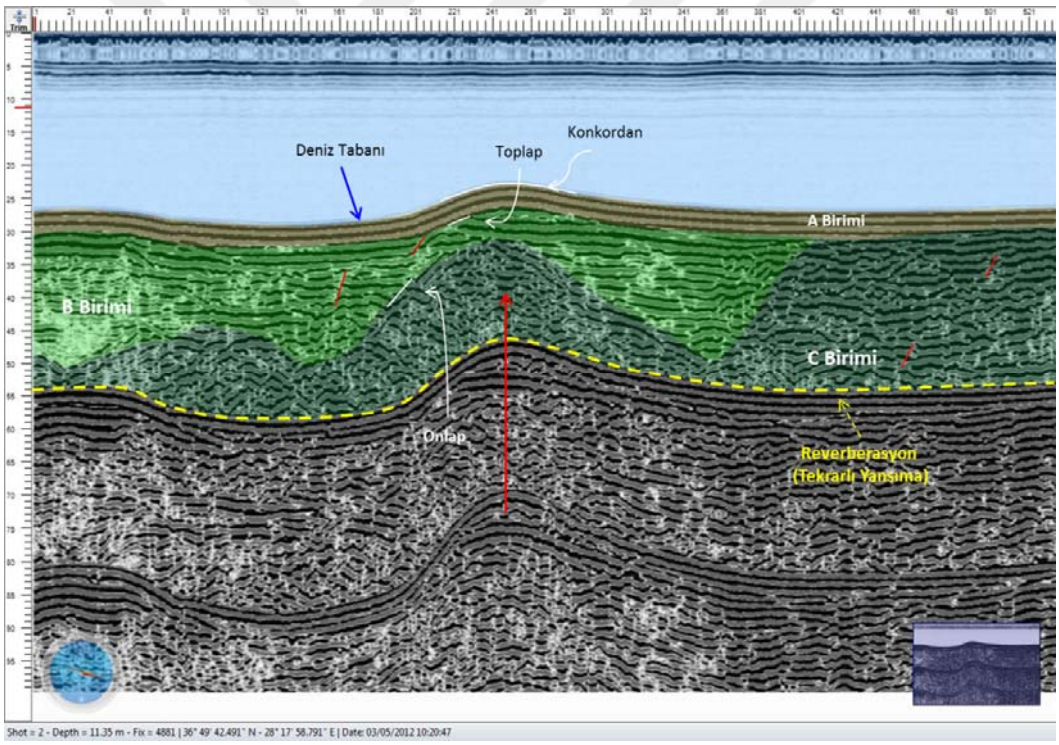


Şekil 97. 1-05-CH-1 Deniz sismiği hattına ait yorumlanmış sismik-stratigrafik kesit



Şekil 98. 1-06-CH-1 Deniz sismiği hattına ait yorumlanmış sismik-stratigrafik kesit

‘’kontrol-CH-1’’ sismik-stratigrafik kesiti, Marmaris Körfezi Yalancıboğaz mevkii denizel alanında yapılan birbirine paralel konumlandırılmış, 7 adet sismik seyir hattını dikine kesen 8. sismik yansıma hattını temsil etmektedir (Şekil 99) (Ek 5.8). Kesit önemli bulgular taşımaktadır. Diğer zaman kesitlerinde deniz tabanını simgeleyen (A), son derece yatay-düzgün bir istiflenmeyi gösterdiği halde, Kontrol-CH-1’de bu durum çok farklı olup şiddetli bir deformasyona uğradığı izlenimi taşımaktadır. Deniz tabanı bombeleşmiş konkordan görünüm kazanmıştır. Stratigrafik olarak kendisinden sonraki daha derin istifler olan (B) ve (C) birimleri de, aynı şekilde deforme olmuşlardır. (B) ve (C) jeolojik birimlerinin Kızılcadağ Melanjı olduğu kabulü halinde, buradaki ters faylanmayla ilgili bir yer değiştirme ve fayın hareket sistemine bağlı olarak kayaçlarda meydana gelen sıkışma, kıvrımlanma, kırılma emareleri olduğu söylenebilir. Bu durum, doktora çalışmasının bir başka önemli bulgusudur.

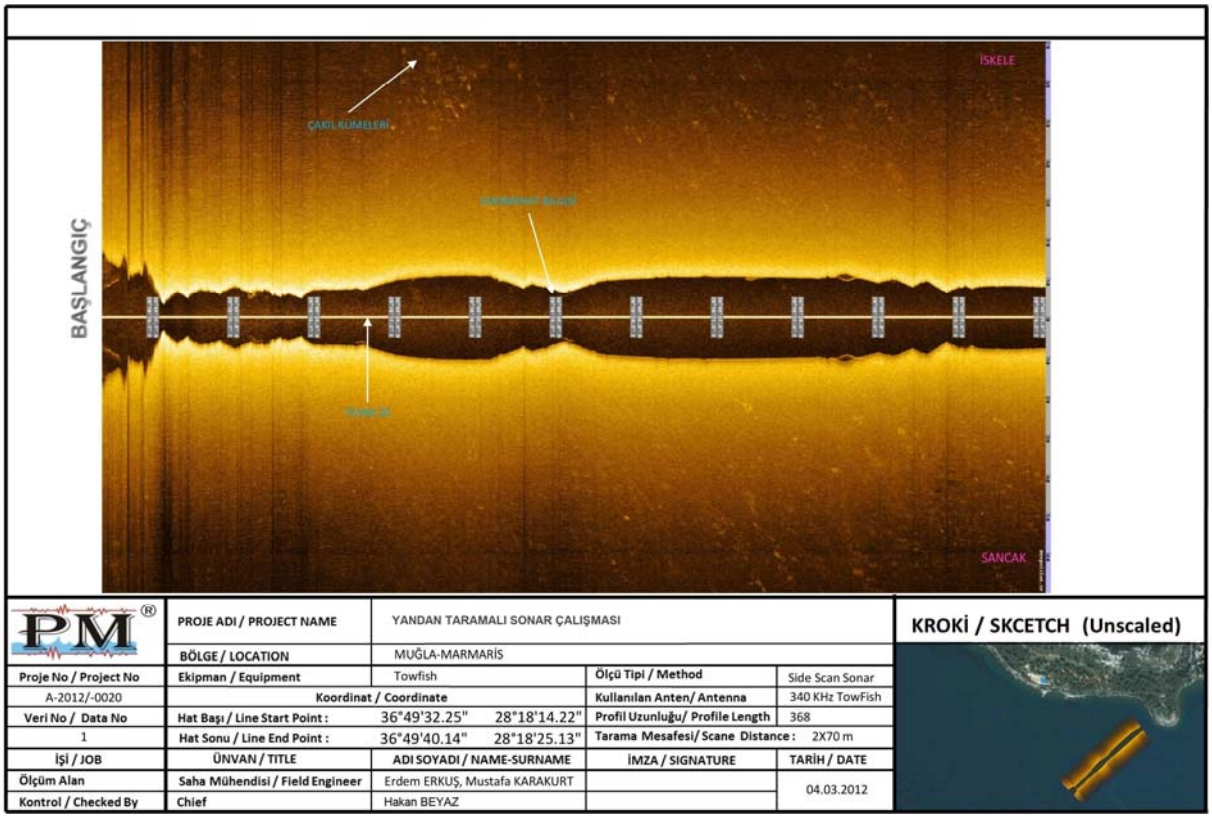


Şekil 99. ‘’kontrol-CH-1’’ deniz sismiği hattına ait yorumlanmış sismik-stratigrafik kesit

Deniz tabanında oluşan bu hareketlerin ve muhtemel gaz çıkışlarının daha iyi izlenebilmesi için, sismik yansıma çalışma lokasyonunu kapsayacak şekilde ayrıca yandan taramalı sonar uygulaması yapılmış ve elde edilen görüntüler yorumlanarak aşağıda verilen bulgulara ulaşılmıştır.

3.2.3. Yalancıboğaz mevkii denizel alanda yapılan yandan taramalı sonar çalışmalarına ait bulgular

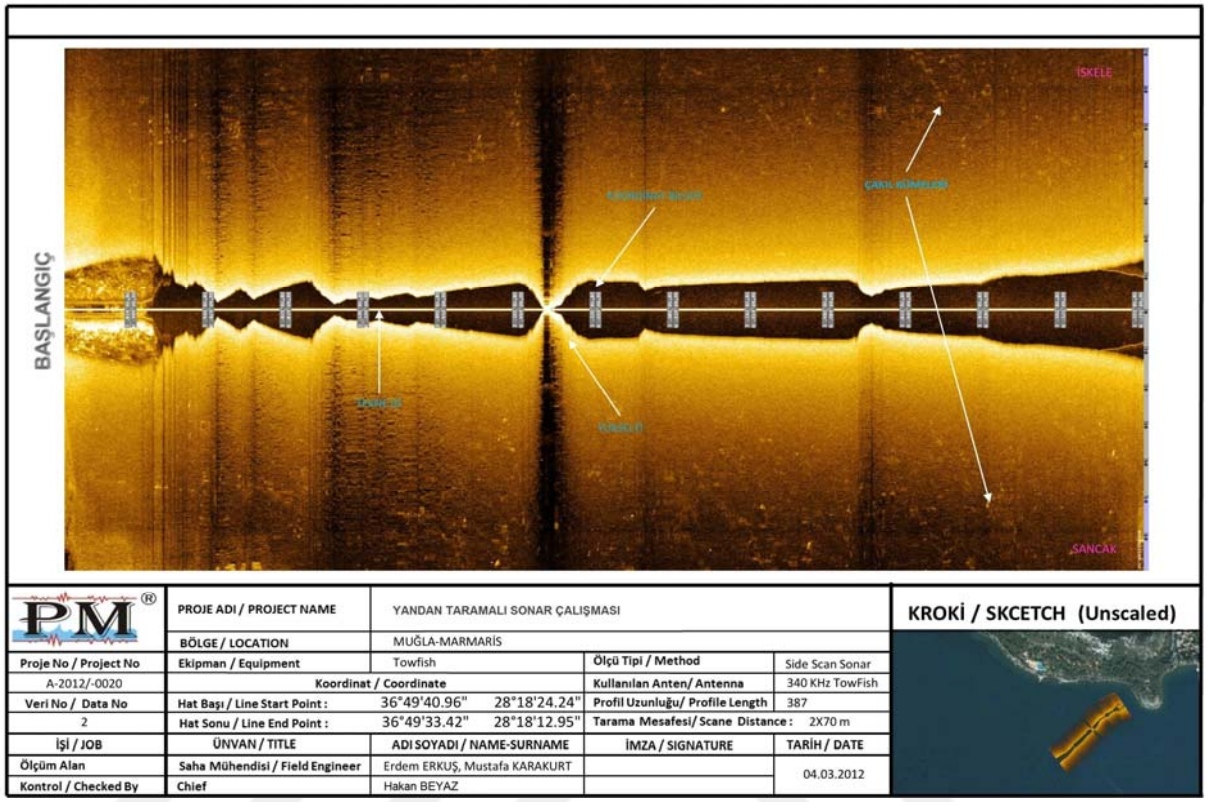
Marmaris Körfezi Yalancıboğaz mevkii denizel alanında, yandan taramalı sonar sistemiyle alınan 10 adet sonar hattına ait veriler incelenerek, üzerlerinde gerekli düzeltme ve filtreleme çalışmaları yapılmış, deniz tabanı yüzey morfolojisinde görüntülenen nesneler yorumlanmıştır (Şekil 100, 101, 102, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110)



Şekil 100. Yandan taramalı 1. sonar hattına ait yorumlanmış deniz tabanı görüntüsü

Yandan taramalı 1. sonar hattı, Yalancıboğaz mevkii denizel alan çalışma lokasyonun en doğu ucunu temsil etmektedir. 1. hat denizden karaya doğru atılmıştır. Uzunluğu 368 metredir. Sonar görüntüsünde deniz tabanı morfolojisinde her hangi bir anomali belirlenmemiştir (Şekil 100).

Yandan taramalı 2. sonar hattı, 387 metre uzunluğunda ve 1. hatta paraleldir. Sonar hattı karadan denize doğrudur. Sonar görüntüsü incelendiğinde genel haliyle deniz tabanını bozucu bir nesneye rastlanmamıştır (Şekil 101).

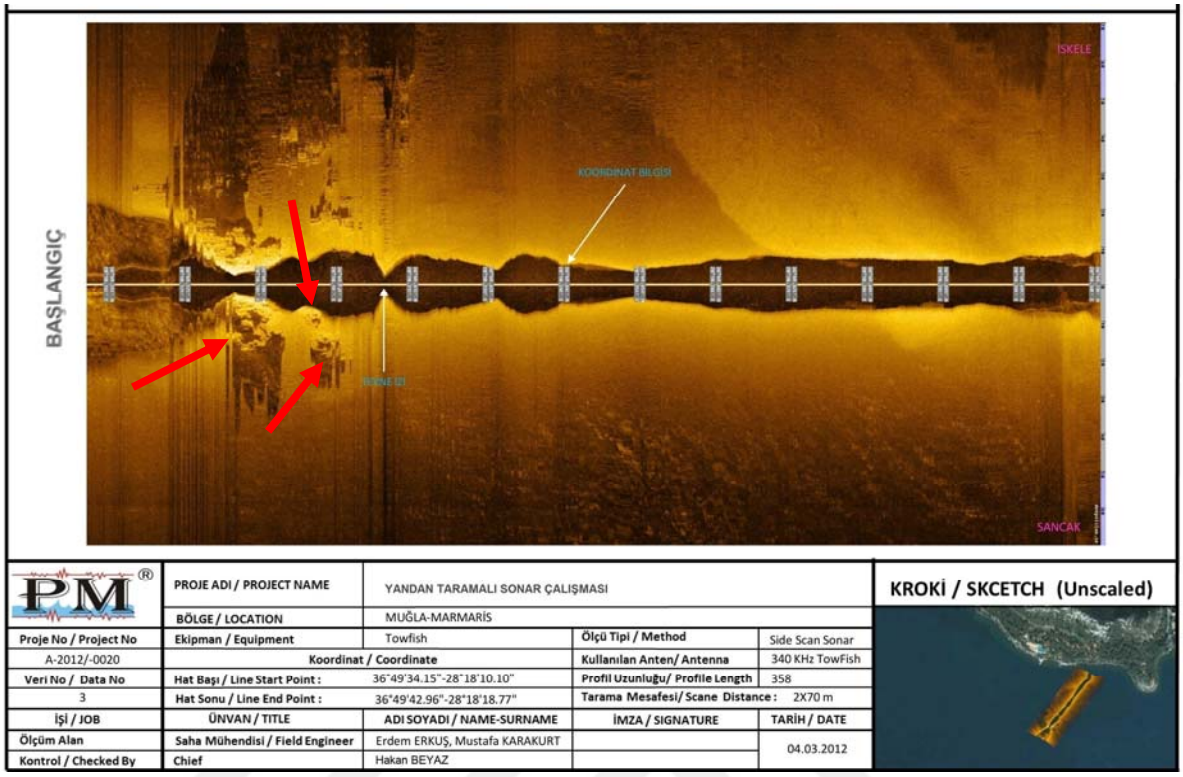


PM®	PROJE ADI / PROJECT NAME	YANDAN TARAMALI SONAR ÇALIŞMASI			KROKİ / SKCETCH (Unscaled)
	BÖLGE / LOCATION	MUĞLA-MARMARİS			
Proje No / Project No	Ekipman / Equipment	Towfish	Ölçü Tipi / Method	Side Scan Sonar	
A-2012/-0020	Koordinat / Coordinate		Kullanılan Anten/ Antenna	340 KHz TowFish	
Veri No / Data No	Hat Başı / Line Start Point :	36°49'40.96" 28°18'24.24"	Profil Uzunluğu/ Profile Length	387	
2	Hat Sonu / Line End Point :	36°49'33.42" 28°18'12.95"	Tarama Mesafesi/ Scane Distance :	2X70 m	
İŞİ / JOB	ÜNVAN / TITLE	ADI SOYADI / NAME-SURNAME	İMZA / SIGNATURE	TARİH / DATE	
Ölçüm Alan	Saha Mühendisi / Field Engineer	Erdem ERKUŞ, Mustafa KARAKURT		04.03.2012	
Kontrol / Checked By	Chief	Hakan BEYAZ			

Şekil 101. Yandan taramalı 2. sonar hattına ait yorumlanmış deniz tabanı görüntüsü

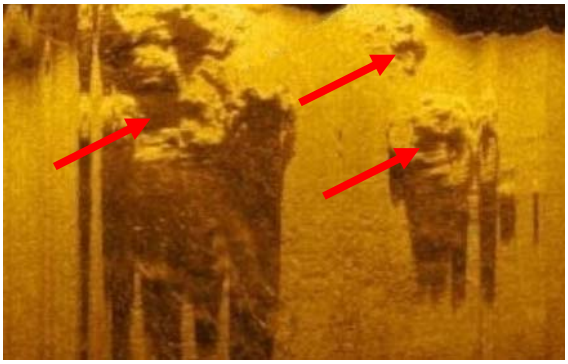
Yalancıboğaz mevkii denizel alanında yapılan yandan taramalı sonar çalışmalarına ait en önemli bulgulardan biri, 3. sonar hattından elde edilmiştir (Şekil 102). Bu hattın sonar görüntüsünde, daha önce sismik yansıma zaman kesitlerinde varlığı tesbit edilen gaz çıkışları belirlenmiştir. İlk bakışta kayalık olarak nitelendirilebilecek deniz tabanı yüzeyini bozucu bu nesneler daha dikkatle incelendiğinde ve Yalancıboğaz mevkii jeolojik-stratigrafik yapısı göz önüne alındığında (MTA, 1997), sahil bantından yaklaşık 360 metre uzaklıkta bu kayalık oluşum mümkün görülmemektedir.

Denizel alan sığ sismik yansıma çalışmalarında dip topoğrafyasının düzgün, engebesiz ve yatay geliştiği belirlendiğinden buradaki morfolojik anomalinin gaz çıkışıyla ilgili olduğu yorumuna gidilmiştir. Ayrıca, deniz tabanının morfolojosini bozucu bu anomaliler (kırmızı ok işaretli), daha önce gerçekleştirilen denizel alan sismik yansıma çalışmalarında, 1-CH-1 sismik-stratigrafik kesitiyle varlığı belirlenen gaz çıkış noktasıyla aynı lokasyona denk gelmektedir (Şekil 102).



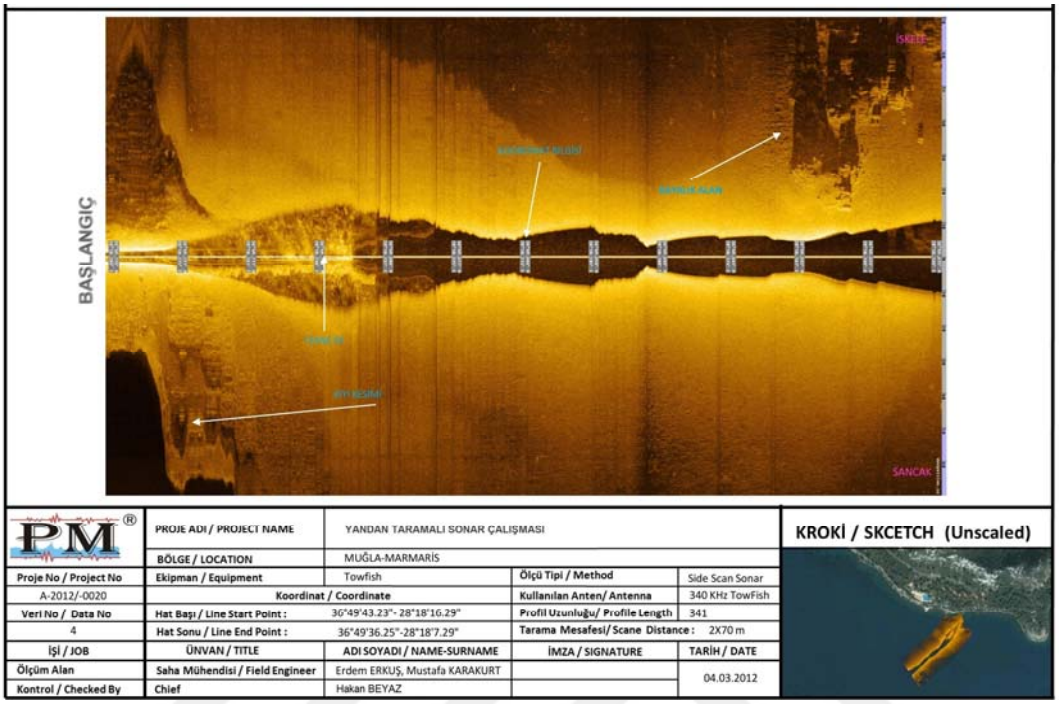
Şekil 102. Yandan taramalı 3. sonar hattına ait yorumlanmış deniz tabanı görüntüsü

Yandan taramalı 3. sonar hattına ait görüntüde, deniz topoğrafyasını bozan nesnelerin (kırmızı ok işaretli), aktif fay zonları boyunca ortaya çıkan konik bacaları andırdığı ve uç kısımlarının su ve/ veya buhar çıkışına imkan veren kaldera benzeri ağızlar şeklinde geliştiği görülmektedir (Şekil 103). Bu anomaliler, Yalancıboğaz mevkiinde denizel alanda yapılan 10 adet yandan taramalı sonar hatlarına ait düzeltilmiş ve birleştirilmiş toplu sonar Google görüntüsünde daha belirgin olarak göze çarpmaktadır.

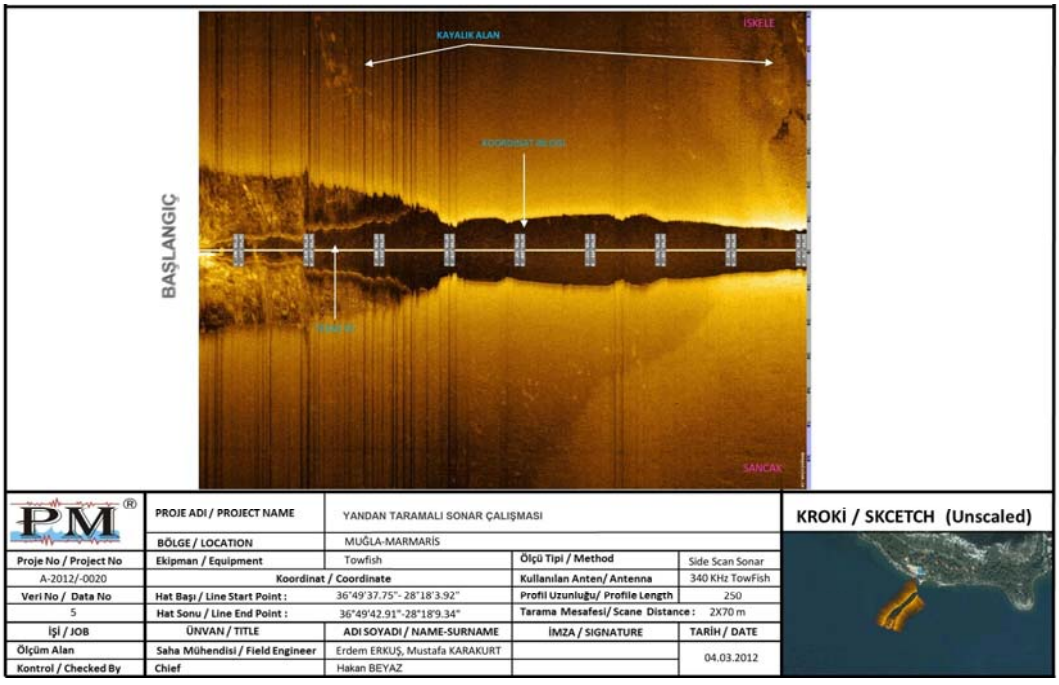


Şekil 103. Yandan taramalı 3. sonar hattına ait anomalilerde görülen baca tipi yapılar

Yandan taramalı 4. ve 5. sonar hatlarına ait deniz dip morfolojisinde fay sistemine ait kırıklanma veya gaz çıkışı tesbit edilmemiştir (Şekil 104, 105).

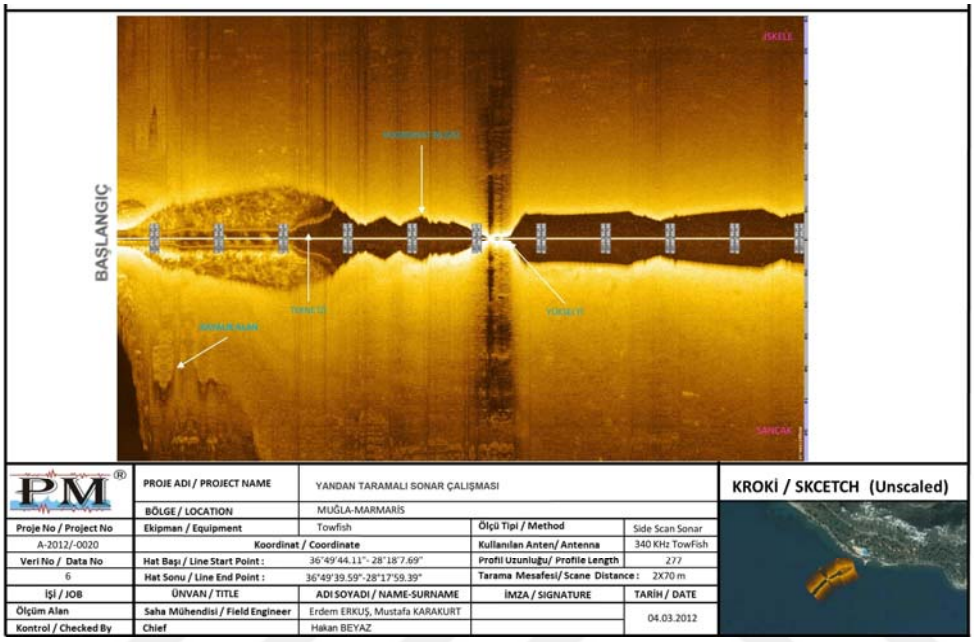


Şekil 104. Yandan taramalı 4. sonar hattına ait yorumlanmış deniz tabanı görüntüsü

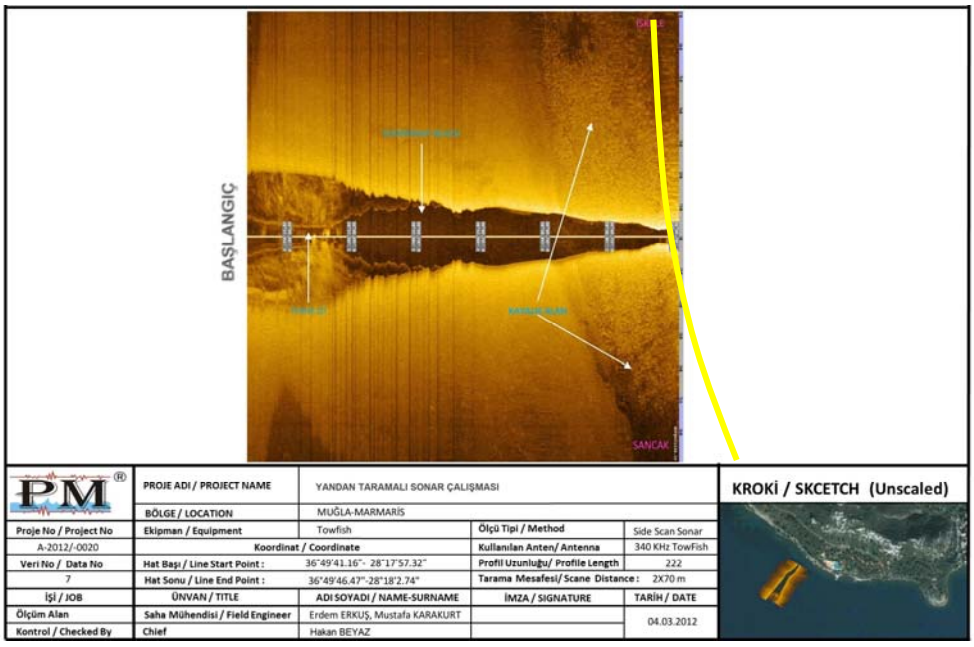


Şekil 105. Yandan taramalı 5. sonar hattına ait yorumlanmış deniz tabanı görüntüsü

Yandan taramalı 6. ve 7. sonar hatlarına ait görüntülerde, deniz dip topoğrafyası anaomali vermemektedir. Ancak, 7. sonar hattında kıyı bantı paralelinde uzanan yelpaze şekilli oluşum (sarı çizgi boyunca) dikkat çekicidir (Şekil 106, 107). Bu oluşum, Kızılcadağ Melanjının denize sokulumu olarak değerlendirilmiştir.

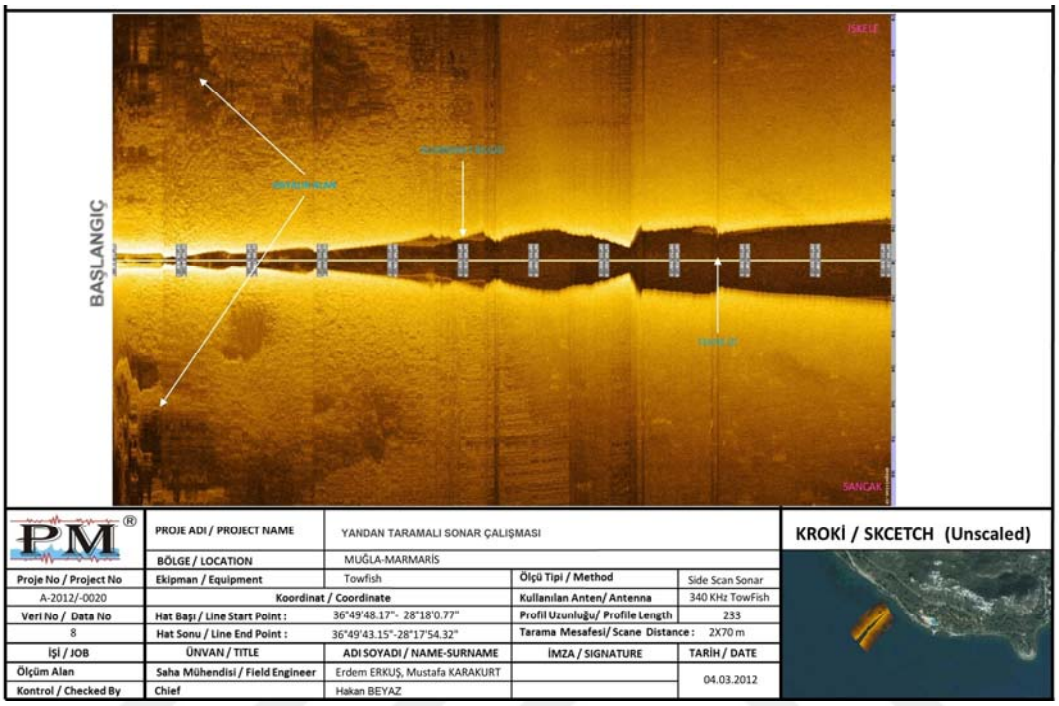


Şekil 106. Yandan taramalı 6. sonar hattına ait yorumlanmış deniz tabanı görüntüsü

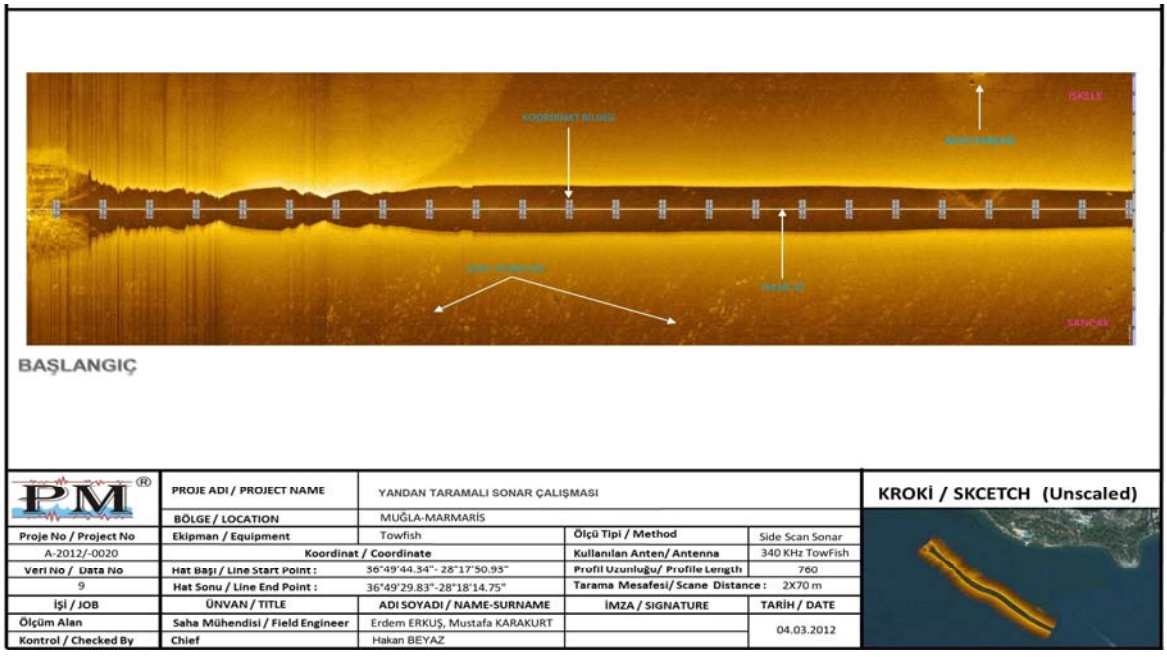


Şekil 107. Yandan taramalı 7. sonar hattına ait yorumlanmış deniz tabanı görüntüsü

Yandan taramalı 8. ve 9. sonar hatlarına ait deniz tabanı morfolojisinde herhangi bir bozucu nesne anomalisine rastlanmamıştır. 9. sonar hattı, diğer 7 hattı deniz tarafında diklemesine kesecek yönelimde doğu-batı istikametindedir (Şekil 108, 109).

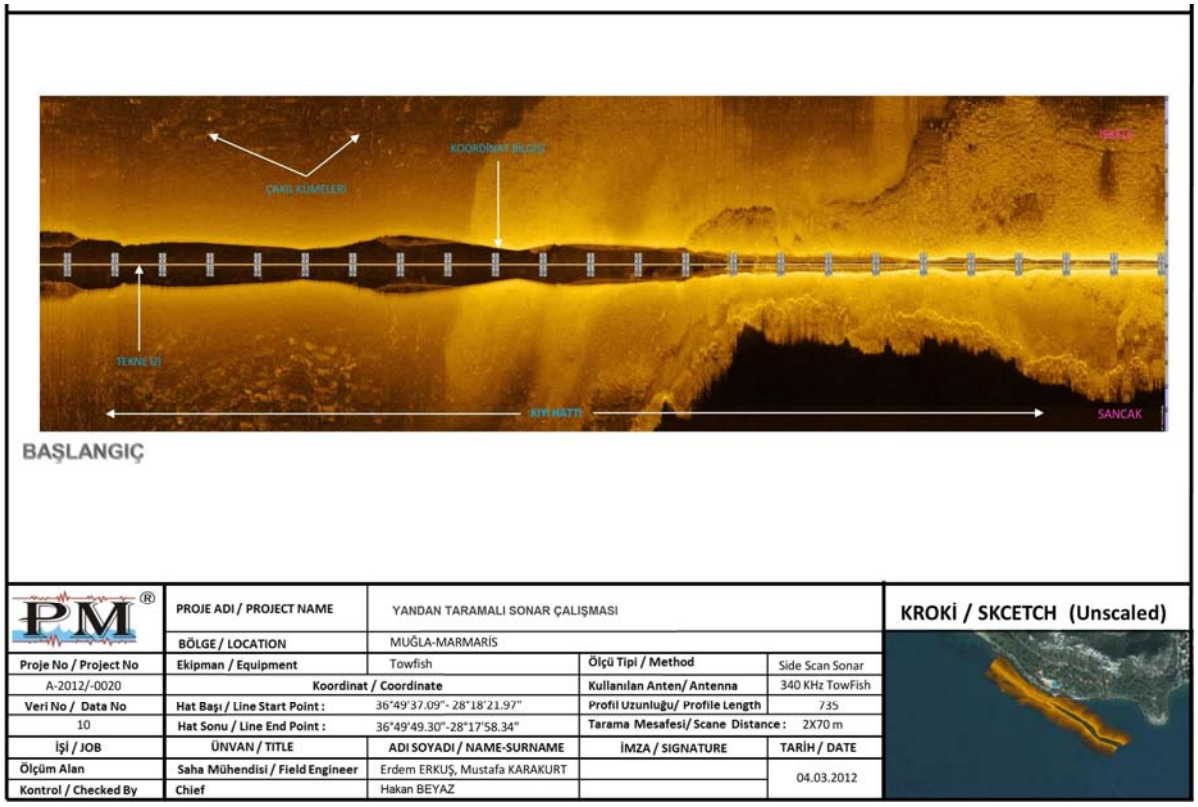


Şekil 108. Yandan taramalı 8. sonar hattına ait yorumlanmış deniz tabanı görüntüsü



Şekil 109. Yandan taramalı 9. sonar hattına ait yorumlanmış deniz tabanı görüntüsü

Marmaris Körfezi Yalancıboğaz mevkii denizel alanında yapılan, yandan taramalı sonar çalışmasına ait son kayıt, 10. hat üzerinde alınmıştır. Bu hat, yine daha önceki 7 sonar hattını doğu-batı istikametinde kesecek ve 9. hatta paralel kalacak şekilde, ancak kıyı bantına en yakın denizel alanı taramak üzere seçilmiştir (Şekil 110).



Şekil 110. Yandan taramalı 10. sonar hattına ait yorumlanmış deniz tabanı görüntüsü

Yandan taramalı 10. sonar hattına ait görüntüde, 735 metre uzunluğundaki sonar kayıt hattının yaklaşık yarısında görülen yükselti anomalisinin, 6. sonar hattında olduğu gibi Kızılcadağ Melanjının deniz tabanındaki uzanımı olarak yorumlanmıştır (Şekil 110). Bu yorum, Yalancıboğaz mevkii tepeliklerini kaplayan peridotit biriminin (MTA, 1997) normal jeolojik-stratigrafik yapılanmada denizel alanda da yer alması beklenirken, sismik yansıma kesitlerinde ve sonar görüntülerinde melanj biriminin tesbit edimesi, İçmeler Limanı lokasyonundaki çalışmaların ortaya koyduğu gibi, deniz tabanının Peridotid-Melanj ters faylanması ile kesildiğini ve Melanj biriminin Peridotite bindirdiği sonucunu doğurmaktadır. Ulaşılan bu bulgu, Marmaris ve denizel alanının jeotermal potansiyelinin değerlendirilmesinde önemli bir rol oynamıştır.

Yalancıboğaz mevkii denizel alanında, 10 hat boyunca gerçekleştirilen yandan taramalı sonar çalışmalarına ait düzeltilmiş ve birleştirilmiş toplu sonar görüntüsünde 3. sonar hattında tesbit edilen gaz çıkışları daha belirgin olarak göze çarpmaktadır (Şekil 111).



Şekil 111. Yalancıboğaz mevkiinde denizel alanda yapılan 10 adet yandan taramalı sonar hatlarına ait düzeltilmiş ve birleştirilmiş toplu sonar Google görüntüsü

Gerek İçmeler Limanı lokasyonu, gerekse Yalancıboğaz mevkii denizel alanlarında gerçekleştirilen sismik yansıma ve yandan taramalı sonar çalışmalarından elde edilen veriler birlikte değerlendirilerek; Marmaris ve denizel alanında mevcut bulunan kırık zonlarının Peridotit-Melanj-Kireçtaşı birimleri arasında gelişen ters faylanmalar olduğu, gaz çıkışlarının volkanik litolojiye sahip (Bilgin ve diğerleri, 1997) Kızılcadağ Melanjı biriminden kaynaklandığı ve bu nedenle Melanj biriminin sıcak ve doğal mineralli su taşıma ihtimalinin yüksek olduğu sonucuna ulaşılmış, ideal jeotermal sondajlama lokasyonu olarak, bu özellikleri yansıtan jeolojik birim ve ters fay sisteminin bulunduğu Turban Mevkiinin seçilmesi gerektiğine karar verilmiştir.

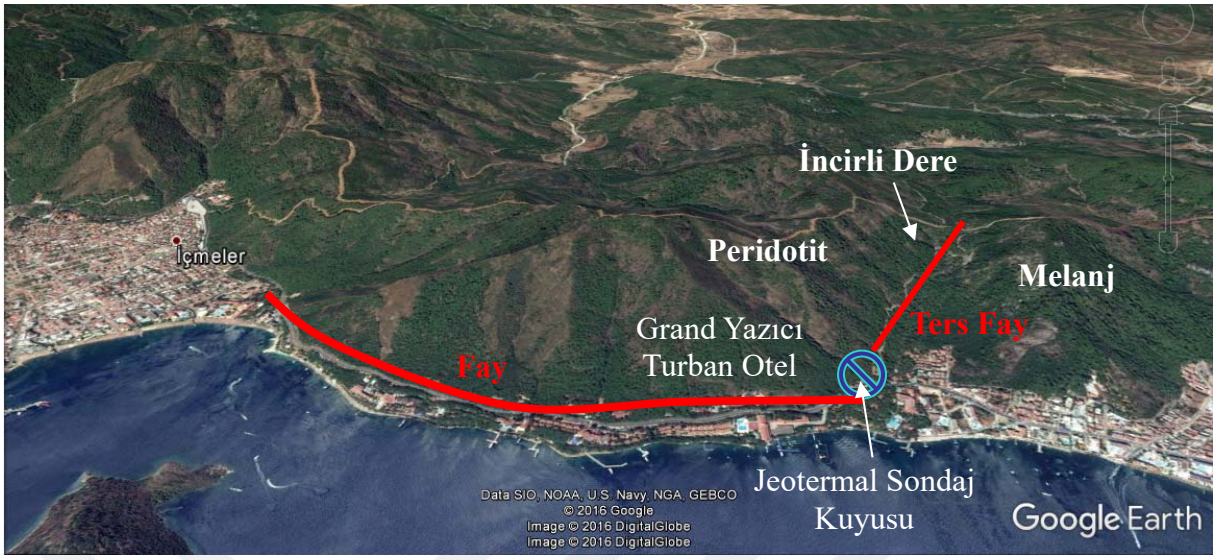
3.3. Jeotermal Sondajlama Çalışmalarına Ait Bulgular

Jeotermal sondajlama lokasyonu olarak, Hisarönü-İçmeler-Marmaris uzanımlı fay hattının kuzey kolu üzerinde bulunan ve bu hattı karadan denize doğru (yaklaşık Doğu-Batı yönünde) dikine kesen kırık sistemi seçilmiştir. Bu kırık sistemi, lokal jeolojik yapıyı oluşturan Peridotit ve Melanj birimlerinin ters faylanma ile kırılmaya uğradıkları yer olan Grand Yazıcı Turban Otel adına turizm tahsisli saha sınırları içinde kalmaktadır (Şekil 112).



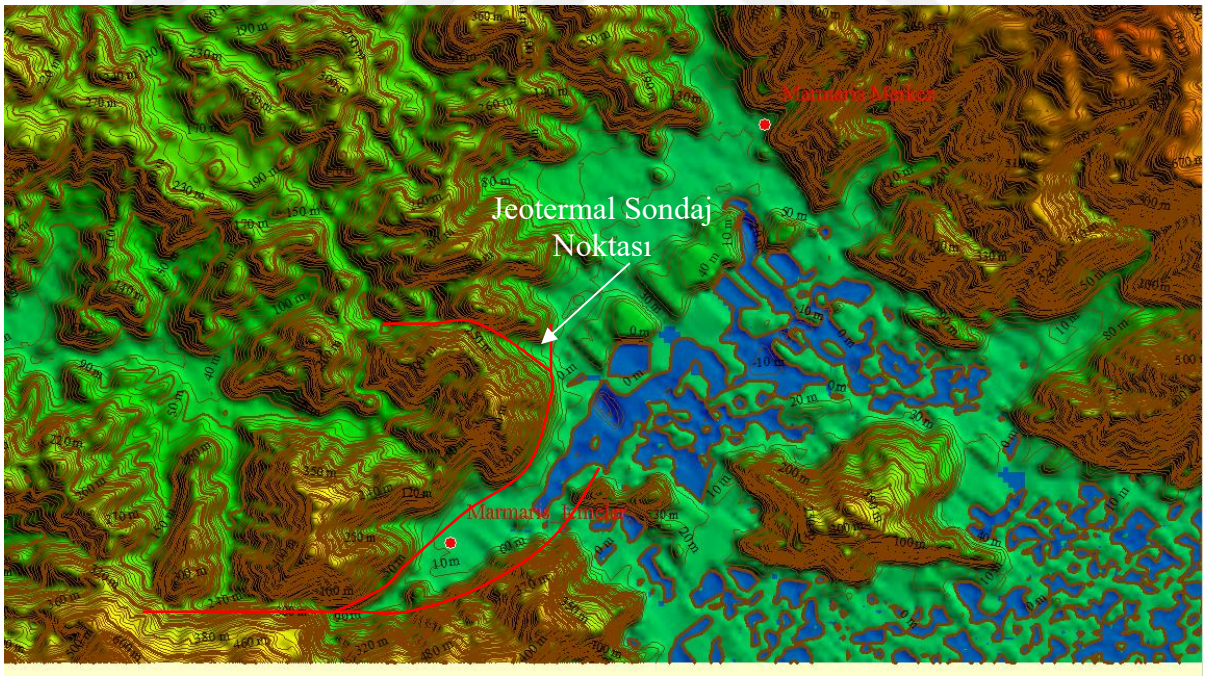
Şekil 112. Jeotermal sondajlama lokasyonunu gösterir Google görüntüsü

Jeotermal sondajlama lokasyonunun jeolojik yapılaşmasını oluşturan Peridotit ve Melanj birimleri Harzburgit, Serpantin, serpantin hamuru, denizaltı volkanizması, Gabro, Spilit, Bazalt, Tüfit, Radiolarit, Çört gibi kaya türlerini içeren ofiyolitik ve ultra bazik kayaçlardan meydana gelmektedir. İçmeler Mahallesinden başlayarak, Grand Yazıcı Club Turban Otel mevkiine kadar tüm tepeliklere hakim olan Harzburgit-Serpantin içerikli Peridotit birimleri yerini, buradan sonra Marmaris istikametine doğru melanja bırakır. Bu noktada iki birim bir birinden tektonik kırılmanın emaresi olan İncirli Deresi ile ayrılır (Şekil 113).

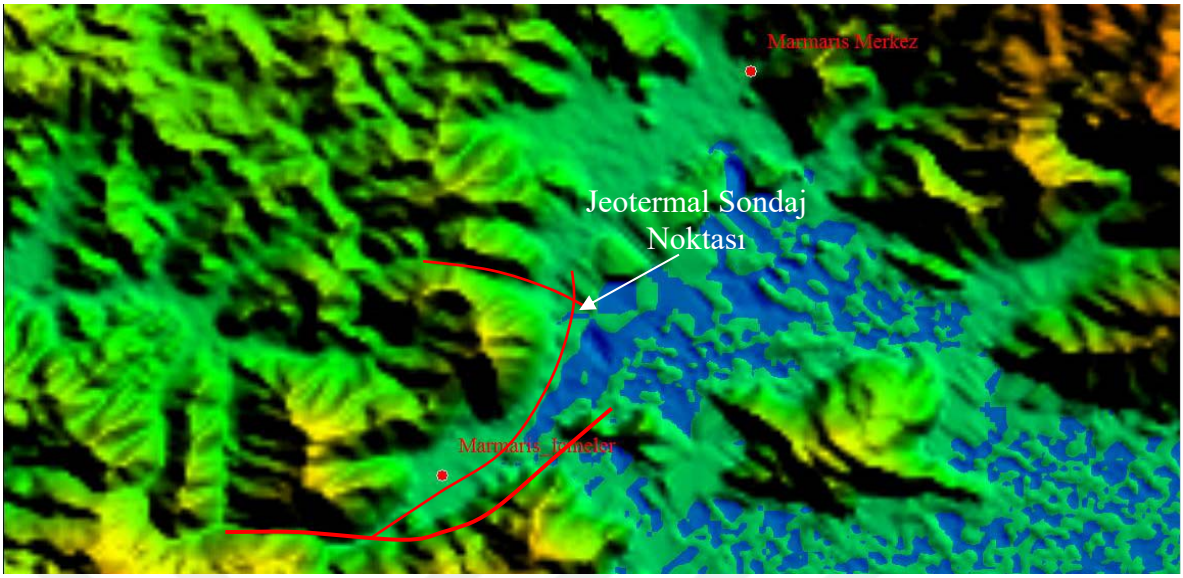


Şekil 113. Sondajlama noktasındaki jeolojik-tektonik oluşumu gösterir Google görüntüsü

Aşağıda, jeotermal sondajlama noktasına ait ilişkili kırık sistemlerinin 2 ve 3 boyutlu topoğrafik görüntüleri verilmektedir (Şekil 114, 115).

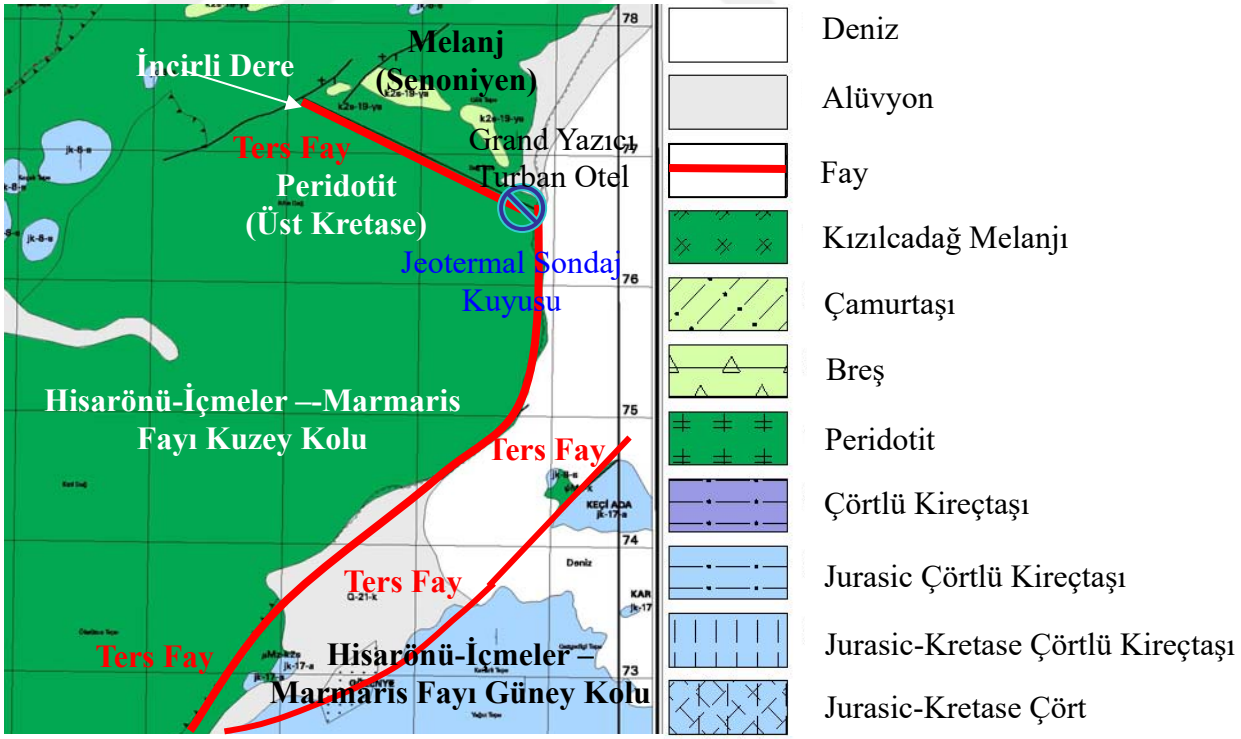


Şekil 114. Jeotermal sondajlama noktasına ait ilişkili kırık sistemlerinin 2 boyutlu topoğrafik görüntüsü

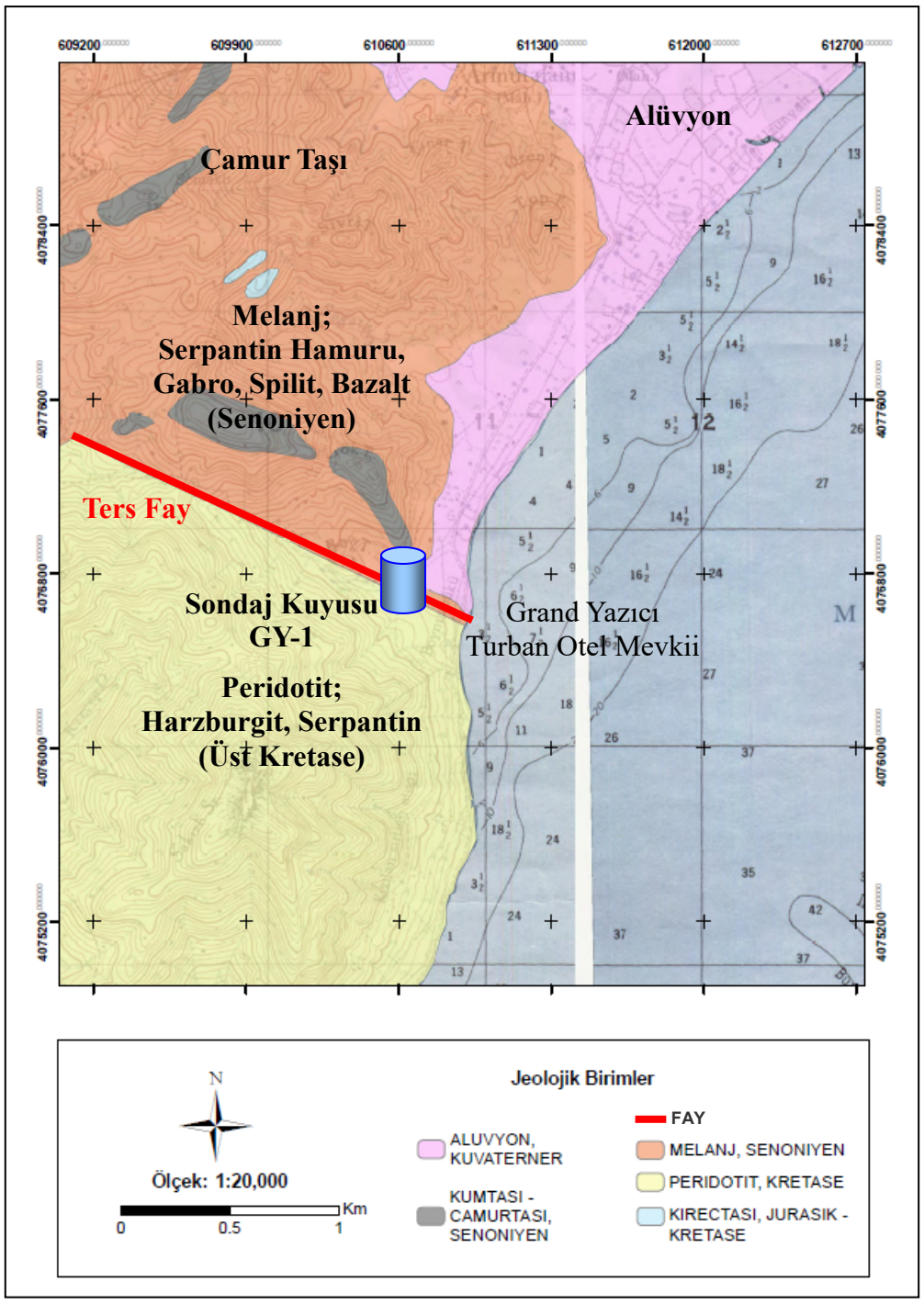


Şekil 115. Jeotermal sondajlama noktasına ait ilişkili kırık sistemlerinin 3 boyutlu topoğrafik görüntüsü

Jeotermal sondaj lokasyonunun lokal jeolojik yapılaşmasını Üst Kretase yaşlı Peridotitler ve Senoniyen yaşlı Melanj birimleri oluşturmaktadır (Şekil 116, 117).



Şekil 116. Jeotermal sondajlama noktasının 1/25 000 ölçekli jeolojik haritası ve ilişkili kırık sistemleri (M.T.A., 1997b).



Şekil 117. Jeotermal sondaj noktasının lokal jeolojik birimlerini gösterir 1/20 000 ölçekli topoğrafik koordinatlı haritası

Jeotermal sondaj kuyusu, Muğla Valiliği 48057 Nolu Jeotermal ve Doğal Mineralli Kaynak Arama Ruhsatı kapsamında, 12 resmi kurum görüşü ve ÇED (Çevresel Etki Değerlendirmesi) olumlu kararının alınmasını takiben X:610589 Y:4076674 koordinatlarında ve 252 metre derinliğinde olmak üzere ters fay sistemi üzerinde ve ultra bazik kayaçları içeren Melanj biriminde açılmasına karar verilmiştir (Şekil 118, 119).



Şekil 118. Jeotermal sondaj noktasında gözlemlenen ultra bazik kayaçlar



Şekil 119. Jeotermal sondaj lokasyonu ve kuyu delim aşaması

Jeotermal sondajlama işlemlerinde hem havalı, hem de rotary tarzı delim yapabilen F-500 tipi kuleli sondaj makinesi, 1 adet Atlas Copco XRVS 476 model kompresör, 1 adet tij kamyonu, 1 adet techizat kamyoneti, 1 adet vidanjör kullanılmıştır. Sondajlama çalışmaları 1 baş sondör, 2 sondör yardımcısı ve 4 yardımcı elemandan oluşan sondaj ekibi tarafından yürütülmüştür. GY-1 (Grand Yazıcı) adı verilen jeotermal sondaj kuyusu delim işlemlerine 22.06.2017 tarihinde başlanmış ve 07.07.2017 tarihinde tamamlanmıştır (Şekil 120).

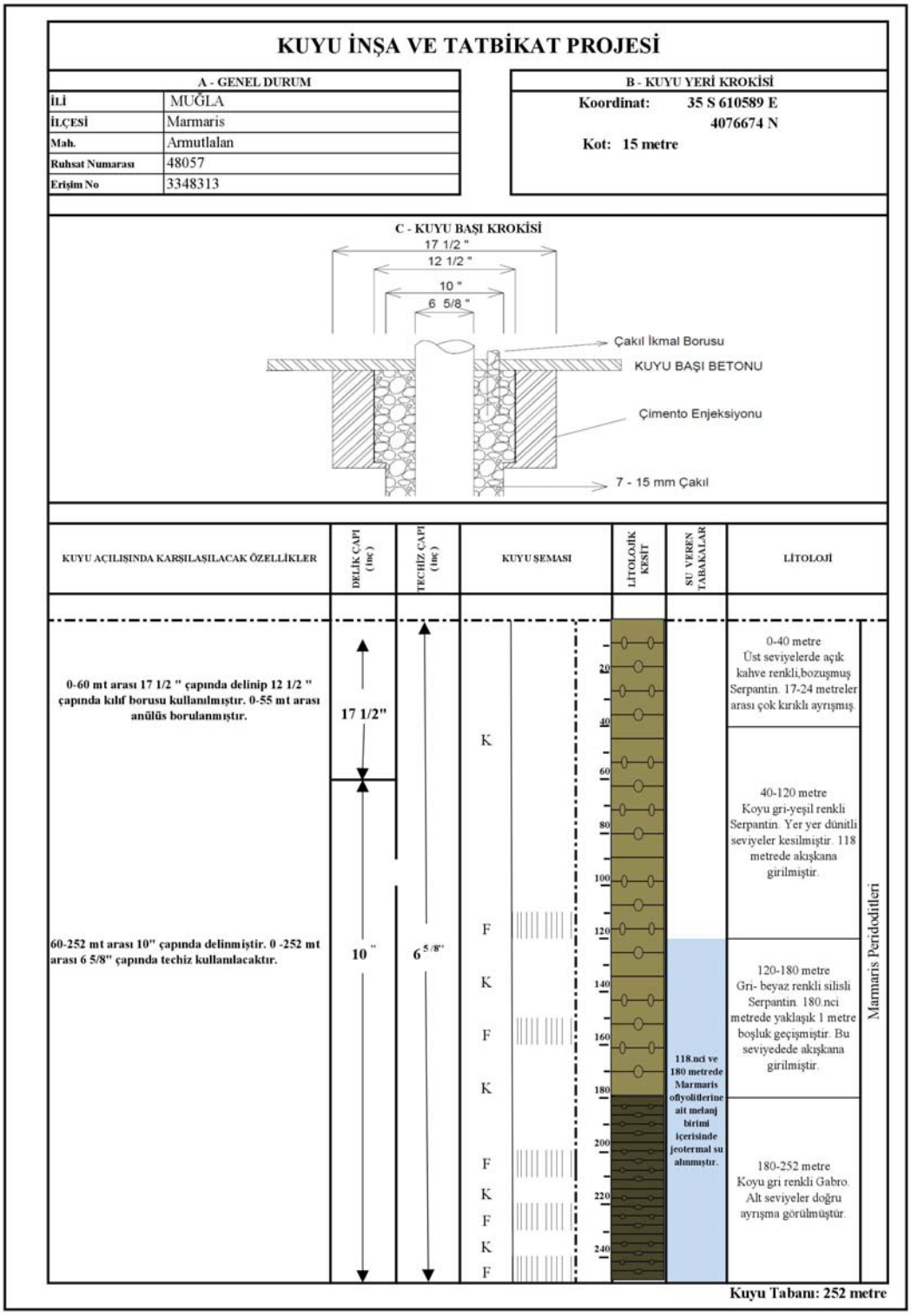


Şekil 120. Jeotermal sondaj ekipmanı

GY-1 sondaj kuyusunda 0-40 metreler arasında Marmaris Ofiyolit Napına ait ayrışmış Serpantin kesilmiştir. Serpantinler üst seviyelerde çatlaklı ve kırmızı-kahve renkli kil ara dolguludur. 40-120 metreler arasında yine Serpantin ve Dünit birimine rastlanmıştır. Çatlaklı seviyelerin silis dolgulu olduğu görülmüştür. 118. metrede 0,3 L/sn su kaçağı oluşmuştur. 120-80 metreler arasında Melanj birimine ait yeşil, koyu yeşil, siyaha çalan yeşil renklerinde ultra bazik denizaltı volkanizması kesilmiştir. 180. metrede 0,6 L/sn tekrar kaçak oluşmuştur. Bu kaçakların kırık sistemine ait boşluklar nedeniyle oluştuğu düşünülmüştür. 180. metreden sonra Gabro birimine girilmiş, kuyu dip derinliği olan 252 metreye kadar Gabro, Spilit, Bazalt türü volkanik kayaçlar geçilmiştir (Şekil 121).



Şekil 121. GY-1 kuyusunda kesilen Serpantin, Gabro, Bazalt ve benzeri volkanik birimler



Şekil 122. GY-1 jeotermal sondajında kesilen jeolojik birimleri ve derinliklerini gösterir kuyu şeması

GY-1 jeotermal sondaj kuyusu 260 metre derinliğinde açılmış, kuyuda zaman içinde meydana gelebilecek dolgu birikimine karşı malzemelerin toplanabileceği 8 metrelik bir boşluk bırakılarak, 252 metreye kadar borulama yapılmıştır (Şekil 122). Daha sonra, 230 metre derinlikten yüzeye su çıkışını sağlayacak güçte 5" çapındaki, 17 kademeli, azami 12 L/sn debide üretim yapabilen İmpo marka paslanmaz dalgıç pompa kuyuya indirilmiş ve üretim testleri yapılmıştır (Şekil 123). GY-1 kuyusundan elde edilen akışkan, daha sonra İzmir Halk Sağlığı ve Ankara Nükleer Araştırma Merkezi laboratuarlarında kimyasal, mikrobiyolojik ve radyoaktivite yönlerinden incelemeye tabi tutulmuştur. Analiz sonuçlarına göre, mikrobiyolojik olarak temiz çıkan içinde hiçbir kirletici, zehirleyici unsur içermiyen suyun, toplam 5,156 gr/L mineral yoğunluklu, hazne sıcaklığı 42°C olan yüksek radyoaktivite ve gaz içeriğine sahip tedavi unsuru bir kaynak olduğu tescil edilmiştir (EK 2, 3).



Şekil 123. GY-1 jeotermal sondaj kuyusundan elde edilen termomineralli su

GY-1 jeotermal sondaj kuyusundan elde edilen termomineralli su, Muğla Valiliği tarafından işletme belgesi ile belgelendirilerek Marmaris'in en büyük turistik tesisinde kullanıma sunulmuştur. Böylece, bu doktora çalışması ile yaz-kış yerli ve yabancı turistlere hizmet vermek üzere bölge ve ülke ekonomisine katkı sağlayacak, aynı zamanda da alternatif sağlık tedavisi uygulamalarına imkan yaratacak şekilde Marmaris'te yine ilk defa Termal Sağlık Turizminin başlamasına imkan sağlanmış ve Ağustos 2019'da Sağlık Bakanlığı tarafından ilçe tarihinde ilk kez Kaplıca Merkezleri Portalında yer almıştır. Ayrıca, Eylül 2019 Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi ile de Marmaris termal turizm konusunda gösterdiği çıkış dikkate alınarak Turizm Merkezi ilan edilmiştir.

4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Marmaris ve denizel alanının jeotermal potansiyelinin değerlendirilmesi amacıyla zengin mineralli sıcak su taşıdığı düşünülen fay zonlarının belirlenmesine yönelik olarak, karasal ortam ve denizel alanlarda çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Karasal ortam çalışmalarında, Marmaris'in jeolojik yapılaşmasını oluşturan birimler yüzeylendikleri noktalarda fotoğraflanarak, litolojileri ve stratigrafik dizilimdeki yerleri belirlenmiştir.

Bu doktora çalışmasına konu olan, Hisarönü-İçmeler–Marmaris uzanımlı fay zonunun tektononizması ele alınmış ve ilk bakışta normal faylanma izlenimi yaratan sistemin aslında ters fay mekanizmasına sahip olduğu tesbit edilmiştir. Bu tesbitin, jeotermal potansiyelinin mevcut olduğu GY-1 sondaj lokasyonundaki fay sistemi ile 1. ve 2. denizel alanlarında gözlemlenen kırıklanmalar için de geçerli olduğu, faylanmaların Peridotit-Melanj-Kireçtaşı arasında geliştiği ve Melanj biriminin Peridotitlere, kireçtaşlarının ise Melanj birimine bindirme yaptığı sonucuna varılmıştır. Buna göre;

Marmaris'in normal stratigrafik diziliminde en üstte Peridotitler, onun altında Kızılcadağ Melanjı ve onunda altında Orhaniye Formasyonu istiflenmektedir (MTA, 1997a). Çalışma alanında Melanj, Peridotitlerin altından çıkarak yüzeylenmiş, diğer bir değişle Peridotitlere ters faylanmayla bindirmiştir, aynı şekilde kireçtaşları hem Melanj, hemde Peridotit biriminin altında olması gerekirken yüzeylenerek diğer iki birime ters faylanma tektonizması ile bindirmiştir.

Karasal ortam çalışmalarının jeofizik uygulamalar bahsinde, jeoradar ile yapılan yüzey taramalarında, denize doğal mineralli termal su boşalımının görüldüğü İçmeler Limanı lokasyonundaki Antik Çeşmeye su taşıyan kırıklanmaların, bu ters fay tektonizmasına bağlı olarak Kireçtaşı-Melanj kontağından kaynaklandığı radagram kesitlerinden anlaşılmıştır. Aynı lokasyonda gerçekleştirilen manyetik ölçümlerde de, bu durumu doğrular şekilde su taşıyan kırıklara ait anomaliler ve manyetik gradyan değişimleri elde edilmiştir.

Karasal ortam çalışmalarında varılan sonuçlardan biri, denize boşalımı sağlayan kırık sistemlerinin Hisarönü-İçmeler–Marmaris uzanımlı fay zonuna bağlı tali kırıklar olduğu ve su kaynağının yüzeyde görülen Orhaniye Formasyonuna ait kireçtaşları ile ters faylanmaya uğrayan Kızılcadağ Melanjı birimleri arasındaki kontaktan kaynaklandığıdır.

Bu tesbite bağlı olarak varılan diğer sonuç ise, İçmeler Limanı lokasyonu içinde yer alan Yıldız Adasının, yine bir Kireçtaşı-Melanj ters faylanmasına sahip olduğu göz önüne alındığında, Hisarönü-İçmeler–Marmaris uzanımlı fay zonunun denizel alanda devam ederek Yıldız Adasını kesmesi gerektiği şeklindedir (Demirel, 2011). Bu düşünce, İçmeler Limanı lokasyonunda yapılan deniz sismiği çalışmasıyla doğrulanmıştır.

Denize, doğal mineralli termal su boşalımının görüldüğü İçmeler Limanı lokasyonundaki Antik Çeşmeden alınan su numunesinin kimyasal ve minerolojik analizlerinde kireçtaşlarında olmayan ve sadece volkanik bazlı birimlerde bulunan sülfür, sülfat, mangan, demir gibi elementlere rastlanması (EK 1), çıkış yapan suyun kireçtaşı içinden değil, Orhaniye Formasyonun altında istiflenmiş veya temas halinde volkanik birimlerden (Kızılcadağ Melanjı) kaynaklandığının diğer bir kanıtını oluşturmuştur (Bozkurtoğlu, 2010).

İçmeler Limanı lokasyonuna ait sığ sismik yansıma verileri, karasal ortam çalışmaları ile varılan sonuçları teyid etmektedir. Sismik-stratigrafik kesitlerde Hisarönü-İçmeler–Marmaris uzanımlı fay zonunun denizel alanda devam ettiğini gösteren güçlü veriler bulunmaktadır. Bunlardan biri, ‘’çapraz2-CH-1’’ sismik-stratigrafik kesitinde görülen derin kırıklanmalar ve 1-CH-1 sismik-stratigrafik kesitinde gaz çıkışının tesbit edilmesidir. Her iki tespit, Hisarönü-İçmeler–Marmaris uzanımlı fay zonunun denizel alanda devam ettiğini göstermekle birlikte aynı zamanda bu zonun aktif olduğunun da göstergesidir.

1-CH-1 sismik-stratigrafik kesitinde görülen gaz çıkışının (C) jeolojik biriminden kaynaklandığı belirlenmiştir. (C) jeolojik birimi Kızılcadağ Melanjını temsil etmektedir. Antik Çeşmeden alınan su öreneklerindeki volkanik elementlere GY-1 kuyusuna ait kimyasal analizlerde de rastlanmıştır (EK 2). Jeotermal sondajlama çalışmalarına ait bulgular bahsinde verilen kuyu şemasında, sondajın volkanik bazlı Melanj içinde açıldığı görülmektedir. Bu durum, çalışmaların ilk başında ortaya konan öngörüler ile, varılan sonuçların bir birileriyle tam olarak uyuştuğunu göstermektedir. Marmaris Körfezi içindeki Yalancıboğaz mevkiinde yapılan sismik yansıma çalışmalarına ait bulgular, İçmeler Limanı lokasyonunda varılan sonuçların bir benzeridir.

İkinci denizel alan çalışmasından elde edilen sismik-stratigrafik kesitlerde, önceki denizel alan çalışmasında olduğu gibi, üç sismik-stratigrafik yapı belirlenmiş, (A) deniz tabanı (B) ve (C) Kızılcadağ Melanjının farklı seviyeleri olarak değerlendirilmiştir.

1-03-CH-1 sismik-stratigrafik kesitinde gözlemlenen gaz çıkışının (C) jeolojik katmanından diğer değişle Melanj biriminden kaynaklandığı anlaşılmıştır. Yalancıboğaz mevkiinin kıyı jeolojik stratigrafik yapısında, Kızılcadağ Melanjı ters faylanma yaparak Marmaris Peridotitine bindirmiş ve yüzeylenmiştir (MTA, 1997a). Bu yüzeylenmenin denizaltında devam ettiği ve deniz tabanı altında Melanj birimin istiflendiği sismik-stratigrafik kesitler ile belirlenmiştir.

Yalancıboğaz mevkii denizel alan sığ yansıma sismiği çalışmasına ait, 1-03-CH-1 sismik-stratigrafik kesitinde gözlemlenen gaz çıkışına, aynı çalışma lokasyonunda uygulanan yandan taramalı sonar görüntülerinde de rastlanmıştır. Yandan taramalı 3. sonar hattına ait deniz tabanı görüntüsünde, dip topoğrafyasını bozan nesnelerin, aktif fay zonları boyunca ortaya çıkan konik bacaları andırdığı ve uç kısımlarının su ve/veya buhar çıkışına imkân veren kaldera benzeri ağızlar şeklinde geliştiği görülmüştür. Bu bulgular, sondajlama lokasyonun doğru seçilmesi ile sonuç olarak Marmaris ve denizel alanının jeotermal potansiyelinin değerlendirilmesinde önemli faktörlerden biri olmuştur.

Marmaris'teki tüm turistik tesislerin, Grand Yazıcı Club Turban Otel örneğinde olduğu gibi termal-kaplıca otel konseptine geçerek bütün bir kış boyunca açık kalabilmesi ve böylece kış aylarında da ilçeye turist girişinin sağlanabilmesi için yeni jeolojik, jeofizik, jeotermal çalışmalara ve bu çalışmalar neticesinde yeri belirlenecek sondaj kuyularına ihtiyaç olduğu kuşkusuzdur.

KAYNAKLAR

Adatepe, F. M.,Yüksel, A. F. (1985). 34-38N paralelleri, 27-37 E meridyenleri arasında kalan bölgenin sismotektonik özelliklerine bir yaklaşım. İ.Ü. Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü, Bülten, 2(2), 125-135.

Adatepe, F. M. (1988). Marmara Denizi jeofizik verilerinin değerlendirilmesi. İ.Ü. Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü Doktora Tezi.

Adatepe, F. M., Erel, L. (2001). Ege antik kentlerinin coğrafik konumları ve depremselliğin rolü. Jeofizik Bülteni, 38, 66-73.

Adatepe, F. M., Demirel, S., Alpar, B. (2002). Tectonic setting of the southern Marmara Sea region: based on seismic reflection data and gravity modeling. Marine Geology 190(1),383-395.

Baykal, A. F. (1967). Stratigrafi Prensipleri. İstanbul, Kutulmuş Matbaası.

Bilgin, N. (1965). Marmaris ve Çevresinin Morfolojisi (Yayınlanmamış Lisans Tezi). İ.Ü. Coğrafya Enstitüsü, İstanbul.

Bilgin, Z. R., Metin, Y., Çörekçioğlu, E., Bilgiç, T., Şan, Ö. (1997). Bozburun-Marmaris-Köyceğiz-Dalaman dolayının jeolojisi. Ankara: MTA Genel Müdürlüğü raporu, 10008.

Bozkurtoğlu, E. (2010). Yerkabuğunu Oluşturan Mineraller Kayaçlar. H.Ü., Yer Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Çapan, U. (1980). Toros Kuşağı Ofiyolit Masiflerinin İç Yapıları, Petrolojisi ve Petrokimyalarına Yaklaşımlar (Yayınlanmamış Doktora Tezi). H.Ü., Yer Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Chaput, E. (1955). Contribution a l'etude de la faune Pliocene de la peninsula de Cnide (Turguie). Bulletin scientifique de Bourgogne, 15, 39-52.

Demirel, S., Adatepe, F. M., Vardar, D. (2011). An approach on classification of active faults. National Geographic Congress with International Participation, Proceedings, 76-77, 07-10 September 2011, İstanbul, Turkey.

Erol, O. (1981). "Ankara Melanjı" deyiminin tarihçesi. İç Anadolunun Jeolojisi Sempozyumu. Bildiri Özleri, 32-34, 12 Mart 1981, Ankara, Türkiye.

Ersoy, Ş. (1991). Datça (Muğla) Yarımadasının Stratigrafisi ve Tektoniği. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 34(2), 1-14.

Ersoy, S. (1993). The geological setting of the tectonic units situated on the SW Anatolia (Turkey) and their geodynamic development. Bulletin of the Geological Society of Greece 28, 617–628.

Field, M. E., Clarke, S. H., Kvenvolden, K., (1980). Diapar-like ridges and posibbe hydrocarbon occurence, northern California Continental Margin. AAPG Bulletin, 64, 706

Gökaşan, E., Alpar, B., Gazioğlu, C., Yücel, Z.Y., Tok, B., Doğan, E., Güneysu, C. (2001). Active tectonics of the İzmit Gulf (NE Marmara Sea): from high resolution sismic and multibeam bathymerty data. Marine Geology 175,273-288.

Kaaden, O. V. D., Metz, K. (1954). Datça-Muğla-Dalaman Çayı (SW Anadolu) arasındaki bölgenin jeolojisi. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 1-2, 71-171.

Karagülle, M. (2002). Balneolojik içme kürlerinde özel sular. 2. Balneoterapi sempozyumu kitabı.Bursa. Şafak ofset. 114s, 28-33.

Karagülle, Z. (2002). Kaplıca tedavisinde termal, mineralli ve termomineralli sular. (Ed: Zeki Karagülle). Balneoloji ve kaplıca tıbbı. İstanbul. Nobel tıp kitabevi. s. 37-50.

Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA,1997a). Marmaris, L6 Paftası 1/100 000 ölçekli jeoloji haritası. Ankara.
Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA,1997b). Marmaris, 020-a3 paftası 1/25 000 Ölçekli Jeoloji Haritası, Ankara.
Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA,1997c). Marmaris, 020-b4 paftası 1/25 000 ölçekli jeoloji haritası, Ankara.
Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (2005). "Turkiye Jeotermal Kaynakları Envanteri", M.T.A, Envanter Serisi-201, Ankara.
Mc Kenzie, D., Yılmaz, Y. (1991). Deformation and volcanism in Wentern Turkey and the Aegean. Bulletin of the Technical University of İstanbul, 44, 345-373.
Meşhur, M., Yoldemir, O., Akpınar, M., Öztaş, Y., Aklan, H., (1989). Batı Torosların Jeolojisi ve Petrol Olanakları Raporu.Ankara: TPAO.
Monod, O. (1977). Recherches geologigues dans le Taurus occidental au sud de Beyşehir (Turguie)(Doktora Tezi), Universite de Paris-Sud, Orsay, France.
Okay, A. İ. (1989). Denizli'nin güneyinde Menderes Masifi ve Likya Napları'nın jeolojisi. MTA Dergisi, 109, 45-58.
Okay, A.,Tüysüz, O. (1999). Tethyan sutures of northern Turkey. Geological Society, London, Special Publications,156, 475-515.
Özcan, A. K. (2011). Jeotermal Enerji Çalışma Notları. H.Ü., Yer Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
Öztürk, K. (1993). Prospeksiyon Jeofiziği. İstanbul: İ.Ü. Yayınları.
Poisson, A. (1977). Recherches geologigues dans les Taurides occidentaleş (Turguie). (Doktora Tezi), Universite de Paris-Sud, Orsay, France.
Rice, D. D., Claypool, G. E. (1981). Generation, accumulation and resource potential of biogenic gas. AAPG Bulletin, 65, 5-25.
Saygılı, R. (2012). Coğrafya harita. Erişim adresi: http://www. cografyaharita.com/haritalar/ Muğla (Erişim tarihi: 18.01.2018)
Saygılı, R. (2015). Coğrafya harita. Erişim adresi: http://www. cografyaharita.com/haritalar/ Dünya Tektonik ve Aktif Volkanlar Haritası (Erişim tarihi: 28.02.2018)
Soysal, H., Sipahioğlu, S., Kolçak, D., Altınaok, Y. (1981). Türkiye ve çevresinin tarihsel deprem katoloğu (2100 B:C:-1900 A.D.). TÜBİTAK raporu. No.TBAG-341
Şenel, M., Selçuk, H., Bilgin, Z. R., Şen, A. M., Karaman, T., Dinçer, M. A., Durukan, E., Arbaş, A. (1989). Çameli (Denizli)-Yeşilova (Burdur)-Elmalı (Antalya) dolayının jeolojisi. Ankara: MTA Genel Müdürlüğü raporu, 9761.
Şengör, A. M. C., Yılmaz, Y. (1983). Türkiye'de Tetis'in Evrimi: Levha Tektoniğine Bir Yaklaşım. Türkiye Jeoloji Kurumu, Yerbilimleri Özel Dizisi No:1, Ankara.
Şengör, A. M. C., Yılmaz, Y. (1985). Paleo-Tethyan ophiolits in northern Turkey. Petrology and tectonic setting. Ofioliti, 10 (2-3), 485-504
Sipahioğlu, S. (l986). Kuzey Anadolu Fay Zonu ve çevresinin deprem etkinliğinin incelenmesi. Deprem Araştırma Bülteni, 45.
Tatar, Y. (1968). Geologie und Petrographie des (Chromitfuhrenden) Marmaris Gebites (SW Turkei). Ankara: MTA Yayınları.
Yıldız, M. Ş., Yüksel, A. F., Gülerdoğan, E. (2009). Mermer sahalarında boşluk ve çatlakların belirlenmesi ve blok veriminin araştırılması için jeofizik yöntemlerin kullanılması. 21. Uluslararası Maden Kongresi, Bildiriler Kitabı, 621-628, 6-8 Mayıs 2009, Antalya.

EKLER

EK 1. İçmeler Limanı lokasyonunda çıkışı görülen doğal mineralli termal suya ait tıbbi balneolojik değerlendirme raporu

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
İSTANBUL TIP FAKÜLTESİ
Tıbbi Ekoloji ve Hidroklimatoloji Anabilim Dalı



Sayı:172/09 **İstanbul, 05/05/2009**

MARMARİS-İÇMELER-LİMAN DOĞAL KAYNAK SUYUNUN TIBBİ BALNEOLOJİK DEĞERLENDİRME RAPORU

Balneolojik Sınıflandırma ve Özellikler

Marmaris-İçmeler-Liman doğal kaynağından alınarak İstanbul Tıp Fakültesi Tıbbi Ekoloji ve Hidroklimatoloji Anabilim Dalı Balneoloji Laboratuarı'na getirilen su örneğinin 20/04/2009 tarihinde laboratuarımızda yapılan fiziko-kimyasal ve bakteriyolojik analiz sonuçlarına göre tıbbi balneolojik değerlendirmesi aşağıdadır.

İncelenen su doğal sıcaklığının **17°C** (**20°C** altında), toplam mineralizasyonunun **5037,607mg/L** (**1000mg/L**'nin üzerinde) olması nedeniyle balneolojide **"Mineralli Sular"** gurubunda yer alır.

%20 milivali aşan iyonlarına göre **sodyumlu (%73 milival)** ve **klorürlü (%86 milival)** bir su niteliğindedir. Balneolojide **1 gram/L** üzerinde sodyum klorür içeren mineralli sular **tuzlu su** olarak adlandırılır. İncelenen termomineral suyun sodyum klorür içeriğinin **4.0 gram/L** olması nedeniyle **tuzlu su** niteliği taşıdığı görülmektedir.

İnsan sağlığı üzerine olumlu etkileri ve tedavi edici özellikleri olan özel mineralli sular için belirlenmiş eşik değerler açısından ele alındığında; **magnezyumlu sular** için **150mg/L** üzerinde **magnezyum (179mg/L)**, **bromürlü sular** için **1 mg/L** üzerinde **bromür (9mg/L)** içerdiği için **sodyum klorürlü, magnezyumlu, bromürlü** sular sınıfına dahildir.

Adres: Millet Cad. 126, Çapa, 34390, İstanbul
Tel: (0212) 635 12 01, **Faks:** (0212) 531 89 04

EK 1(Devam). İçmeler Limanı lokasyonunda çıkışı görülen doğal mineralli termal suya ait tıbbi balneolojik değerlendirme raporu

Bakteriyolojik Özellikler

Marmaris-İçmeler-Liman doğal kaynağından alınarak laboratuarımıza getirilen su örneğinin Tıbbi Ekoloji ve Hidroklimatoloji Anabilim Dalı Balneoloji laboratuarında gerçekleştirilen bakteriyolojik analiz sonuçları değerlendirildiğinde; **koliform** bakteri sayısı **280/100ml** (0/100ml olmalı), **fekal koliform** sayısı **54/100ml** (0/100ml olmalı), **fekal streptokok** sayısı **51/100ml** (0/100ml olmalı), **E.coli 13/100ml** (0/100ml olmalı), **pseudomonas aeriginosa 224/100ml** (0/100ml olmalı) toplam koloni sayısı **20±2°C'de 72 saatte:427 /ml** (0-30/ml olmalı), **35±2°C'de 48 saatte:39/ml** (0-5/ml olmalı) olduğu tespit edilmiştir.

Bu bakteriler fekal kontaminasyon ve/veya atık su /kanalizasyon bulaşmasının göstergesi olduklarından analiz sonuçları suyun bakteriyolojik yönden **temiz olmadığını** göstermektedir. Bu haliyle, incelenen mineralli suyun gerek banyo gerekse içme şeklinde balneoterapötik uygulamalarda kullanılması sakıncalıdır, kullanılmamalıdır.

Kirlilik kaynakları araştırılmalı, kaynak gözden geçirilerek muhtemel kirlilik nedenleri belirlenmeli ve giderilmeli, kaynak ve çevresi jeolojik değerlendirme de yapılarak gerektiği gibi koruma altına alınmalıdır.

Bakteriyolojik kirliliğin ortadan kalktığı, tekrarlanan analizlerle kanıtlandıktan sonra, kaynak tuzlu, magnezyumlu ve bromürlü suların kullanıldığı hastalıkların tedavisinde kullanıma sunulabilir.

Tuzlu Suların Tedavide Kullanım Alanları

Söz konusu kaynak yüksek miktarda sodyum klörür içerdiği için içimi zordur, içme kürlerinde kullanımı sınırlıdır. Küçük miktarlarda, yalnızca purgatif (kabızlık çözücü) olarak kullanılabilir. Ancak, yüksek sodyumlu bir su olduğundan hipertansiyonda kullanılması sakınca doğurabilir dikkatli olunmalıdır.

Banyolar şeklinde **tuzlu suların** tedavide en sık kullanım alanı deri hastalıklarıdır. Deri hastalıklarında tuzlu sular ısıtılarak banyolar şeklinde veya lokal banyo ve kompresler şeklinde kullanılabilirler. Kaşıntı, döküntü, inflamasyon, immün değişiklikler (lokal>sistemik), deri metabolizmasının değişimleri ile seyreden bir çok deri hastalığında tuzlu sular iyileştirici rol oynarlar.

Balneoterapinin ve tuzlu suların etkili olduğu dermatolojik hastalıklar arasında psöriazis (sedef hastalığı), atopik dermatit ve vitiligo ön planda yer alır.

Adres: Millet Cad. 126, Çapa, 34390, İstanbul
Tel: (0212) 635 12 01, **Faks:** (0212) 531 89 04

EK 1(Devam). İçmeler Limanı lokasyonunda çıkışı görülen doğal mineralli termal suya ait tıbbi balneolojik değerlendirme raporu

Psöriazis (sedef hastalığı) en çok çalışılmış ve en çok kullanıldığı hastalıktır. Sedef hastalığında sedefli deri alanını azalttığı, bu durumun aylarca, bazen daha uzun sürebildiği gösterilmiştir.

İkinci sırayı atopik dermatit adı verilen çocukluk çağında ve genç yaşlarda rastlanan kaşıntılı, deride kızarma, sulanma ile seyreden bir tür alerjik deri hastalığı gelir.

Son yıllarda vitiligo adlı pigment bozukluğu hastalığında da yararlı olabildiğini gösteren çalışmalar vardır.

Bunların dışında iktiyozis, seboreik dermatit, akne vulgaris (sivilce), liken planus, liken sklerozus, ürtiker, alopesia areata, kontakt dermatit, dizhidrozik dermatit, palmoplantar keratozis, parapsoriazis, rozasea, skleroderma, pitriazis versikolor gibi hastalıklarda da kullanılabilir.

Kaynak aynı zamanda Mağneyum (179mg/L) da içermektedir. Çalışmalar, Magnezyumun deride sedef hastalığının oluşumunda rol oynayan aminlerin üretimini baskılayarak hastalığın düzelmesine katkıda bulunduğunu göstermektedir. Magnezyum aynı zamanda anti kanser etkilidir ve deri damarlarında genişleme sağlayarak kan basıncı düşürücü etkileri olduğu ortaya konmuştur.

Sedef hastalığında tuzlu suların olumlu etkilerine brom gibi eser elementlerin de katkıda bulunduğu düşünülmektedir. Yüksek konsantrasyonlarda kötü kokulu ve deride toksik etkilere yol açmasına karşın kaynağın içerdiği Brom (9,4mg/L) da bu anlamda göz önünde bulundurulmalıdır.

Deri hastalıkları içinde tuzlu suların ultraviole radyasyonu ve/veya güneş banyolarıyla birlikte kullanılması sık rastlanan bir tedavi yöntemidir (balneofototerapi). Sedef hastalığı, atopik dermatit, vitiligo ve iktiyozis gibi hastalıklarda güneş banyolarıyla birlikte tuzlu su kullanımı genellikle tek başına tuzlu su kullanımından daha başarılıdır. Kaynağın bulunduğu Marmaris bölgesinin iklim açısından senenin büyük bir kısmında güneşli olması, tuzlu su ile birlikte helioterapi (güneş banyosu) ve fototerapi olanağı sağlayacağından deri hastalıkları yönünden ayrıca avantaj sunmaktadır.

Ancak kaynağın deri hastalıklarında kullanılması için bir dermatoloji uzmanı tarafından tanı ve endikasyon konması, kaplıca tedavisine tıbbi bir kontrendikasyon olmaması gereklidir.

Tuzlu sular romatizmal hastalıkların tedavisinde de kullanılırlar. Romatizmal hastalıkların hem iltihabi türlerinde ve hem de iltihabi olmayan türlerinde su sıcaklığı düşük olduğu için ısıtılarak lokal (bölgesel) veya tam banyolar şeklinde kullanılabilirler. İltihabi olmayan romatizmal hastalıklar:

Adres: Millet Cad. 126, Çapa, 34390, İstanbul
Tel: (0212) 635 12 01, **Faks:** (0212) 531 89 04

EK 1(Devam). İçmeler Limanı lokasyonunda çıkışı görülen doğal mineralli termal suya ait tıbbi balneolojik değerlendirme raporu

Kireçlenmeler (diz, kalça, bel ve boyun gibi omurga)
Yumuşak doku romatizmaları (fibromyalji, myofasial ağrı vb),
Mekanik problemler (bel ve boyun disk hastalıkları, mekanik diz sorunları),
Bölgesel romatizmal sorunlar omuz, dirsek, kalça, diz, ayak bileği gibi bölgelerin bağ, tendon, eklem kapsülüne ait romatizmal ağrılı durumları ve benzeri bir çok durumu kapsar.
Tuzlu suların tedavisinde kullanılacağı iltihabi romatizmal hastalıklar başta:
Romatoid artrit
Ankilozan spondilit
Psöriatik artrit (Sedef hastalığına bağlı eklem ve/veya omurga yangısı) olmak üzere, benzeri hastalıkları kapsar.
Tuzlu sular banyolar şeklinde kronik iltihabi kadın hastalıklarında ve inhalasyon (soluma) şeklinde alt ve üst solunum yollarının kronik bronşit, rinit, alerjik rinit, sinüzit, farenjit gibi iltihabi hastalıklarında da ilgili hekimlerin endikasyonuyla kullanılabilirler.
Ancak, bu tür listelemeler bir fikir vermek üzere kullanılsalar da tedavi kararı her hasta ayrıca değerlendirilerek verilmelidir. Romatizmal ve diğer hastalıkların tedavisinde de ilgili hekimlerce kesin tanı konmalı daha sonra endikasyon belirlenmeli, kaplıca tedavisine engel bir durum olmadığı anlaşıldıktan sonra tedavi uygulanmalıdır.

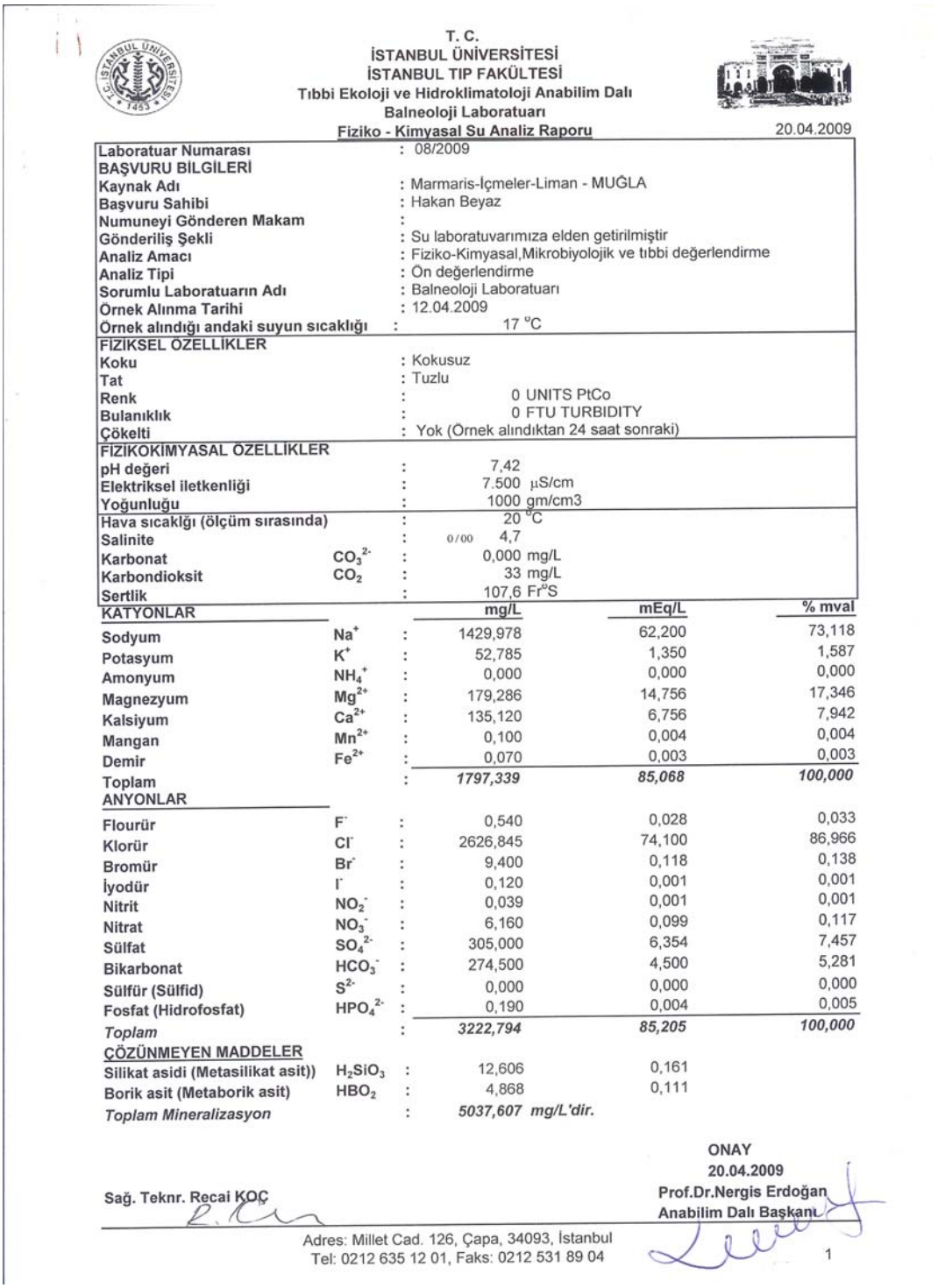
Sonuç Yorum

Bu haliyle, incelenen mineralli su banyo (lokal, genel) ve içme şeklinde balneoteropötik uygulamalarda kullanılamaz. Kirlilik kaynaklarının araştırılması, kaynak ve çevresinin koruma altına alınması, kaynağın gözden geçirilerek muhtemel kirlilik nedenlerinin belirlenerek giderilmesi ile sorun çözülebilir. Sayılan önlemler alındıktan sonra tekrar analizi yapılarak değerlendirilmesi gerekmektedir.
Su hijyenik sorunları giderildikten sonra, daha çok banyolar şeklinde ısıtılarak, başta sedef hastalığı, atopik dermatit ve vitiligo olmak üzere deri hastalıkları tedavisinde, iltihabi olan ve olmayan romatizmal hastalıların tedavisinde, alt ve üst solunum yollarının kronik iltihabi hastalıklarında ve kronik iltihabi kadın hastalıklarında kullanılabilir.

Prof. Dr. Nergis ERDOĞAN — **Anabilim Dalı Başkanı**
Doç. Dr. Mine KARAGÜLLE
Dr. Fulya ALDİNÇ

Adres: Millet Cad. 126, Çapa, 34390, İstanbul
Tel: (0212) 635 12 01, **Faks:** (0212) 531 89 04

EK 1(Devam). İçmeler Limanı lokasyonunda çıkışı görülen doğal mineralli termal suya ait tıbbi balneolojik değerlendirme raporu



T. C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
İSTANBUL TIP FAKÜLTESİ
Tıbbi Ekoloji ve Hidroklimatoloji Anabilim Dalı
Balneoloji Laboratuarı

Fiziko - Kimyasal Su Analiz Raporu 20.04.2009

Laboratuar Numarası		: 08/2009			
BAŞVURU BİLGİLERİ					
Kaynak Adı		: Marmaris-İçmeler-Liman - MUĞLA			
Başvuru Sahibi		: Hakan Beyaz			
Numuneyi Gönderen Makam		:			
Gönderiliş Şekli		: Su laboratuvarımıza elden getirilmiştir			
Analiz Amacı		: Fiziko-Kimyasal,Mikrobiyolojik ve tıbbi değerlendirme			
Analiz Tipi		: Ön değerlendirme			
Sorumlu Laboratuarın Adı		: Balneoloji Laboratuarı			
Örnek Alınma Tarihi		: 12.04.2009			
Örnek alındığı andaki suyun sıcaklığı		: 17 °C			
FİZİKSEL ÖZELLİKLER					
Koku		: Kokusuz			
Tat		: Tuzlu			
Renk		: 0 UNITS PtCo			
Bulanıklık		: 0 FTU TURBIDITY			
Çökelti		: Yok (Örnek alındıktan 24 saat sonraki)			
FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLER					
pH değeri		: 7,42			
Elektriksel iletkenliği		: 7.500 µS/cm			
Yoğunluğu		: 1000 gm/cm3			
Hava sıcaklığı (ölçüm sırasında)		: 20 °C			
Salinite		: 0/00 4,7			
Karbonat	CO_3^{2-}	: 0,000 mg/L			
Karbondioksit	CO_2	: 33 mg/L			
Sertlik		: 107,6 Fr°S			
KATYONLAR			**mg/L**	**mEq/L**	**% mval**
Sodyum	Na^+	:	1429,978	62,200	73,118
Potasyum	K^+	:	52,785	1,350	1,587
Amonyum	NH_4^+	:	0,000	0,000	0,000
Magnezyum	Mg^{2+}	:	179,286	14,756	17,346
Kalsiyum	Ca^{2+}	:	135,120	6,756	7,942
Mangan	Mn^{2+}	:	0,100	0,004	0,004
Demir	Fe^{2+}	:	0,070	0,003	0,003
Toplam		:	***1797,339***	***85,068***	***100,000***
ANYONLAR					
Flourür	F^-	:	0,540	0,028	0,033
Klorür	Cl^-	:	2626,845	74,100	86,966
Bromür	Br^-	:	9,400	0,118	0,138
İyodür	I^-	:	0,120	0,001	0,001
Nitrit	NO_2^-	:	0,039	0,001	0,001
Nitrat	NO_3^-	:	6,160	0,099	0,117
Sülfat	SO_4^{2-}	:	305,000	6,354	7,457
Bikarbonat	HCO_3^-	:	274,500	4,500	5,281
Sülfür (Sülfid)	S^{2-}	:	0,000	0,000	0,000
Fosfat (Hidrofosfat)	HPO_4^{2-}	:	0,190	0,004	0,005
Toplam		:	***3222,794***	***85,205***	***100,000***
ÇÖZÜNMEYEN MADDELER					
Silikat asidi (Metasilikat asit))	H_2SiO_3	:	12,606	0,161	
Borik asit (Metaborik asit)	HBO_2	:	4,868	0,111	
Toplam Mineralizasyon		:	***5037,607 mg/L'dir.***		

ONAY
20.04.2009
Prof.Dr.Nergis Erdoğan
Anabilim Dalı Başkanı

Sağ. Teknr. Recai KOÇ

Adres: Millet Cad. 126, Çapa, 34093, İstanbul
Tel: 0212 635 12 01, Faks: 0212 531 89 04

1

EK 1(Devam). İçmeler Limanı lokasyonunda çıkışı görülen doğal mineralli termal suya ait tıbbi balneolojik değerlendirme raporu

T. C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
İSTANBUL TIP FAKÜLTESİ
Tıbbi Ekoloji ve Hidroklimatoloji Anabilim Dalı
Balneoloji Laboratuarı



Fiziko - Kimyasal Su Analiz Raporu

20.04.2009

Laboratuar Numarası	: 08/2009
BAŞVURU BİLGİLERİ	
Kaynak Adı	: Marmaris-İçmeler-Liman - MUĞLA
Başvuru Sahibi	: Sibel Çolak
Numuneyi Gönderen Makam	:
Gönderiliş Şekli	: Su laboratuvarımıza elden getirilmiştir
Analiz Amacı	: Fiziko-Kimyasal,Mikrobiyolojik ve tıbbi değerlendirme
Analiz Tipi	: Ön değerlendirme
Sorumlu Laboratuarın Adı	: Balneoloji Laboratuarı
Örnek Alınma Tarihi	: 12.04.2009
Örnek alındığı andaki suyun sıcaklığı	: 17 °C

ESER ELEMENTLER

			mg/L
Arsenik (Hidroarsenat)	$HAsO_4^{2-}$	:	0,017
Kadmiyum	Cd^{2+}	:	0,000
Krom	Cr^{3+}	:	0,050
Civa	Hg^{2+}	:	*0,000*
Nikel	Ni^{2+}	:	0,000
Kurşun	Pb^{2+}	:	0,001
Antimon	Sb^{5+}	:	*0,000*
Selenyum	Se^{2-}	:	0,000
Baryum	Ba^{2+}	:	<2,000
Bakır	Cu^{2+}	:	0,107
Çinko	Zn^{2+}	:	0,210
Alüminyum	Al^{3+}	:	0,011
Molibden	Mo^{6+}	:	0,020
Gümüş	Ag^{+}	:	0,000

KİRLİLİK BELİRTEN ZEHİRLİ MADDELER

			mg/L
Siyanid	CN^-	:	0,008
Organik maddeler için harcanan oksijen miktarı	O_2	:	8,700

Not: İtalik ile yazılan parametrelere bakılmamıştır.

ONAY
20.04.2009
Prof.Dr.Nergis Erdoğan
Anabilim Dalı Başkanı

Sağ. Teknr. Recai KOÇ

Adres: Millet Cad. 126, Çapa, 34093, İstanbul
Tel: 0212 635 12 01, Faks: 0212 531 89 04

2

EK 2. İzmir Halk Sağlığı Laboratuvarı GY-1 Jeotermal Kuyusu Su Analiz Raporu

T.C. Sağlık Bakanlığı Türkiye Halk Sağlığı Kurumu

T.C
İZMİR VALİLİĞİ
İZMİR HALK SAĞLIĞI MÜDÜRLÜĞÜ
İZMİR HALK SAĞLIĞI LABORATUVARI
ANALİZ RAPORU

TÜRKAK Test TS EN ISO/IEC 17025 AB-0264-T

İlgi Yazı Tarih ve Sayısı	19.07.2017 / 49201670/384	AB-0264-T
Numunenin Alındığı Tarih/Saat	19.07.2017 / :	2017-6024-1
Numunenin HSLye Geliş Tarihi/Saati	19.07.2017 / 15:05	02.08.2017
Protokol No / Numune Barkod No	2017-6024 - 1 / 2509895	
CSBYS No	---	

Numuneyi Gönderen Kişi/Kurum/Kuruluş	MUĞLA HALK SAĞLIĞI MÜDÜRLÜĞÜ				
Numunenin Alındığı Adres	İÇMELER MEVKİİ/MARMARİS/MUĞLA				
Numune İzleme Noktası	Y:610554 X:4076493 KOORDİNATLAR				
Numunenin Geliş Sebebi	TAM ANALİZ (EK-2)		EK -2 RUHSATA ESAS TAM ANALİZ		
Numune Lab. Sevk Tarihi - Saati / Alınış Neden	19.07.2017 - 15:12				
Numune Grubu	SU ANALİZLERİ				
Numunenin Cinsi / Adı /Markası /Üret.Firma Adı	KAPLICA SUYU		---	---	---
Numunenin Ambalaj Şekli / Etiketi / Miktarı	STERİL PET ŞİŞE		ETİKETLİ	4**0.5L+5L	
Numunenin Üret.Tar./ Son Kul.Tar./ Parti No/ Seri	---	---	---	---	
Mühür Durumu / Tutanak-Sözleşme Tarihi / No	MÜHÜRLÜ	---	---	---	
Fatura Edilecek Kişi/Kurum/Kuruluş	BERAT NİLÜFER GÜRELMAN				
Makbuz Tarih ve No / Dekont Tarih ve No	---		18.07.2017- 0000-		
Beyan. Tarih Sayı / İthal Ön İzin Belge Tarih Sayı					
Numunenin Durumu	Analize Uygun				
Numune Bilgileri	---		---		
Analize Başlama/Bitiş Tarihi	19.07.2017 15:48		02.08.2017 11:06		
Raporlama Tarihi	02.08.2017 11:06				

Fungusitler

Çalışılan Analizler	Birim	Yöntem	Tayin Limiti (LOQ)	Mevzuat Limiti	Analiz Sonucu
Pencanazole	µg/L	İşletme İçi Method (SOP:09/KAL)	0,05		Tespit Edilemedi
Metalaxyl	µg/L	İşletme İçi Method (SOP:09/KAL)	0,05		Tespit Edilemedi
Tebuconazole	µg/L	İşletme İçi Method (SOP:09/KAL)	0,05		Tespit Edilemedi
Diniconazole	µg/L	İşletme İçi Method (SOP:09/KAL)	0,05		Tespit Edilemedi
Toplam Pestisit	µg/L		0,1		Tespit Edilemedi

Herbisitler

Çalışılan Analizler	Birim	Yöntem	Tayin Limiti (LOQ)	Mevzuat Limiti	Analiz Sonucu
Trifluralin	µg/L	EPA 525.2	0,1		Tespit Edilemedi
Simazin	µg/L	İşletme İçi Method (SOP:09/KAL)	0,05		Tespit Edilemedi

Rapor Baskı Tarihi : 08.08.2017

Bu belge 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununa göre güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
Raporun elektronik imzalı kopyasına http://lbys.thsk.saglik.gov.tr/e-rapor adresinden f6e61bf7-cfce-4a33-a596-796c42ce1ecf kodu ile erişebilirsiniz.

EK 2(Devam). İzmir Halk Sağlığı Laboratuvarı GY-1 Jeotermal Kuyusu Su Analiz Raporu

T.C. Sağlık Bakanlığı
Türkiye Halk Sağlığı Kurumu

T.C
İZMİR VALİLİĞİ
İZMİR HALK SAĞLIĞI MÜDÜRLÜĞÜ
İZMİR HALK SAĞLIĞI LABORATUVARI
ANALİZ RAPORU

İlgi Yazı Tarih ve Sayısı	19.07.2017 / 49201670/384	AB-0264-T
Numunenin Alındığı Tarih/Saat	19.07.2017 / :	2017-6024-1
Numunenin HSLye Geliş Tarihi/Saati	19.07.2017 / 15:05	02.08.2017
Protokol No / Numune Barkod No	2017-6024 - 1 / 2509895	
CSBYS No	---	

Herbisitler

Çalışılan Analizler	Birim	Yöntem	Tayin Limiti (LOQ)	Mevzuat Limiti	Analiz Sonucu
Atrazin	µg/L	İşletme İçi Method (SOP:09/KAL)	0,05		Tespit Edilemedi

Karbamatlar

Çalışılan Analizler	Birim	Yöntem	Tayin Limiti (LOQ)	Mevzuat Limiti	Analiz Sonucu
Aldicarb	µg/L	İşletme İçi Method (SOP:09/KAL)	0,05		Tespit Edilemedi
Propoxur	µg/L	İşletme İçi Method (SOP:09/KAL)	0,05		Tespit Edilemedi
Oxamyl	µg/L	İşletme İçi Method (SOP:09/KAL)	0,05		Tespit Edilemedi
Methomyl	µg/L	İşletme İçi Method (SOP:09/KAL)	0,05		Tespit Edilemedi
Methiocarb	µg/L	İşletme İçi Method (SOP:09/KAL)	0,05		Tespit Edilemedi
Carbofuran-3-hydroxy	µg/L	İşletme İçi Method (SOP:09/KAL)	0,05		Tespit Edilemedi
Carbofuran	µg/L	İşletme İçi Method (SOP:09/KAL)	0,05		Tespit Edilemedi
Carbaryl	µg/L	İşletme İçi Method (SOP:09/KAL)	0,05		Tespit Edilemedi
Aldicarb-sulfoxide	µg/L	İşletme İçi Method (SOP:09/KAL)	0,05		Tespit Edilemedi
Aldicarb-sulfane	µg/L	İşletme İçi Method (SOP:09/KAL)	0,05		Tespit Edilemedi

KİMYASAL ANALİZLER

Çalışılan Analizler	Birim	Yöntem	Tayin Limiti (LOQ)	Mevzuat Limiti	Analiz Sonucu
*Antimon	mg/L	EPA Metot 6020 A	0,002		Tespit Edilemedi
Silikat Asidi	mg/L	EPA Metot 6020 A	0,3		33,5
Borik Asit	mg/L	EPA Metot 6020 A	0,03		7,78
*Çinko	mg/L	EPA Metot 6020 A	0,005		Tespit Edilemedi
*Baryum	mg/L	EPA Metot 6020 A	0,002		0,038
*Mangan	mg/L	EPA Metot 6020 A	0,002		0,052
*Demir	mg/L	EPA Metot 6020 A	0,005		1,967
*Nikel	mg/L	EPA Metot 6020 A	0,002		Tespit Edilemedi

Rapor Baskı Tarihi : 08.08.2017

Bu belge 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununa göre güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
Raporun elektronik imzalı kopyasına http://lbys.thsk.saglik.gov.tr/e-rapor adresinden f6e61bf7-cfce-4a33-a596-796c42ce1ecf kodu ile erişebilirsiniz.

EK 2(Devam). İzmir Halk Sağlığı Laboratuvarı GY-1 Jeotermal Kuyusu Su Analiz Raporu

T.C. Sağlık Bakanlığı
Türkiye Halk Sağlığı Kurumu

T.C
İZMİR VALİLİĞİ
İZMİR HALK SAĞLIĞI MÜDÜRLÜĞÜ
İZMİR HALK SAĞLIĞI LABORATUVARI
ANALİZ RAPORU

İlgi Yazı Tarih ve Sayısı	19.07.2017 / 49201670/384	AB-0264-T
Numunenin Alındığı Tarih/Saat	19.07.2017 / :	
Numunenin HSLye Geliş Tarihi/Saati	19.07.2017 / 15:05	2017-6024-1
Protokol No / Numune Barkod No	2017-6024 - 1 / 2509895	
CSBYS No	---	02.08.2017

KİMYASAL ANALİZLER

Çalışılan Analizler	Birim	Yöntem	Tayin Limiti (LOQ)	Mevzuat Limiti	Analiz Sonucu
*Civa	mg/L	EPA Metot 6020 A	0,0005		Tespit Edilemedi
*Kurşun	mg/L	EPA Metot 6020 A	0,002		Tespit Edilemedi
*Alüminyum	mg/L	EPA Metot 6020 A	0,005		Tespit Edilemedi
*Selenyum	mg/L	EPA Metot 6020 A	0,003		Tespit Edilemedi
*Bakır	mg/L	EPA Metot 6020 A	0,003		0,005
*Krom	mg/L	EPA Metot 6020 A	0,002		Tespit Edilemedi
*Kadmiyum	mg/L	EPA Metot 6020 A	0,002		Tespit Edilemedi
*Arsenik	mg/L	EPA Metot 6020 A	0,002		0,008
Koku(Fiziksel)		Fiziksel			VAR
Sülfür	mg/L	Spektrofotometrik	0,002		< 0,002
Oksitlenebilirlik	mg/LO2	TMMOB 1988	0,2		1,4
Yoğunluk	g/cm³	TS 1018	0,005		1,0002
*Kalsiyum	mg/L	TS EN ISO 14911	1		449,2
*Potasyum	mg/L	TS EN ISO 14911	0,3		44,0
*Magnezyum	mg/L	TS EN ISO 14911	1		446,6
*Sodyum	mg/L	TS EN ISO 14911	0,8		733,7
*Amonyum	mg/L	TS EN ISO 14911	0,1		9,7
*Bromür	mg/L	TSEN ISO 10304-1	0,02		9,45
*Sülfat	mg/L	TSEN ISO 10304-1	0,3		21,0
*Klorür	mg/L	TSEN ISO 10304-1	1		3344,4
*Nitrat	mg/L	TSEN ISO 10304-1	1		3,7
*Florür	mg/L	TSEN ISO 10304-1	0,03		9,00
*Nitrit	mg/L	TSEN ISO 10304-1	0,05		Tespit Edilemedi
*Fosfat	mg/L	TSEN ISO 10304-2	0,2		Tespit Edilemedi
Çökelti		İmhoff Hunisi			YOK
İyodür	mg/L	İşletme İçi Metod	1		Tespit Edilemedi

Rapor Baskı Tarihi : 08.08.2017

EK 2(Devam). İzmir Halk Sağlığı Laboratuvarı GY-1 Jeotermal Kuyusu Su Analiz Raporu

T.C. Sağlık Bakanlığı
Türkiye Halk Sağlığı Kurumu

T.C
İZMİR VALİLİĞİ
İZMİR HALK SAĞLIĞI MÜDÜRLÜĞÜ
İZMİR HALK SAĞLIĞI LABORATUVARI
ANALİZ RAPORU

İlgi Yazı Tarih ve Sayısı	19.07.2017 / 49201670/384	AB-0264-T
Numunenin Alındığı Tarih/Saat	19.07.2017 / :	2017-6024-1
Numunenin HSL'ye Geliş Tarihi/Saati	19.07.2017 / 15:05	02.08.2017
Protokol No / Numune Barkod No	2017-6024 - 1 / 2509895	
CSBYS No	---	

KİMYASAL ANALİZLER

Çalışılan Analizler	Birim	Yöntem	Tayin Limiti (LOQ)	Mevzuat Limiti	Analiz Sonucu
*Renk(Kimyasal)	Pt/Co	SM 2120 C	2		6
*Bulanıklık (Kimyasal)	NTU	SM 2130 B.Nephelometrik	0,15		0,7
Bikarbonat	mg/L	SM 2320 B	2		42
*İletkenlik	20° C'de µS/cm	SM 2510 B	0,1		9230
*pH	pH Birimi	SM 4500- H+B	0,1		8,2
*Toplam Siyanür	mg/L	SM 4500-CN,C ve E	0,01		Tespit Edilemedi
Toplam Mineral Konsantrasyonu	mg/L				5156,0

EK 2.1. Türkiye Atom Enerjisi Kurumu GY-1 Jeotermal Kuyusu Su Radyoaktivite Analiz Raporu

TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU
TURKISH ATOMIC ENERGY AUTHORITY
SARAYKÖY NÜKLEER ARAŞTIRMA VE EĞİTİM MERKEZİ
SARAYKÖY NUCLEAR RESEARCH AND TRAINING CENTER
Saray Mah. Atom Cad. No:27 06983 Kahramankazan/ANKARA
Tel: +903128101500, Faks: +903128154308 www.taek.gov.tr, nkb@taek.gov.tr

DENEY RAPORU
Test Report

SD17000975
31/07/2017

Müşterinin adı / adresi *Customer name /address*	MUĞLA VALİLİĞİ - HALK SAĞLIĞI MÜDÜRLÜĞÜ, MUĞLA				
Numunenin barkod numarası *Barcode number of test item*	S170566001	**Merkez'e kabul tarihi** *The date of receipt in the Center*	21/07/2017	**Laboratuvara kabul tarihi** *The date of receipt in the laboratory*	21/07/2017
Numunenin adı ve tarifi *Name and identitiy of test item*	T.C. Muğla Val. İçmeler Mevkii Y:610554 X:4076493 koordinatlarında bulunan jeotermal su,1 adet 5 L				
Açıklamalar *Remarks*					
Numunenin geldiği ülke (*) *Origin of the sample*		**Beyanname numarası ve tarih (*)** *Declaration number and date*			
Giriş gümrüğünün adı (*) *The name of the customs of entrance*				**Raporun Sayfa Sayısı** *Number of pages of the report*	1
Deneyin yapıldığı tarih ve laboratuvar *Testing date and laboratory*					
1	28/07/2017 TOPLAM ALFA/BETA LABORATUVARI				
Deney metodu veya şartnamesi *Test method or any other specifications*	İşletme İçi Metot				

Sıra No *Test Number*	**Deney Adı** *Name of the test*	**Ölçüm Sonuçları (Birim)** *Measurement Results (Unit)*	**Ölçülebilen Minimum Değer (ÖMD) (Birim)** *Minimum Detectable Level (MDL) (Unit)*
1	Suda Toplam Alfa-Beta Radyoaktivite Analizi	Toplam Alfa : 2.41 ± 0.58 Bq/L	
		Toplam Beta : 2.29 ± 0.55 Bq/L	

Değerlendirme *Evaluation*	-

(*) Sadece ithal edilecek ürünler için yazılacaktır. *(*) Only for import goods*

Deney sonuçları sadece deneyi yapılan numuneye aittir. *The test results relate only to the sample tested.*
Beyan edilen genişletilmiş ölçüm belirsizliği , standart belirsizliğin, k=2 olarak alınan genişletme katsayısı ile çarpımı sonucunda bulunan değerdir ve %95 oranında güvenilirlik sağlamaktadır.
The reported expanded uncertainty of measurement is stated as the standart uncertainty of measurement multiplied by the coverage factor k=2,which for a normal distribution corresponds to a coverage probability of approximately 95%.
Bu rapor, laboratuvarın izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. İmzasız, mühürsüz ve hologramsız raporlar geçersizdir.
The report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the labrotory.Testing reports without signature , seal and hologram are not valid.

EK 3. İstanbul Üniversitesi Çapa Tıp Fakültesi endikasyon raporu

MUĞLA MARMARİS İÇMELER MEVKİİ
GRAND YAZICI CLUB TURBAN KAPLICA TESİSLERİ
KAPLICA SUYU TIBBİ BALNEOLOJİK DEĞERLENDİRMESİ

PROF. DR. MÜFİT ZEKİ KARAGÜLLE

İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesi

Tıbbi Ekoloji ve Hidroklimatoloji Ana Bilim Dalı Başkanı

Türk Kaplıca Tıbbı ve Balneoloji Derneği Başkanı
Uluslararası Tıbbi Hidroloji ve Klimatoloji Derneği Başkanı (ISMH)
Kaplıca, Talasso ve Kür Merkezleri Derneği Başkanı (TÜRKAP)

Bu tıbbi balneolojik değerlendirme, Grand Yazıcı Club Turban Kaplıca Tesisleri Kaplıca Suyu'nun 19.07.2017 tarihinde alınan numunesine ait İzmir Valiliği, İzmir Halk Sağlığı Müdürlüğü İzmir Halk Sağlığı Labaratuvarı Analiz Raporu (tarih, 02.08.2017, protokol no; 2017-624-1, Ek-2 Ruhsata Esas Tam Analiz) verilerine ve Muğla Valiliği, Halk Sağlığı Müdürlüğü Halk Sağlığı Labaratuvarı Kaplıca Suyu Analiz Raporu (protokol no:1, tarih 14.07.2017) ve Analiz Raporu (tarih, 18.08.2017, protokol no; 2017-772-1) verilerine dayanılarak yapılmıştır. İstanbul, 21 Şubat 2019

Grand Yazıcı Club Turban Kaplıca Tesisleri Kaplıca Suyu'nun doğal (hazne) sıcaklığı **42°C** olarak bildirilmiş olup, **termal sular** için eşik değer olan **20°C**'nin üzerindedir, bu haliyle **"termal su"** niteliğindedir. Toplam mineral konsantrasyonu ise İzmir Laboratuvarları sonuçlarına göre sırasıyla **5156 mg/L** bulunmuş olup **mineralli sular** için eşik değer olan **1000mg/L** üzerinde olduğundan **"mineralli su"** niteliğindedir. Dolayısıyla genel olarak **"termal ve mineralli su"** niteliğindedir. Ön planda olan major mineral içeriğine göre **sodyum klorürlü (tuzlu) su** sınıfındadır. Şöyleki; yine sırasıyla **Na sodyum (Na) 733 vve 752 mg/L** ve **klorür (Cl) 3344 ve 3423mg/L** düzeylerinde ölçülmüştür, **toplam tuz (NaCl) miktarı 2865 ve 2914mg/L**, yaklaşık **3g/L** değerindedir, baskın olarak balneolojik sınıflandırmada **"tuzlu su"** niteliğindedir. Ayrıca **kalsiyum (449mg/L ve 476)** ve **magnezyum (446 ve 420mg/L)** değerleri oldukça yüksek düzeylerdedir. Bu yüzden de aynı zamanda **"kalsiyum ve magnezyumlu özel balneolojik su"** olarak tanımlanır. Minör elementlerden İzmir Labaratuvarı sonuçlarına göre **florür (F) 9mg/L** ile **bromür (Br) 9,4mg/L** ile ve Muğla Labaratuvarı sonuçlarına göre **sülfür (S, kükürt) 3,67mg/L** ile eşik değer olan **1mg/L**'den yüksek düzeylerdedir. Bu nedenlerle de **"kükürtlü, florürlü ve bromürlü özel balneolojik su"** karakterini taşır.

EK 3(Devam). İstanbul Üniversitesi Çapa Tıp Fakültesi endikasyon raporu

Sonuç olarak, **Grand Yazıcı Club Turban Kaplıca Tesisleri Kaplıca Suyu** örneği genel olarak **"termal ve minerali (termomineral) su"** karakterindedir. Özel olarak ta balneolojik sınıflandırmada **"tuzlu, kalsiyum ve magnezyumlu, kükürtlü, florür ve bromürlü özel balneolojik su"** niteliğindedir.

Balneolojik ve Termal Tedavilerde Kullanım Olanakları ve Endikasyonlar

Grand Yazıcı Club Turban Kaplıca Tesisleri Kaplıca Suyu "tuzlu, kalsiyum ve magnezyumlu, kükürtlü, florür ve bromürlü özel balneolojik su" niteliği ile önemli bir **tıbbi balneolojik ve termal** kullanım potansiyeli taşımaktadır. Hem **"tuzlu su"** özelliği hem de **kalsiyum, magnezyum, kükürt, florür ve bromür** içerikleri ile her türlü balneolojik tedavilerde **(balneoterapi, hidropinoterapi, inhalasyon terapi ve irrigasyonlar/ lavajlar)** etkin ve yararlı bir balneolojik ajan (balneoterapötik) olarak kullanılabilir.

Balneoterapi (Banyo Kürleri) Kullanımı

Balneoterapi (tüm vücut veya **ekstremite** veya **lokal banyolar)** kürlerinde başta **tuz ve kükürt içeriği** olmak üzere diğer **mineral içerikleri (kalsiyum, magnezyum, kükürt, florür ve bromür)** ile ağrı (antialjik) dindirici, iltihap giderici (anti-inflmatuar), spazm çözücü anti-oksidan ve eklem yapıları ve fonksiyonlarını ve cilt sağlığı ve fizyolojisini destekleyici yaşlanmayı ve bazı kanser tiplerini önleyici etkiler göstermesi beklenir.

Doz ve süresi iyi ayarlanmış balneolojik banyo kürlerinde **34-36°C**'de **izotermal, 36-38°C**'de **termal, 38-42°C**'de **hipertermal** ve **28-30°C**'de **hipotermal** banyolar olarak kullanılabilir. Ayrıca, **akuaterapi (su içi egzersiz uygulamaları)** ve **lokal balneolojik uygulamalar** (cilt üzerine **spray, yıkama ve filiform duşlar-püskürtmeler gibi)** şeklinde de yararlı ve tedavi edici etkileri elde edilebilir ve güçlendirilebilir.

Sonuç olarak aşağıda sıralanan bazı sistem ve organ kastalıklarında **koruyucu, destekleyici tedavi edici ve rehabilitasyon** amaçlı balneolojik kullanım potansiyeli taşımaktadır. Önemle belirtmek gerekir ki, Bu kullanım alanları ve hastalık endikasyonları ancak başta **Tıbbi Ekoloji ve Hidroklimatolji Uzmanı hekim** olmak üzere balneolojik eğitimli uzman sağlık çalışanlarının görev yaptığı uygun donanımlı termal ve balneolojik tesislerde etkin olarak kullanılabilir. Daha sonra da uygulama yöntemleri ve dozlarının bilimsel araştırmalar ile incelenip, tedavi edici etkinlik ve sağlık yararlılıklarının kanıtlanması koşulu yerine getirilmelidir.

EK 3(Devam). İstanbul Üniversitesi Çapa Tıp Fakültesi endikasyon raporu

Balneoterapi Endikasyonları;

1. **Cilt hastalıkları**
   - **Sedef hastalığı (Psoriasis)**
   - **Egzama (Atopik Dermatit)**
   - **Akne (Seboreik Dermatit)**
2. **Romatizmal hastalıklar**
   - **Dejeneratif eklem hastalıkları**
   - **İnflamatuar romatizmal hastalıklar**
   - **Yumuşak doku romatizmaları (örn. Fibromyalji)**
   - **Bel ve boyun ağrıları**
3. **Kas iskelet sistemi hastalıkları**
   - **Travmatik (yaralanma, kırklar) lezyonlar**
   - **Postoperatif (ortopedik ameliyatlar sonrası) dönemler**
   - **Miyofasiyal Ağrı Sendromu (MAS)**
   - **Refleks sempatik distrofi sendromu ("Kompleks bölgesel ağrı sendromu tip 1")**
   - **Bel ve boyun ağrıları**
   - **Omuz tutulmaları**
   - **Bursit ve tendinitler**
4. **Sinir sistemi hastalıkları**
   - **Nevraljiler; Siyatalji, Brakiyalji,**
   - **Stroke (inme) sonrası dönem**
   - **Parkinson Hastalığı**
   - **Multiple Skleroz**

EK 3(Devam). İstanbul Üniversitesi Çapa Tıp Fakültesi endikasyon raporu

Balneolojik İçme Kürlerinde Kullanım

Grand Yazıcı Club Turban Kaplıca Tesisleri Kaplıca Suyu "tuzlu, kalsiyum ve magnezyumlu, kükürtlü, florür ve bromürlü özel balneolojik su" niteliği ile bu minerallerin olası yararlı ve terapötik etkileri nedeniyle balneolojik içme kürlerinde de kullanılabilir. Ancak böylesi hidropinik balneolojik kullanım için araştırmalara, bilimsel klinik çalışmalara gereksinim olacaktır. Etkin ve yararlı kullanım doz ve sürelerin belirlenmesi de ancak araştırmalarla mümkündür.

Tuz (NaCl) içeriği (**3g/L kadar**) tuza bağlı beklen özel etkileri garanti eden en az düzey olan **1g/L NaCl** üzerindedir. Bu yüzden tuza bağlı beklenen spesifik sağlık etkileri nedeniyle hidropinik tedavi unsuru olarak uygun doz ve miktarlarda belirli sürelerde içildiğinde aşağıdaki durumlarda yararlı ve destekleyici etkileri söz konusu olabilecektir;

- **hiper veya hipoasidite, hazımsızlık ve mide yanması gibi sindirim sisteminin fonksiyonel rahatsızlıkları**
- **gut ve diabetes mellitus gibi metabolik hastalıklar**
- **sıvı ve tuz yetersizliği ile seyreden durumlar**

Ayrıca oldukça yüksek **kalsiyum (500mg/L'ye yakın,** yani günlük kalsiyum gereksiniminin yarısını karşılayacak kadar) ve **magnezyum (450mg/L civarında,** günlük magnezyum gereksinimin tamamını karşılayan) değerleri içme kürlerinde bu minerallerin günlük gereksinimini karşılamada ve özellikle de bu minerallere gereksinimin arttığı durumlarda önemli bir kaynak oluşturacaktır. Ayrıca, kalsiyum ve magnezyumun yeterli kemik mineral yoğunluğunun sağlanmasında, kalp çalışması ve sinir iletiminde birlikte etkili olduğu yönündeki bilimsel kanıtlar temelinde söz konusu mineralli su aşağıdaki durumlarda yararlı olacaktır;

- **Sağlıklı kemik gelişimi**
- **Kemik ve diş sağlamlığı**
- **Kalp kası ve çizgili kasların yeterli çalışması**

Son olarak **florür** içeriği nedeniyle ise aşağıdaki durumlarda uygun miktarlarda içildiğinde yararlı etkileri beklenir;

- **Beslenmede günlük florür gereksiniminin sağlanması**
- **Hamilelikte ve yetişkinlerde florür eksikliği**
- **Çocuklar ve gençlerde diş çürüklerinin önlenmesi**

Burada belirtilen indikasyonlarda içme kürleri uygulanırken dikkat edilmesi gereken iki husus söz konusudur. Şöyleki, kalsiyum, magnezyum ve florür içeriklerine bağlı yukarıda sıralanan kullanım potansiyelleri ve endikasyonları, bu özel balneolojik suyun tuz içeriği tarafından baskılanabilecektir. Çünkü **tuz (NaCl)** içeriği **3g/L (3000mg/L)** civarında hesaplanmıştır. Bu tuz içeriği yukarıda verilen endikasyonlarda özellikle tuz kısıtlamasında olan kişilerde kullanımı kısıtlayacaktır. Diğer yandan, **1,5mg/L'**nin çok üzerindeki florür içeriği **(9mg/L)** nedeniyle yetişkin kişilerce uzun süreli içilmesi dişlerde kararma ve sararmayla seyreden **"dental florosis"** denilen patalojik bir duruma yol açabilecektir. Aynı nedenle, **0-7 yaş arası çocukların** bu suyu içmeleri ise yasaklanmalıdır.

Balneolojik İnhalasyon Tedavilerinde Kullanım

Özellikle **tuz (sodyum klorür)** ve **kükürt** içeriklerine ek olarak **kalsiyum** ve **magnezyum** değerlerine bağlı olarak ekspektoran, antiallerjik ve spazmolitik etkileri nedeniyle alt solunum sistemini ilgilendiren aşağıdaki hastalıklarda kullanılabilir;

- **Astma Bronşiyal**
- **Kronik Bronşit**

Ayrıca, yine eşşsiz kimyasal kompozisyonuna bağlı olarak **balneolojik irrigasyonlar** ve **lavajlar şeklinde,** aşağıdaki üst solunum yolu hastalıklarında, destekleyici kullanımı da olabilir;

- **Larenjit**
- **Farenjit**
- **Sinüzit**

Ancak burada belirtilmelidir ki, böylesi durumlarda inhalasyon, irrigasyon ve lavaj şeklinde kullanımların etkinliği ve güvenliği üzerine bilimsel çalışmalara öncelikle gereksinim vardır.

EK 3(Devam). İstanbul Üniversitesi Çapa Tıp Fakültesi endikasyon raporu

Sağlık Amaçlı Kombine/Kompleks Kullanımlar

Grand Yazıcı Club Turban Kaplıca Tesisleri Kaplıca Suyu balneolojik ve termal tedavilerle kombine uygulanan bir dizi diğer yöntemlerle birlikte (masaj, egzersiz, sağlık eğitimi, hamam, sauna vb) kombine termal/kaplıca kürlerinde aşağıdaki önerildiği şekilde geliştirilecek programlarda da kullanımı söz konusu olabilir.

Preventif Sağlık Kürleri
Sağlıklı kişilerde sağlığı koruma ve sağlık halini güçlendirme amaçlı özel kür programları

Fitness ve Wellness Kürleri
Sağlıklı yaşam tarzını benimseme amaçlı daha dinç (fit) bir vücut ve daha sağlıklı organ işlevleri için ve geliştirilecek özel kür programları,

Yenilenme (Rejuvenasyon) Kürleri
Aşırı yorgunluk, bitkinlik ve tükenmişlik durumlarında, zinde, yenilenmiş, dinç ve rahatlamış olarak yeniden iş ve günlük yaşantıya geri dönme amaçlı kür programları

Sağlıklı Yaşlanma (Anti-Aging) Kürleri
İleri yaşlılıktaki sağlık sorunlarından korunma ve sağlıklı ve zinde bir yaşlanma için kürler,

Gevşeme Rahatlama (Anti-Stres) Kürleri,
Ruhsal yüklenmeler ve aşırı strese karşı rahatlatıcı ve gevşeme kürleri,

Metabolik kürler
Diyabet, metabolik sendro ve sağlıksız beslenme sorularında termal kürler

Aşırı Kiloya karşı (Anti-obezite) ve zayıflama kürleri

Güzellik ve Bakım kürleri

EK 3(Devam). İstanbul Üniversitesi Çapa Tıp Fakültesi endikasyon raporu

Öneriler, Koşul ve Gereklilikler

Grand Yazıcı Club Turban Kaplıca Tesisleri Kaplıca Suyu hijyenik kusursuzluğu sağlandıktan sonra sağlık, tedavi ve esenlendirme amaçlı kullanılabilmesi için tesis tipi planlaması, projesi ve inşası aşamalarında **Tıbbi Ekoloji ve Hidroklimatoloji Uzmanı** hekimin danışmanlığı altında aşağıdaki adımların atılması gerekecektir.

- **Uygun "termal" ya da "kaplıca" tesis tipinin belirlenmesi**
- **Uygun mimari projenin yapılması**
- **Uygun alt yapı ve teknik donanımların saptanması ve kurulması**
- **Uygun araç ve gereç seçimi ve yerleştirilmesi**

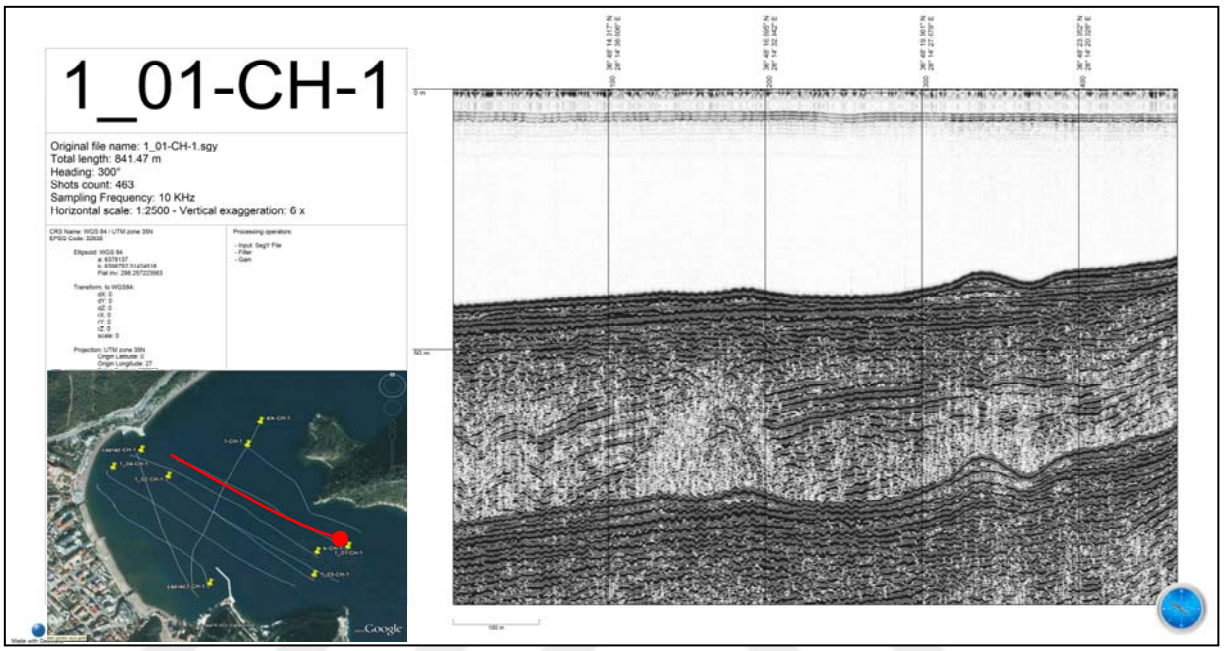
Bu süreçler sonrasında inşa edilip işletmeye açılan kaplıca/termal sağlık tesisinde uzman hekim olarak **Tıbbi Ekoloji ve Hidroklimatoloji Uzmanı** en az bir hekimin görev yapması sağlanmalıdır. Bu hekimin görevi uygun balneolojik tedavi yöntemlerinin belirlenmesi, her hastaya özgü tedaviler ve tedavi programlarının düzenlenmesi ve tüm tıbbi balneolojik uygulama ve termal kürlerin tıbbi izlenmesi ve denetlenmesi olacaktır.

Son olarak, tesiste kullanılacak olan **Grand Yazıcı Club Turban Kaplıca Tesisleri Kaplıca Suyu**'un uygun aralıklarla fiziko-kimyasal tam ve kontrol analizleri ve bakteriyolojik tam ve kontrol analizlerinin yapılması ve söz konusu suyun temel balneolojik özelliklerini koruduğunun saptanması koşulu da unutulmamalıdır.

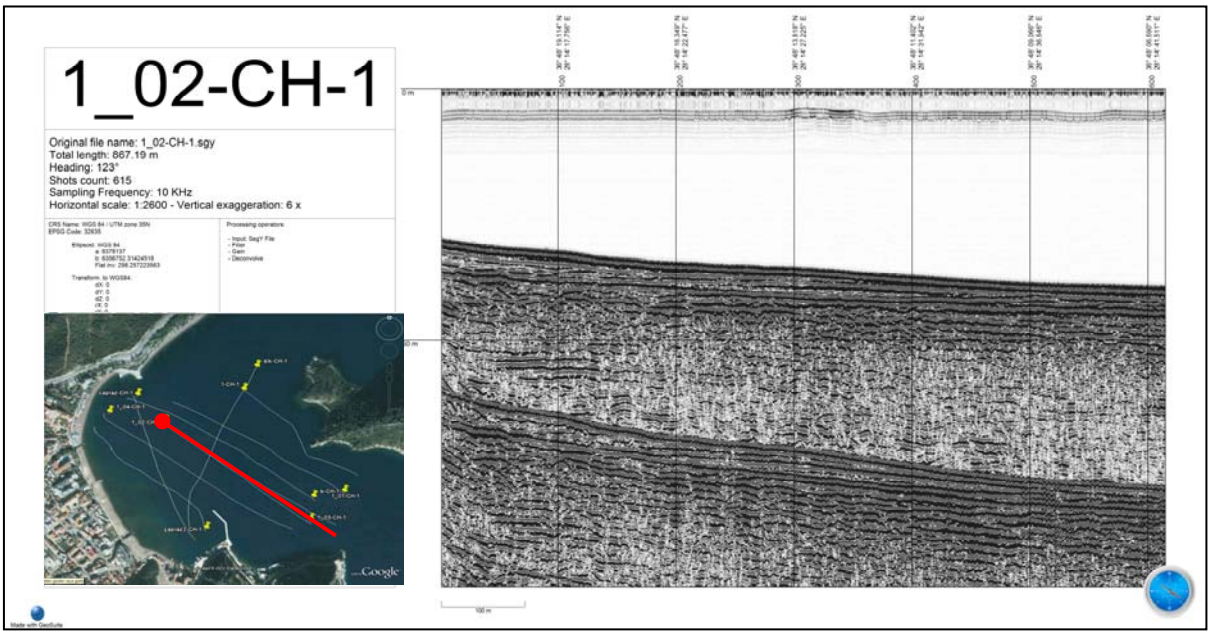
Prof. Dr. M. Zeki KARAGÜLLE

EK 4. İçmeler Limanı lokasyonunda yapılan sismik yansıma çalışmalarına ait yorumlanmamış sismik-stratigrafik kesitler

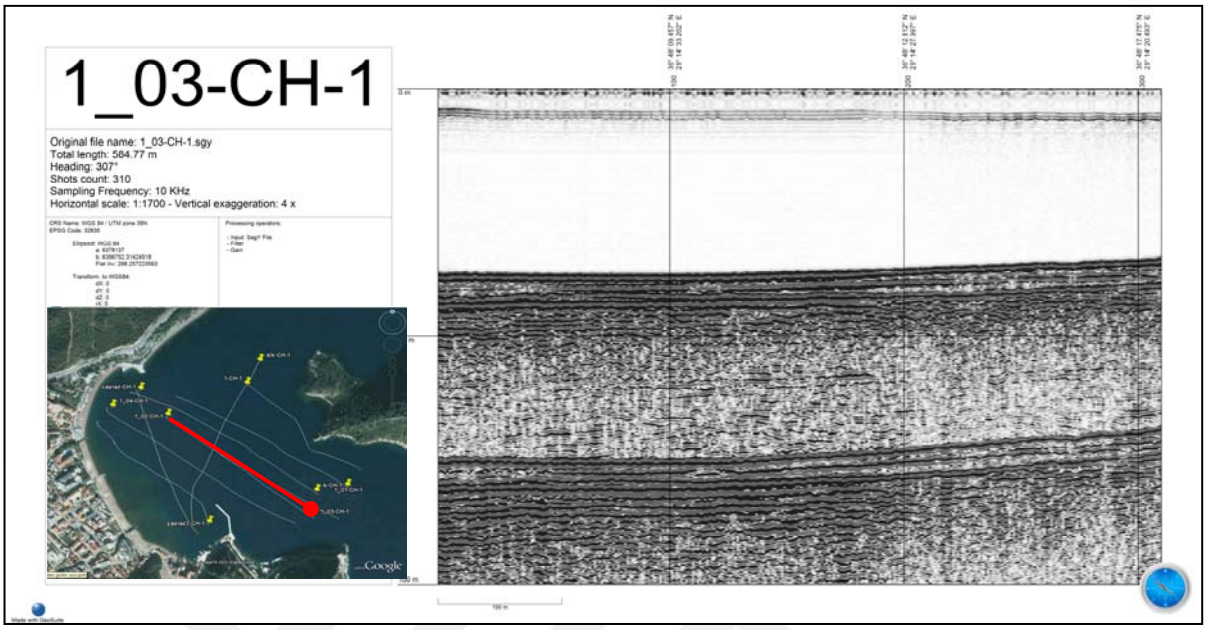
EK 4.1. 1-01-CH-1 Deniz sismiği hattına ait yorumlanmamış sismik-stratigrafik kesiti



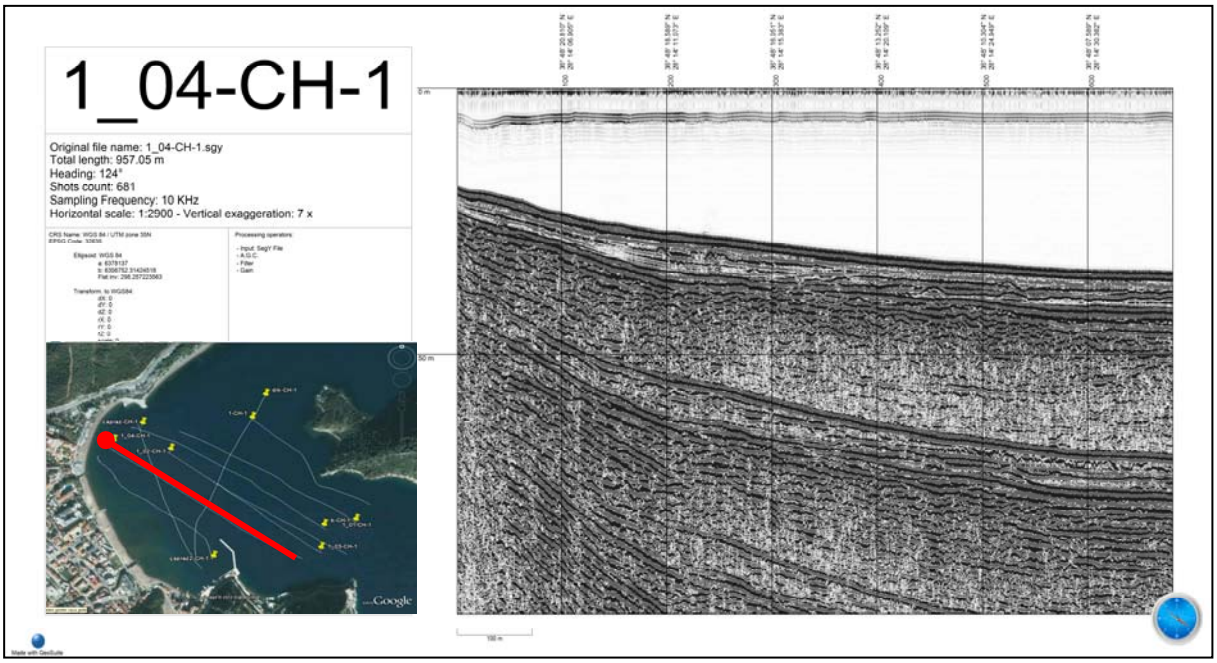
Ek 4.2. 1-02-CH-1 Deniz sismiği hattına ait yorumlanmamış sismik-stratigrafik kesiti



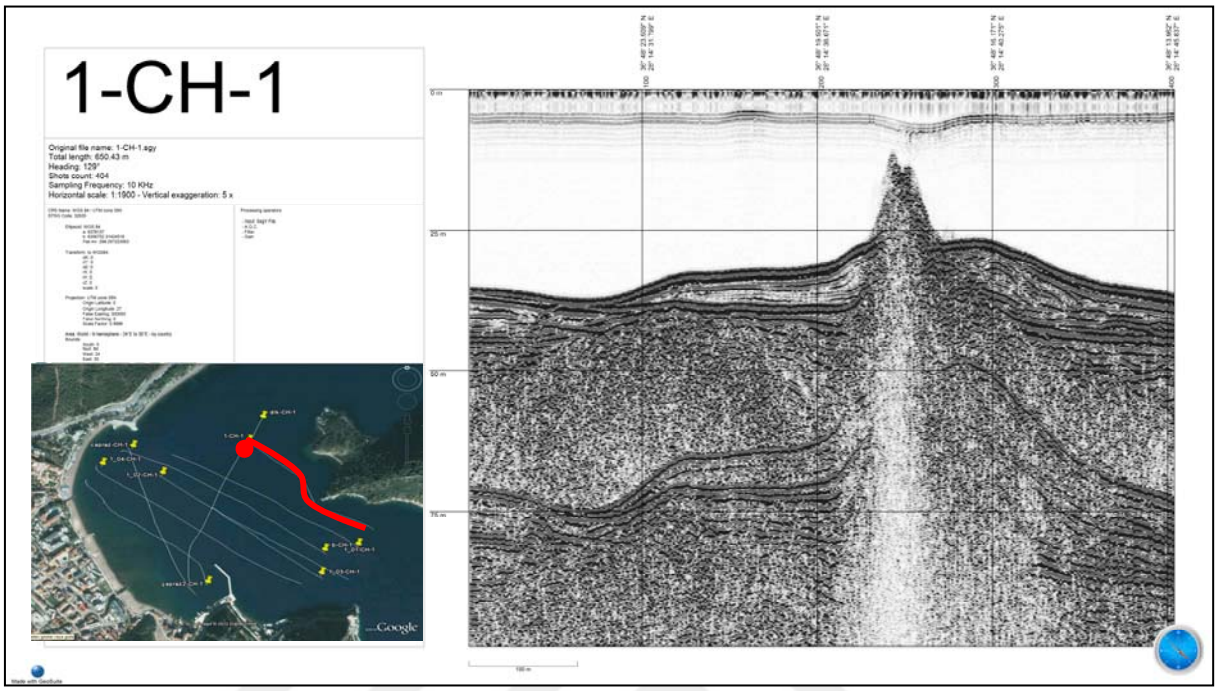
EK 4.3. 1-03-CH-1 Deniz sismiği hattına ait yorumlanmamış sismik-stratigrafik kesiti



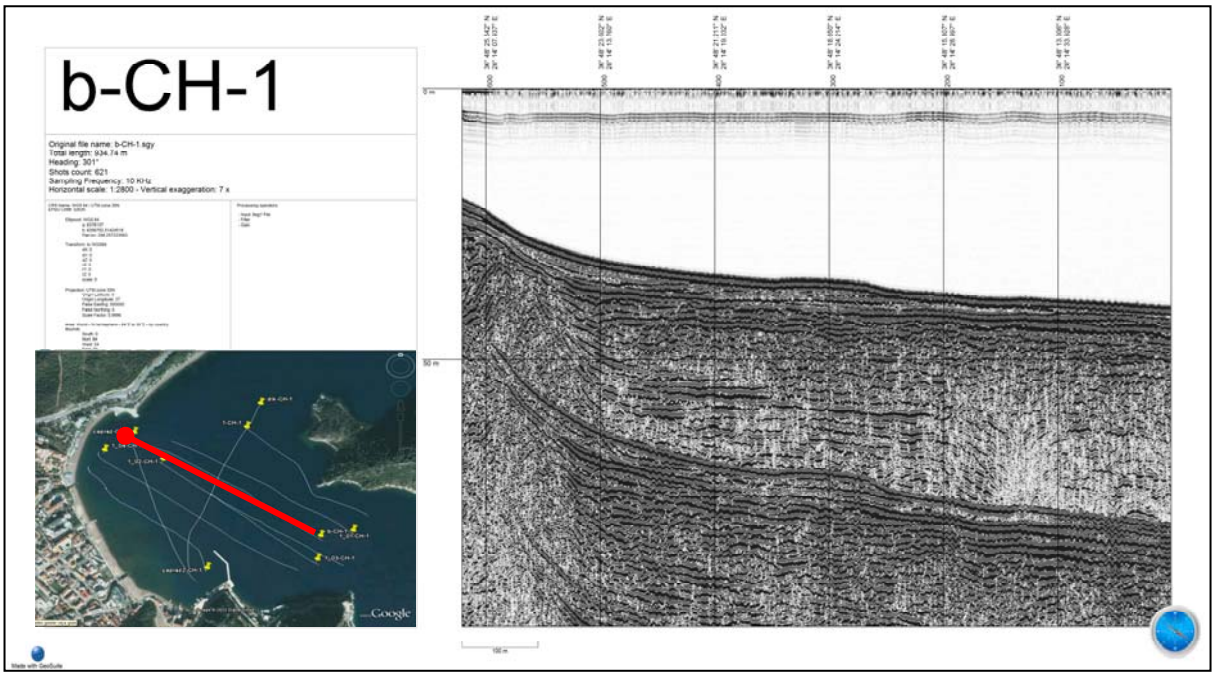
EK 4.4. 1-04-CH-1 Deniz sismiği hattına ait yorumlanmamış sismik-stratigrafik kesiti



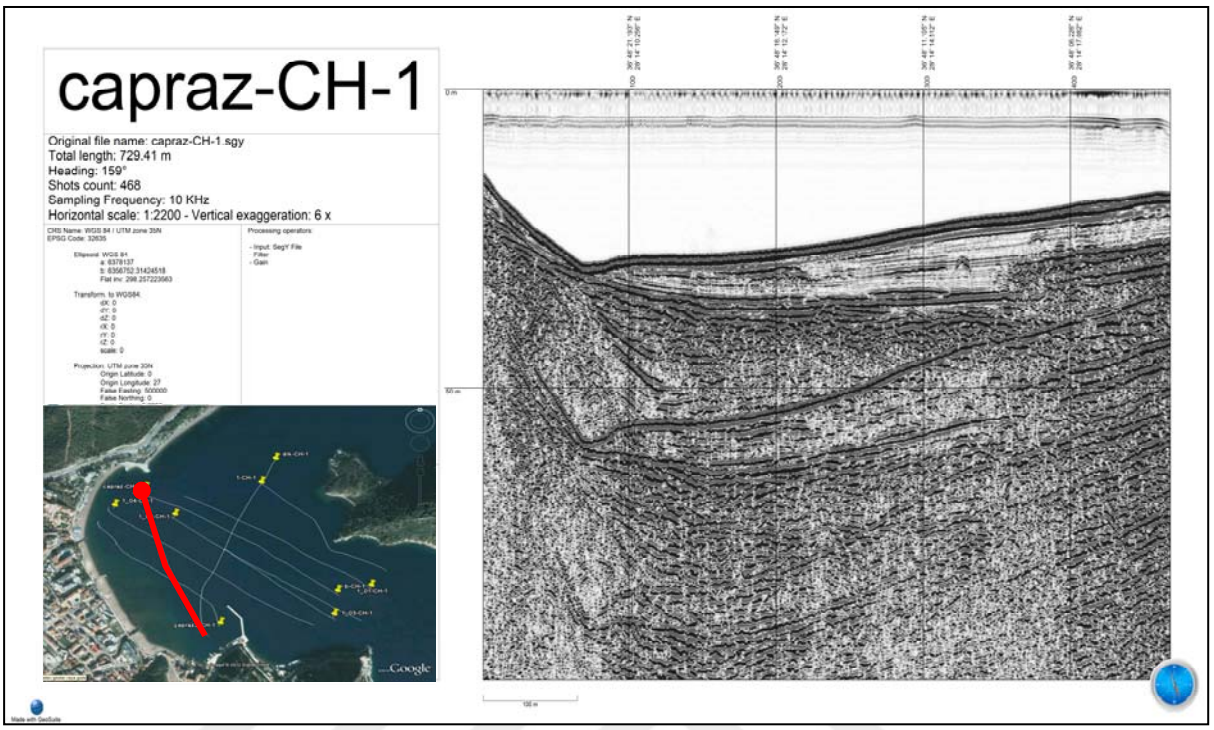
EK 4.5. 1-CH-1 Deniz sismiği hattına ait yorumlanmamış sismik-stratigrafik kesiti



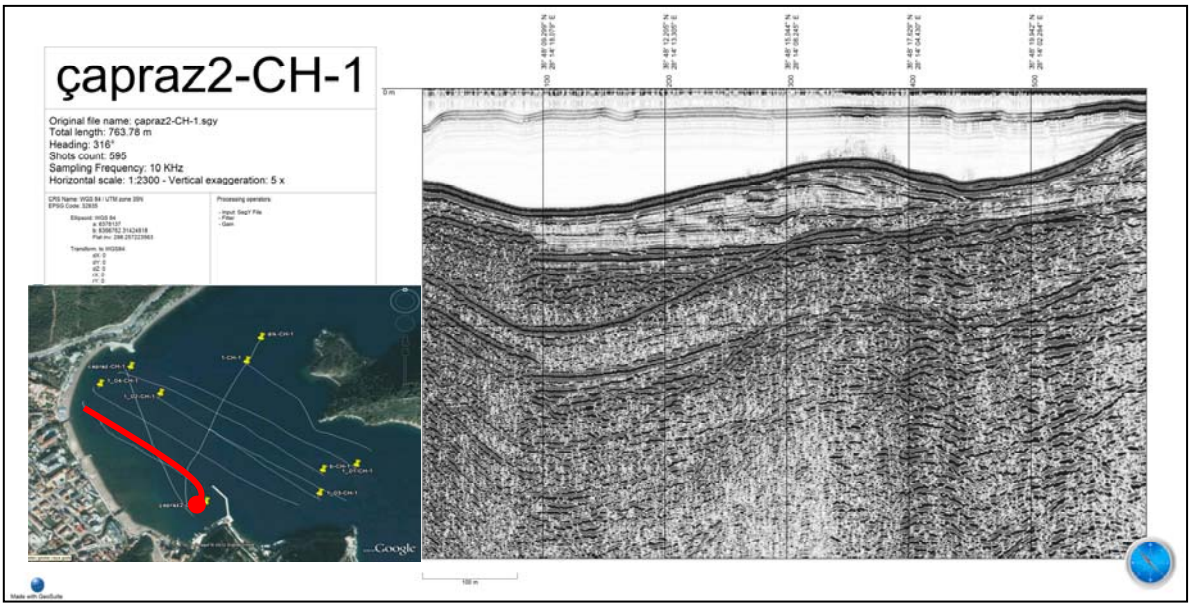
EK 4.6. ‘’b-CH-1’’ Deniz sismiği hattına ait yorumlanmamış sismik-stratigrafik kesiti



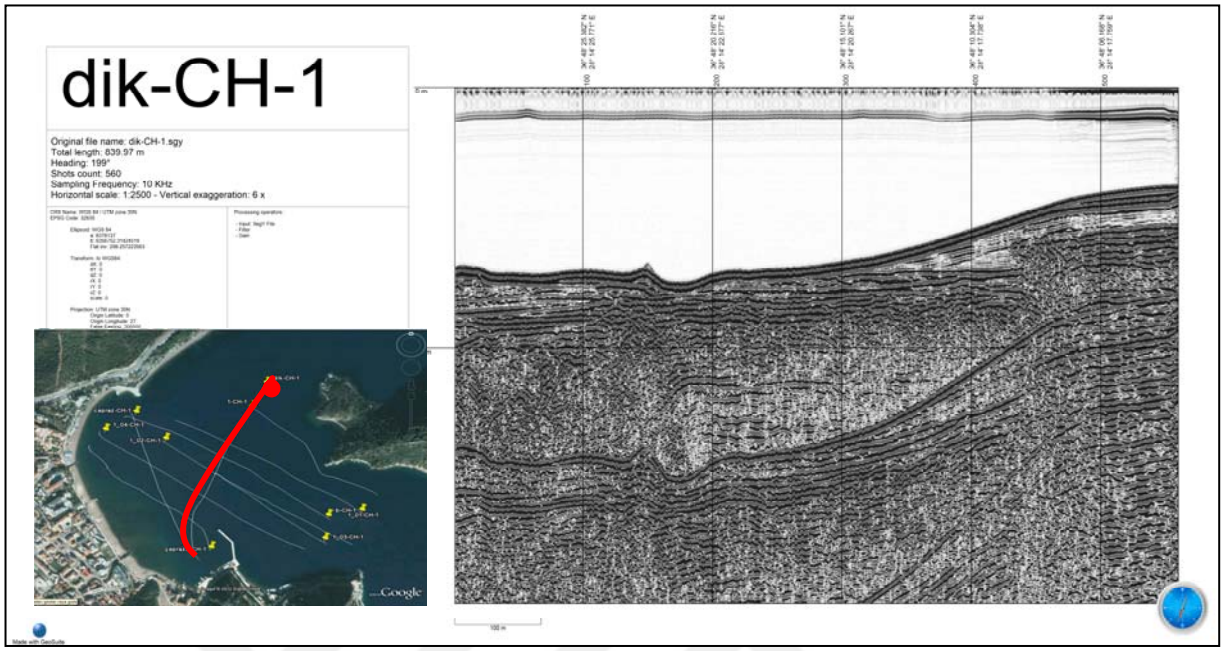
EK 4.7. ‘’capraz-CH-1’’ Deniz sismiği hattına ait yorumlanmamış sismik-stratigrafik kesiti



EK 4.8. ‘’çapraz2-CH-1’’ Deniz sismiği hattına ait yorumlanmamış sismik-stratigrafik kesiti

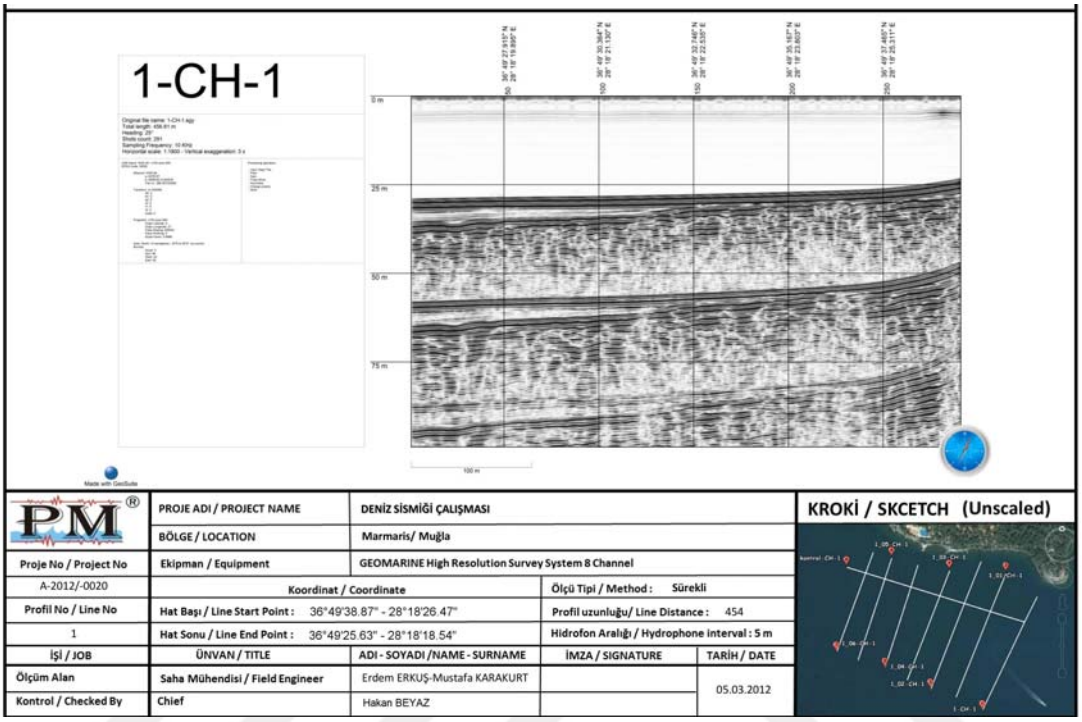


EK 4.9. ‘’dik-CH-1’’ Deniz sismiği hattına ait yorumlanmamış sismik-stratigrafik kesiti

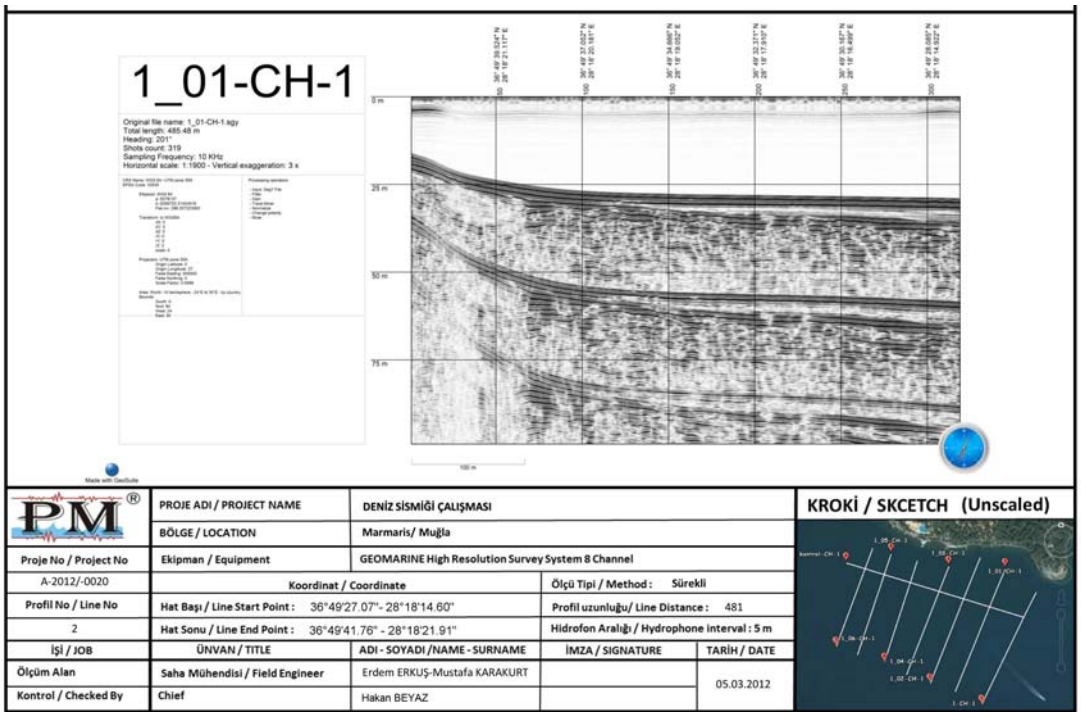


EK 5. Marmaris Körfezi içindeki Yalancıboğaz mevkiinde yapılan sismik yansıma çalışmalarına ait yorumlanmamış sismik-stratigrafik kesitler

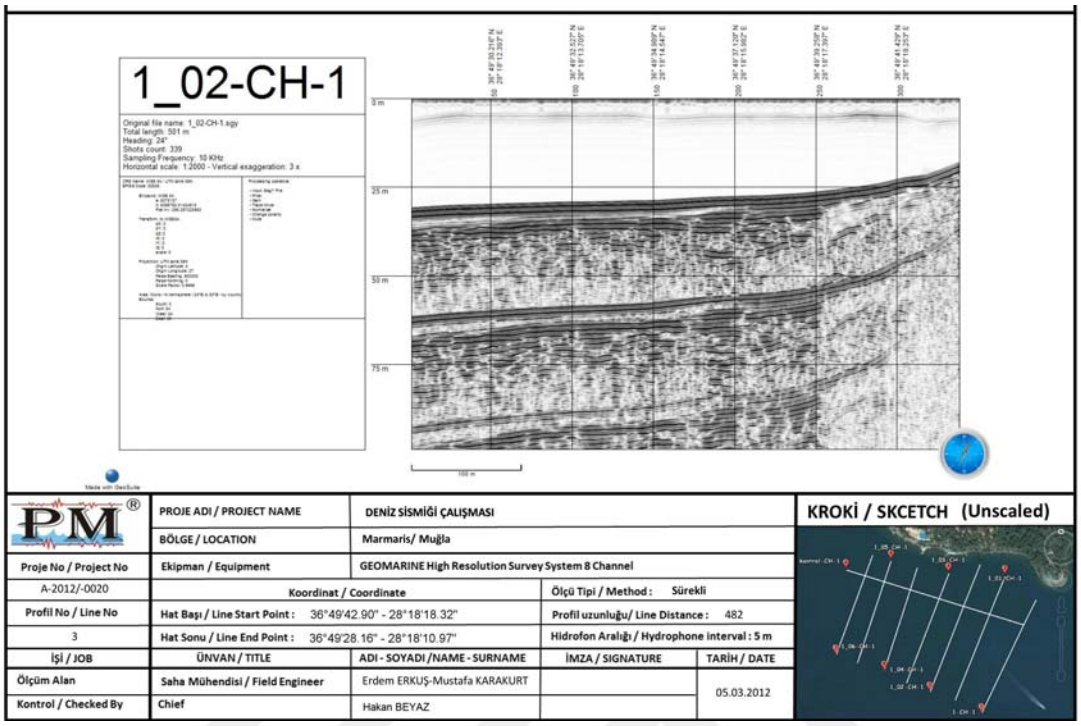
EK 5.1. 1-CH-1 Deniz sismiği hattına ait yorumlanmamış sismik-stratigrafik kesiti



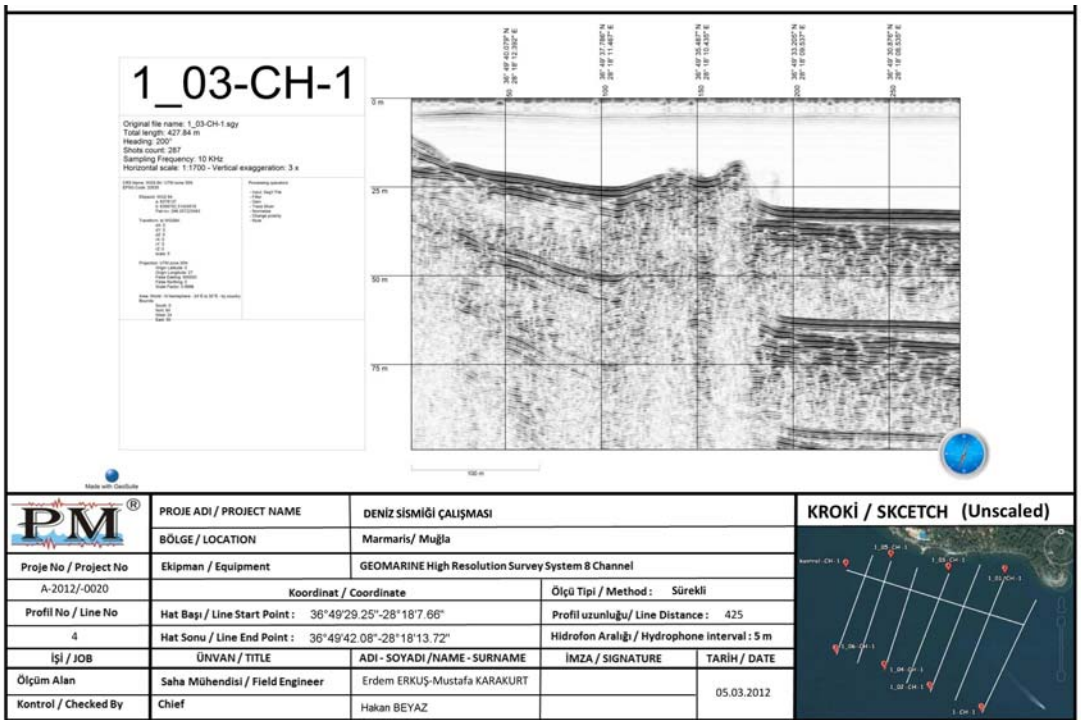
EK 5.2. 1-01-CH-1 Deniz sismiği hattına ait yorumlanmamış sismik-stratigrafik kesiti



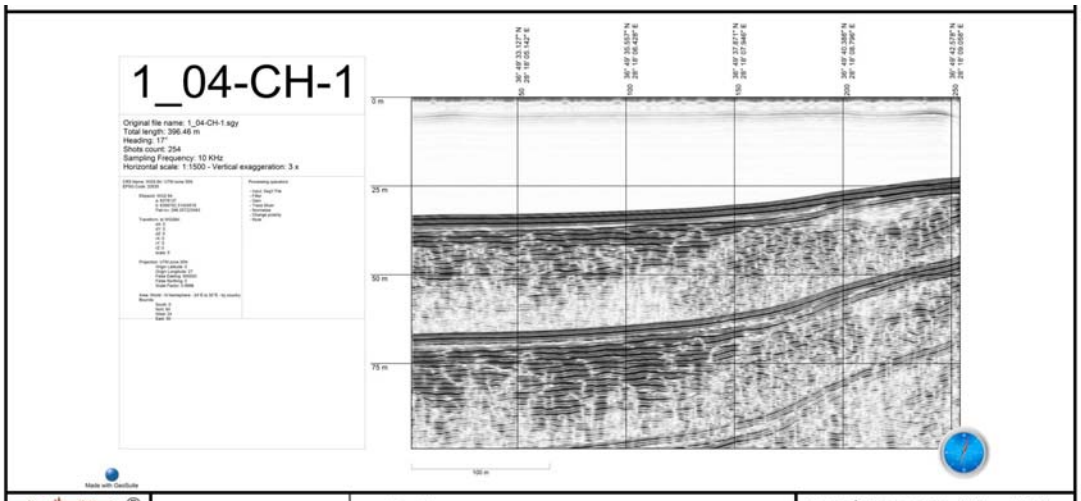
EK 5.3. 1-02-CH-1 Deniz sismiği hattına ait yorumlanmamış sismik-stratigrafik kesiti



EK 5.4. 1-03-CH-1 Deniz sismiği hattına ait yorumlanmamış sismik-stratigrafik kesiti

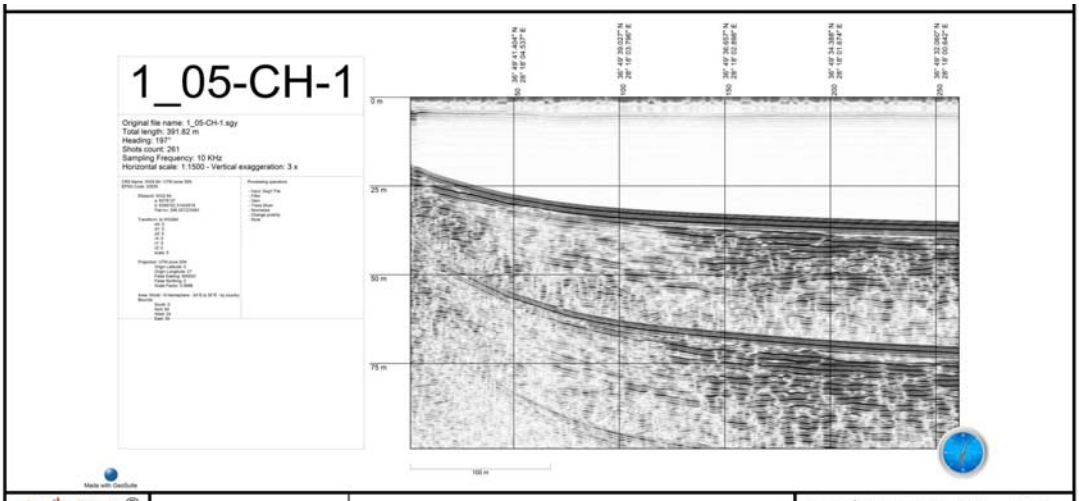


EK 5.5. 1-04-CH-1 Deniz sismiği hattına ait yorumlanmamış sismik-stratigrafik kesiti



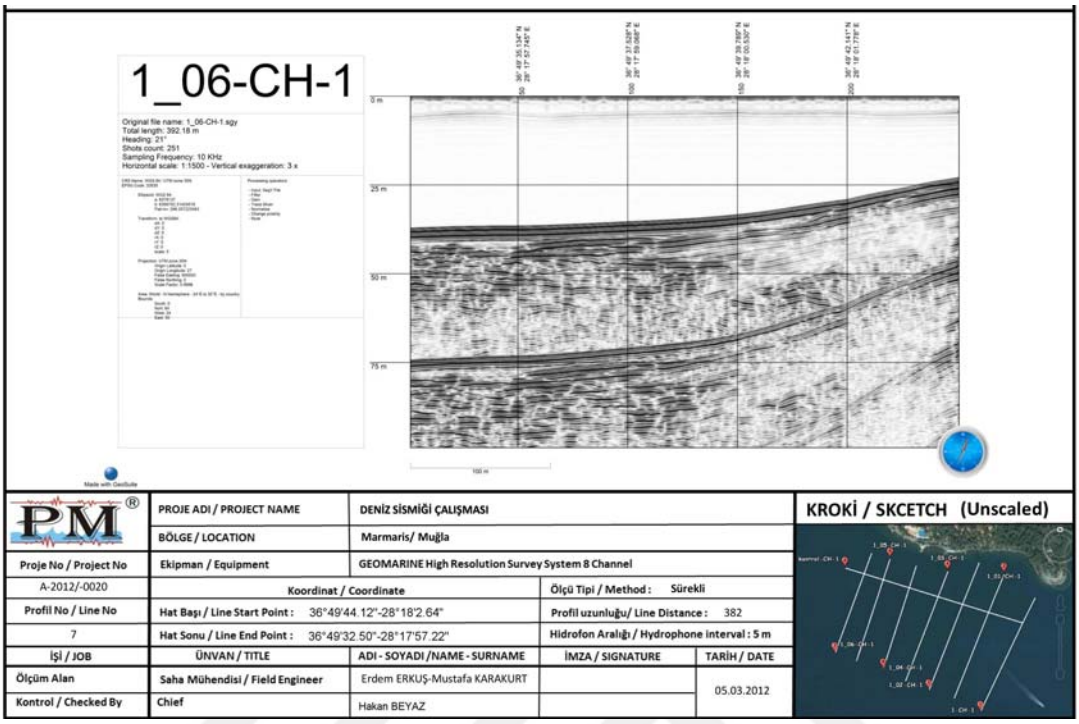
PM®	PROJE ADI / PROJECT NAME	DENİZ SİSMİĞİ ÇALIŞMASI			KROKİ / SKCETCH (Unscaled)
	BÖLGE / LOCATION	Marmaris/ Muğla			
Proje No / Project No	Ekipman / Equipment	GEOMARINE High Resolution Survey System 8 Channel			
A-2012/-0020	Koordinat / Coordinate		Ölçü Tipi / Method : Sürekli		
Profil No / Line No	Hat Başı / Line Start Point : 36°49'42.49"-28°18'9.17"		Profil uzunluğu/ Line Distance : 391		
5	Hat Sonu / Line End Point : 36°49'30.60"-28°18'4.32"		Hidrofon Aralığı / Hydrophone interval : 5 m		
İŞİ / JOB	ÜNVAN / TITLE	ADI - SOYADI /NAME - SURNAME	İMZA / SIGNATURE	TARİH / DATE	
Ölçüm Alan	Saha Mühendisi / Field Engineer	Erdem ERKUŞ-Mustafa KARAKURT		05.03.2012	
Kontrol / Checked By	Chief	Hakan BEYAZ			

EK 5.6. 1-05-CH-1 Deniz sismiği hattına ait yorumlanmamış sismik-stratigrafik kesiti

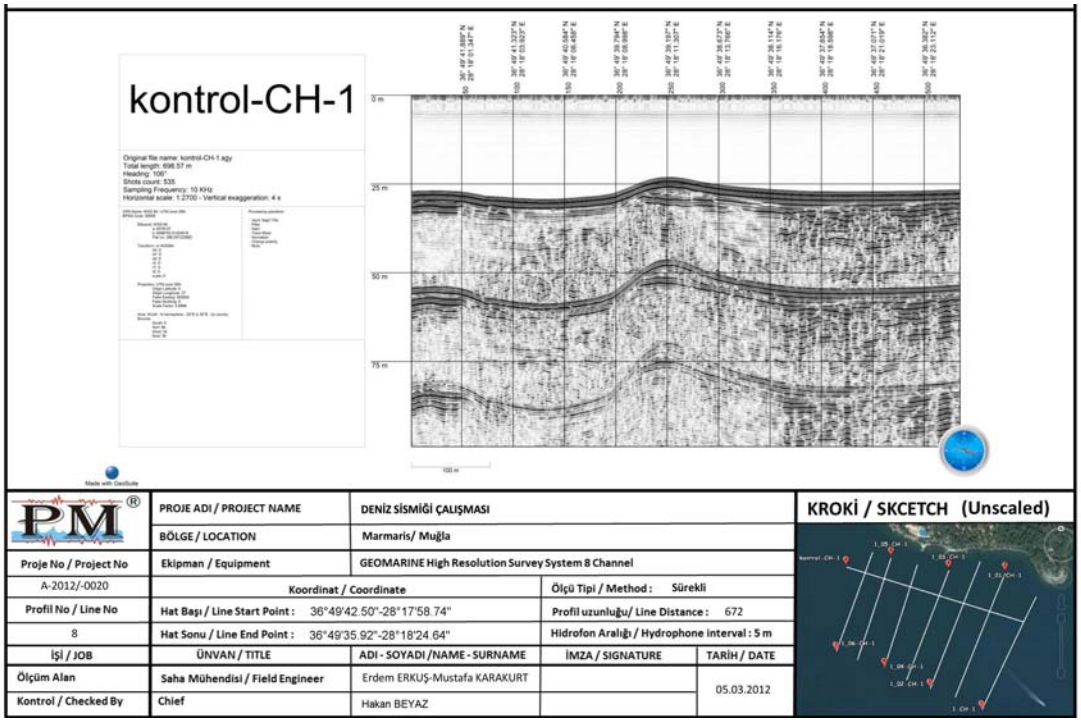


PM®	PROJE ADI / PROJECT NAME	DENİZ SİSMİĞİ ÇALIŞMASI			KROKİ / SKCETCH (Unscaled)
	BÖLGE / LOCATION	Marmaris/ Muğla			
Proje No / Project No	Ekipman / Equipment	GEOMARINE High Resolution Survey System 8 Channel			
A-2012/-0020	Koordinat / Coordinate		Ölçü Tipi / Method : Sürekli		
Profil No / Line No	Hat Başı / Line Start Point : 36°49'31.52"-28°18'0.50"		Profil uzunluğu/ Line Distance : 388		
6	Hat Sonu / Line End Point : 36°49'43.59"-28°18'5.31"		Hidrofon Aralığı / Hydrophone interval : 5 m		
İŞİ / JOB	ÜNVAN / TITLE	ADI - SOYADI /NAME - SURNAME	İMZA / SIGNATURE	TARİH / DATE	
Ölçüm Alan	Saha Mühendisi / Field Engineer	Erdem ERKUŞ-Mustafa KARAKURT		05.03.2012	
Kontrol / Checked By	Chief	Hakan BEYAZ			

EK 5.7. 1-06-CH-1 Deniz sismiği hattına ait yorumlanmamış sismik-stratigrafik kesiti



EK 5.8. ‘’kontrol-CH-1’’ deniz sismiği hattına ait yorumlanmamış sismik-stratigrafik kesiti



ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi :
Doğum yeri :
Lise :1977-1982 Fatih Vatan Lisesi
Lisans :1982-1987 İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği
Yüksek Lisans :1987-1990 İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yer Fiziği Ana Bilim Dalı
Doktora :1990-2020 İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri Enstitüsü Deniz Jeolojisi ve Jeofiziği Ana Bilim Dalı

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
DENİZ BİLİMLERİ VE İŞLETMECİLİĞİ ENSTİTÜSÜ

TEZ BENZERLİK RAPORU UYGUNLUK FORMU

ÖĞRENCİNİN ADI SOYADI	: Hakan BEYAZ
ÖĞRENCİ NO	: 3002550090
ÖĞRETİM YILI	: 2019 – 2020
ANABİLİM DALI / BİLİM DALI	: Deniz Jeoloji ve Jeofiziği
PROGRAM TÜRÜ	: ~~YÜKSEK LİSANS~~ ☐ DOKTORA ☐
TEZ DANIŞMANI ÜNVANI ADI SOYADI	: Prof. Dr. Fatih M. ADATEPE
II. TEZ DANIŞMANI ÜNVAN ADI SOYADI	:
TEZ BAŞLIĞI	: MARMARİS VE DENİZEL ALANININ JEOTERMAL POTANSİYELİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

DENİZ BİLİMLERİ VE İŞLETMECİLİĞİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE,

Yukarıda başlığı verilen tez çalışmamın Kapak sayfası, Türkçe ve İngilizce özet, giriş ve amaç, genel bilgiler, materyal-metot, bulgular, tartışma, sonuç ve kaynaklar bölümlerinden oluşan toplam. . . . . sayfalık kısmına ilişkin, . . ./. . ./. . . tarihinde Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsünün kullandığı TURNİTİN programı ile, *Lisansüstü Tezlere ait Benzerlik Raporlarının Alınması ve Kullanılmasına İlişkin Uygulama Esaslarının* 5inci madde ikinci fıkrasında belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış nihai rapora göre benzerlik oranı % 7 'dir.

Tezimin benzerlik oranı, *06/122017 tarih ve 20 sayılı Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü Yönetim Kurul Kararıyla* Tezin intihal kapsamı dışında değerlendirilmesi için kabul edilmiş olan üst sınır benzerlik oranını aşmamaktadır.

İntihal programı ile raporlanan Tezime ait Benzerlik oranım Üst sınır benzerlik oranının altında olsa dahi aksinin tespit edilmesi durumunda her türlü yasal sorumluğu kabul ettiğimi ve hukuki sonuçlarına razı olduğumu beyan ederim.

Gereğini arz ederim.

İmza
Öğrenci Ad-Soyadı
Tarih: 02/03/2020
Hakan BEYAZ

[redacted]

EK: TURNİTİN Benzerlik Nihai Raporu ilk sayfa çıktısı

DANIŞMAN ONAYI
UYGUNDUR / UYGUN DEĞİLDİR
(Ünvan, Ad Soyadı, İmza)
Prof. Dr. Fatih Mehmet ADATEPE

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM VE ÖĞRETİM YÖNETMELİĞİ (08.09.2016/29825)
(Yüksek Lisans) MADDE 36 – (2) Tezle ilgili benzerlik ön incelemesi, danışmanın bilgisi dahilinde öğrenci ile birlikte Üniversitenin kabul ettiği yazılım programı kullanılarak yapılır. Enstitü, söz konusu teze ilişkin intihal yazılım programı nihaî raporunu alarak danışmana ve jüri üyelerine gönderir. Rapordaki verilerde veya sınav jüri üyesi/üyelerinin somut kanıtlarla belgeledikleri verilere göre gerçek bir intihalin tespiti halinde; tez, gerekçesi ile birlikte, karar verilmek üzere enstitü yönetim kuruluna gönderilir.
(Doktora) MADDE 50 – (4) Öğrenci, doktora tezinin savunmasından önce tezini, düzeltme verilen tezlerde ise düzeltilmiş tezini danışmanına sunar. Tezle ilgili benzerlik ön incelemesi, danışmanın bilgisi dahilinde öğrenci ile birlikte Üniversitenin kabul ettiği yazılım programı kullanılarak yapılır. Enstitü, söz konusu teze ilişkin intihal yazılım programı nihaî raporunu alarak danışmana ve jüri üyelerine gönderir. Rapordaki verilerde veya sınav jüri üyesi/üyelerinin somut kanıtlarla belgeledikleri verilere göre gerçek bir intihalin tespiti halinde; tez, gerekçesi ile birlikte, karar verilmek üzere enstitü yönetim kuruluna gönderilir

Marmaris ve Denizel Alanının Jeotermal Potansiyelinin Değerlendirilmesi

Yazar Hakan Beyaz

Gönderim Tarihi: 23-Ara-2019 12:26PM (UTC+0300)
Gönderim Numarası: 1238104572
Dosya adı: Hakan_Beyaz_dr.docx (2.54M)
Kelime sayısı: 16422
Karakter sayısı: 113990

Marmaris ve Denizel Alanının Jeotermal Potansiyelinin Değerlendirilmesi

ORIJINALLIK RAPORU

%7	%7	%1	%2
BENZERLIK ENDEKSI	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCI ÖDEVLERI

BIRINCIL KAYNAKLAR

1	acikerisim.deu.edu.tr İnternet Kaynağı	%3
2	www.yumpu.com İnternet Kaynağı	%1
3	webdosya.csb.gov.tr İnternet Kaynağı	%1
4	fusunalkaya.net İnternet Kaynağı	<%1
5	www.slideshare.net İnternet Kaynağı	<%1
6	web.deu.edu.tr İnternet Kaynağı	<%1
7	library.cu.edu.tr İnternet Kaynağı	<%1
8	Submitted to The Scientific & Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) Öğrenci Ödevi	<%1

9	www.mta.gov.tr İnternet Kaynağı	<%1
10	cdn.istanbul.edu.tr İnternet Kaynağı	<%1
11	acikerisim.pau.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	<%1
12	Submitted to Central Queensland University Öğrenci Ödevi	<%1
13	Submitted to Ege Üniversitesi Öğrenci Ödevi	<%1
14	Submitted to Mersin Ãniversitesi Öğrenci Ödevi	<%1
15	carmelabiscuit.blogspot.com İnternet Kaynağı	<%1
16	www.jmo.org.tr İnternet Kaynağı	<%1
17	PERİNÇEK, Doğan, ATAŞ, Nurdan, KARATUT, Şeyma and ERENSOY, Esra. "TRAKYA HAVZASINDA, DANİŞMEN FORMASYONU İÇİNDEKİ LİNYİT KATMANLARININ POTANSİYELİNİ KONTROL EDEN JEOLOJİK FAKTÖRLER", Maden Tetkik Arama Enstitüsü, 2015. Yayın	<%1
	www.slideserve.com	

18	İnternet Kaynağı	<%1
19	brigantesnation.com İnternet Kaynağı	<%1
20	cografyabilim.files.wordpress.com İnternet Kaynağı	<%1
21	readgur.com İnternet Kaynağı	<%1
22	acikarsiv.ankara.edu.tr İnternet Kaynağı	<%1
23	ujes.org İnternet Kaynağı	<%1
24	agupubs.onlinelibrary.wiley.com İnternet Kaynağı	<%1
25	ekutup.dpt.gov.tr İnternet Kaynağı	<%1
26	Submitted to Canakkale Onsekiz Mart University Öğrenci Ödevi	<%1
27	Submitted to Ataturk Universitesi Öğrenci Ödevi	<%1

Alıntıları çıkart üzerinde Eşleşmeleri çıkar < 5 words