



## GİRİT BÖLGESİNİN İZAFİ KABUK KALINLIĞI DEĞİŞİMİNİN MANYETİK VE SERBEST HAVA GRAVİTE ANOMALİLERİ İLE İRDELENMESİ

### (INVESTIGATING OF RELATIVE CRUSTAL THICKNESSES VARIATION OF CRETAN REGION WITH MAGNETIC AND FREE AIR GRAVITY ANOMALIES)

Tolga GÖNENÇ\*, Mustafa AKGÜN\*, Mustafa ERGÜN\*

#### ÖZET/ABSTRACT

Girit yayı bölgesi Doğu Akdeniz’de aktif dalma-batma olgusunun devam ettiği Afrika ve Ege levhalarının etkileştiği bir bölgedir. Bu bağlamda Girit yayı Doğu Akdeniz tektoniğinin en karmaşık alanıdır. Bu yapıyı açıklamak için  $23^{\circ} 00' - 28^{\circ} 00'$  doğu boylamları ve  $33^{\circ} 00' - 36^{\circ} 40'$  kuzey enlemleri arasında kalan bölgenin serbest hava gravite ve manyetik anomalilerinden kabuk yapısı araştırılmıştır.

Bu anomalilerin değerleri arasında kabuk kalınlıkları belirlenmesinde ters bir orantı mevcuttur. Dolayısıyla bu yaklaşım göreceli kabuk kalınlıkları hakkında genel bilgileri vermektedir. Girit adasının güney kısmında kabuk kalınlığı kuzeydekine göre daha fazla olduğu ve Ege Denizi içlerinde kabuk kalınlığının adanın güneyine göre daha ince olduğu hem gravite hem de manyetik anomalilerin ortak değerlendirilmesi ile ortaya konmuştur. Sonuç olarak bu uygulama özellikle göreceli kabuksal kalınlık değişiminin ilksel alan değerlendirmelerinde yardımcı olacaktır.

*Cretan Arc area where the plates of Africa and Aegean converge, is an active subduction still undergoing. In this respect the Cretan Arc is one of the most complex within the Eastern Mediterranean tectonics. In order to explain this structure, the crustal structure of this area lying in the coordinates  $23^{\circ} 00' - 28^{\circ} 00'$  east longitudes and  $33^{\circ} 00' - 36^{\circ} 40'$  north latitudes was tried to be investigated with free-air gravity and magnetic anomalies.*

*There is a reciprocal relationship between the anomalies for determining crustal thicknesses. Therefore this approach can give general information about relative crustal thicknesses. The crustal thickness are thicker in the south of the Island of Crete compared with its north and accordingly the crustal thickness get relatively thinner toward the inward of the Aegean Sea observed from the both gravity and magnetic anomalies.*

#### ANAHTAR KELİMELELER/KEYWORDS

Serbest Hava Gravite Anomalisi, Manyetik Anomali, Girit Yayı, Ege Denizi

*Free Air Gravity Anomaly, Magnetic Anomaly, Cretan Arc, Aegean Sea*

## 1.GİRİŞ

Girit yayı (Helenik Yay) genel Doğu Akdeniz tektoniği içinde aktivitesini halen devam ettiren ve sismolojik anlamda Doğu Akdeniz genelinde adet olarak fazla depremlerin olduğu bir bölgedir. Bölge Ölüdeniz Doğrultu Atımlı Fayı (Afrika ve Arap levhalarının hareketleri) ve Kuzey Anadolu Fay Hattı (KAFH) boyunca gerçekleşen hareket ile Yunan Kesme Zonu ve Batı Anadolu'nun güneybatı yönlü hareketinin etkileşimi altında bulunmaktadır.

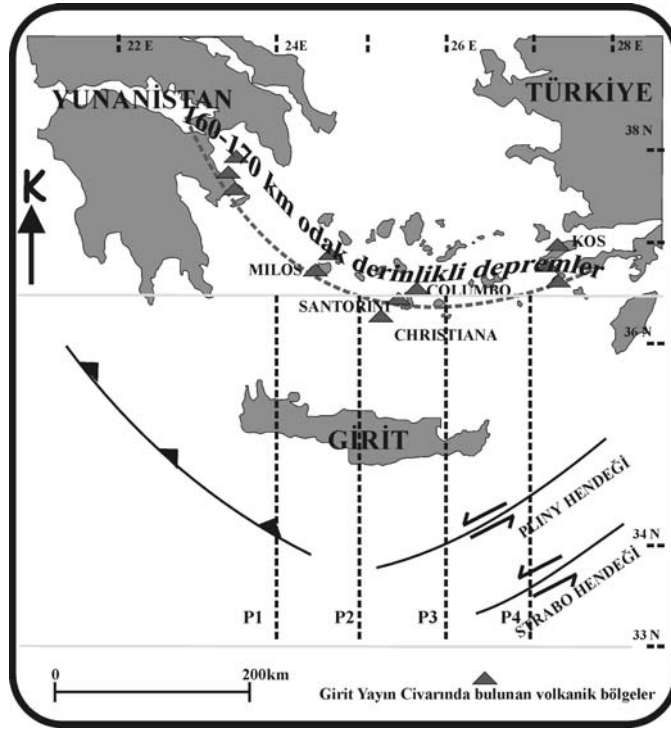
23° 00'-28° 00' doğu boylamları, 33° 00'-36° 40' kuzey enlemleri ile sınırlandırılmış olan çalışma alanı (Şekil 1) Anadolu levhası, Afrika levhası, Yunan kesme bölgesi ve Arap levhasının hareketi ile şekillenmektedir. Doğu Akdeniz'de Akdeniz ve Ege Denizini birbirinden ayıran "Girit ada yayı" son derece arızalı bir tabana sahiptir. Faylanma sonucunda oluşmuş sırt ve çukur alanlar birbirini takip etmektedir. Girit ada yayının güney kesiminde Akdeniz'in en derin yerlerini oluşturan HELEN, PLINY ve STRABO adlı üç hendek uzanmaktadır. Bu hendeklerin derinlikleri yaklaşık 3500 metreyi bulmaktadır. Rodos adasının doğusundaki hendekte ise derinlik 4000 metreyi aşmaktadır.

Girit Adası'nın güneyi ile tanımlanan alan, sismik açıdan 20-40 km derinlikler arasında oldukça aktiftir (Meier vd., 2004; Delibasis vd., 1999). Kuzeye doğru gidildikçe yay şeklinde gelişmiş olan Wadati-Benioff zonu 150-200 km derinliğe kadar ulaşmaktadır (Papazachos vd., 2000; Gönenç vd., 2006). Girit yayının kabuksal yapısını tanımlamak için bir çok aktif ve pasif sismik çalışmalar yapılmıştır. Bohnhoff vd., (2001) ve Bröner, (2003) tarafından yapılan kırılma ve yansıma sismiği çalışmalarında kabuk kalınlığı 35 km civarında bulunmuştur. Adanın güneybatısında ise Knapmayer vd., (2000) ve Li vd., (2003) tarafından yapılan çalışmanın sonucunda moho derinliği 44-69 km arasında saptanmıştır. Stiros, (2000) tarafından yapılan diğer çalışmada Arkeolojik veriler ışığında bölgede meydana gelen büyük depremler volkanik afetler ve tsunami sonuçları irdelenmiştir. Bohnhoff vd., (2001) çalışmasında akustik empedans farklılığına bağlı olarak dalma batma zonunun modelini çıkarırken, Casten ve Snopek, (2006) çalışmasında sadece gravite verileri ışığında modellemeye gitmiştir.

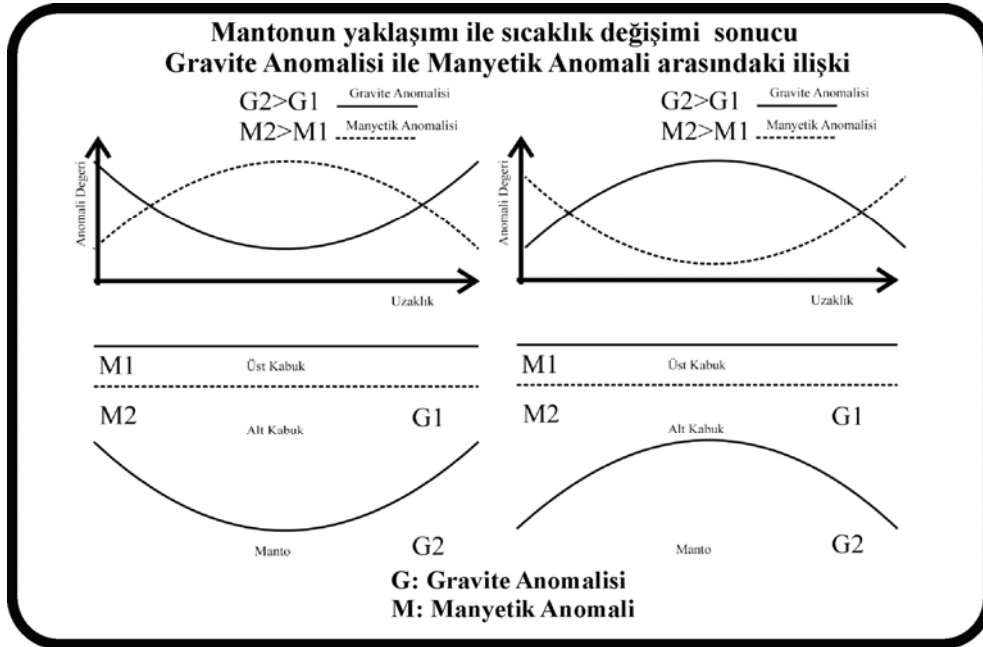
Doğu Akdeniz bölgesindeki deprem episantır dağılımına göre, depremlerin büyük ölçüde Ege Bölgesinde Girit yayı boyunca yoğunlaştığı gözlenir. Bu bölge geç Miyosen'den beri hızla deforme olmaktadır. Girit yayından kuzeye gidildikçe deprem odaklarının derinleşmesi aktif olarak kuzeye dalmakta olan Akdeniz'in okyanussal litosferinin en kuvvetli göstergesidir (Gönenç, 2008). Bu kadar etkin kuvvetler altında olan bu alanda genel kabuksal tanımlamayı yapmak için ilksel değerlendirmelerde değişken kabuk kalınlığını tanımlamak bölgedeki deformasyonu ortaya koymak için önemlidir.

Kabuğun ve üst mantonun genel manyetik ve yoğunluk özellikleri ile değişimlerdeki jeolojik faktörler incelenecek olursa uzun dalga boylu manyetik ve gravite anomalileri arasında düz veya ters orantılı bir korelasyon beklenmelidir. Kabuk yoğunluğu yüzeyde  $2.7 \text{ mg.m}^{-3}$  ten daha derinde  $2.8-3.0 \text{ mg.m}^{-3}$  değerine kadar yükselmekte ve üst mantoda  $3.3 \text{ mg.m}^{-3}$  değerine sert bir artış göstermektedir (Von Frese vd., 1982). Bu tabakaların manyetik özellikleri az bilinmekle beraber, alt kabuğun manyetizasyonunun  $5 \text{ Am}^{-1}$  olduğuna inanılmaktadır (Von Frese vd., 1982). Bu değer üst kabuğun manyetizasyon derecesinden daha büyüktür. Bunun sonucunda, sabit kalınlıkta bir kabuk için kabuk içindeki kalınlıklar değiştikçe gravite ve manyetik anomaliler arasında direkt bir korelasyon beklenebilir. Tam tersine, eğer üst kabuğun kalınlığı nispeten sabit ise Moho'ya kadar olan derinlikte alt kabuk

kalınlığı değişim gösteriyorsa gravite ve manyetik anomaliler arasında ters bir ilişki bulunması gerekir (Şekil 2.).



Şekil 1. Girit ve çevresine ait tektonik birimler ile ilgili çalışma profillerinin şematik gösterimi.



Şekil 2. Gravite ve manyetik anomalilerinin kabuk kalınlıklarına göre değişimi.

Plütonik farklılaşmalar, yapı ve metamorfizmadan kaynaklanan tabakalar arası litolojik değişimler daha çok üst kabukta yer almaktadır ve bununla birlikte alt kabuk ve üst mantoda da geniş bir ölçekte bulunmaktadır. Birçok istisna bulunmakla beraber genelde plütonik ve metamorfik kayalar daha mafik bir hal aldıkça hem yoğunluk hem de manyetizasyon artış

göstermektedir. Böylelikle, alt kabuktaki litolojik değişimler birbiriyle uyumlu anomaliler üretecektir. Aslında, bu korelasyonun alt kabukta daha iyi olması gerekir çünkü derindeki mafik kayaların yavaş soğuması manyetit mineralinin titanomanyetit serilerinden daha çok çözünmesine ve dolayısıyla yoğun mafik kayaların manyetizasyonunun artmasına yol açmaktadır. Dahası, üst kabuktaki kayaların korelasyonunu daha karmaşık bir hale getiren artık termal manyetizasyon, alt kabuktaki kayalar içinde yüksek sıcaklıklar ve yaşlı kayalar sebebiyle azalmaya maruz kalacaktır (Von Frese vd., 1982). Bir başka deyişle, alt kabukta yer alan tabakalar arasındaki litolojik değişimler, her zaman doğru orantılı olmasa da gravite ve manyetik anomaliler arasında bir korelasyon yaratmaktadır (Von Frese vd., 1982).

Son olarak kabuk kapsamındaki sıcaklık değişimleri gravite ve manyetik anomalilerin korelasyonunu etkileyecektir. Her ne kadar kayaların yoğunluğu sıcaklık ile ters orantılı olsa da, sıcaklığın manyetik özellikler üzerindeki etkisine nazaran bu etki minimum düzeyde kalmaktadır. Manyetik duyarlılık belli bir yere kadar sıcaklıkla artacak ve artık termal manyetizasyon azalacaktır. Bunun aksine dünyanın manyetik alanının boyunca uzanan viskoz manyetizasyon sıcaklıkla birlikte artacak ve toplam manyetizasyon da ilerleme kaydedecektir. Burada kritik sıcaklık değeri Curie sıcaklığıdır. Bu sıcaklığın üzerinde ferromanyetik mineraller paramanyetik forma dönüşmektedir. Bu yüzden, alt kabuktaki minerallerin Curie sınır değerine ulaşan sıcaklıkları (550-600 °C), manyetik olan tabakanın anomali değerini azaltacaktır. Azalmış olan manyetik anomali, serbest hava gravite anomalisi ile ters orantılı olacaktır çünkü bölgesel olarak görülen yüksek sıcaklıkların beraberinde izostatik olarak dengelenmeyen yükseltiler, incelmış kabuk ve manto sokulumları doğuran birtakım jeodinamik işlemler görülmektedir. Bu şartlar, negatif bir manyetik anomali ile ilişkili bulunan pozitif bir serbest hava gravite anomalisine yol açacaktır (Von Frese vd., 1982). Kıtasal kabuk çalışmalarında gravite ve manyetik anomalilerin yorumlanması Doğu Anadolu için yapılmıştır (Pamukçu vd., 2007). Bu çalışmalarda da gravite ve manyetik verileri karşılıklı değerlendirilerek ortak sonuçlara ulaşılmıştır.

Yapılan bu çalışmalar ışığında kullanılan yaklaşımın çok değişken kabuk kalınlığına sahip olan Girit yayı ve çevresinde vereceği sonuçların irdelenmesi, çalışmanın farklı bir alanda vereceği sonuçları açısından da önemlidir. Bu kadar etkin kuvvetler altında olan Girit adası ve çevresinin genel kabuksal deformasyonunu ortaya koymak için farklı çalışmalar günümüzde halen devam etmektedir. Bu çalışmada Von Frese vd.,(1982) tarafından ortaya konan yaklaşım doğrultusunda, kabuk deformasyonu sonucu gerçekleşen göreceli kalınlık değişiminin olduğu alanların serbest hava gravite anomalileri ve manyetik anomalilerinin arasındaki ters ilişkiye dayanarak belirlenmesine çalışılmıştır. Bu çalışma için kullanılan gravite, manyetik ve batimetri verileri IOC (UNESCO) 1988/1989, IBCM (International Bathymetric Chart of the Mediterranean-1981/1987) ve Topex uydu verilerinden elde edilmiştir.

## **2. GİRİT VE ÇEVRESİNİN SERBEST HAVA GRAVİTE ANOMALİLERİ, MANYETİK VE BATİMETRİK VERİLERİN İŞİĞİNDE İRDELENMESİ**

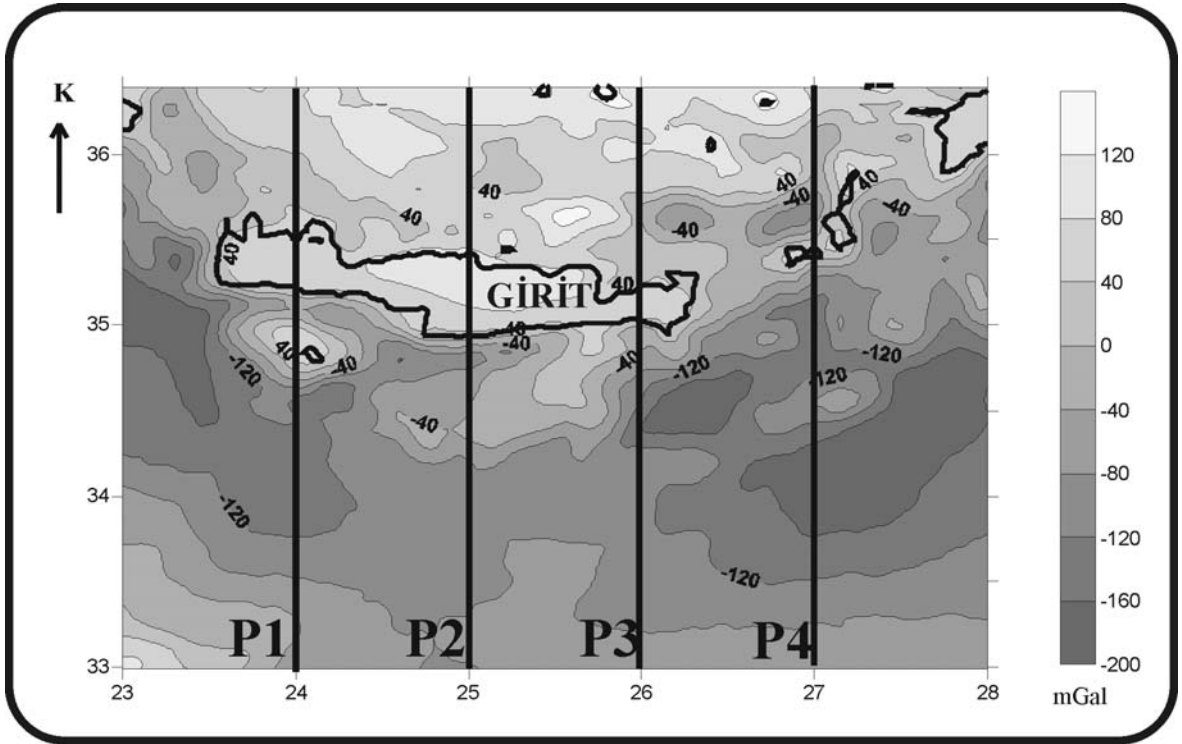
### **2.1 SERBEST HAVA GRAVİTE ANOMALİLERİ VE MANYETİK VERİLERİN İRDELENMESİ**

23° 00'-28° 00' boylamları, 33° 00'-36° 40' enlemleri ile sınırlandırılmış olan çalışma alanına (Şekil 2) ait serbest hava anomalisi, manyetik alan ve batimetri haritaları kullanılarak

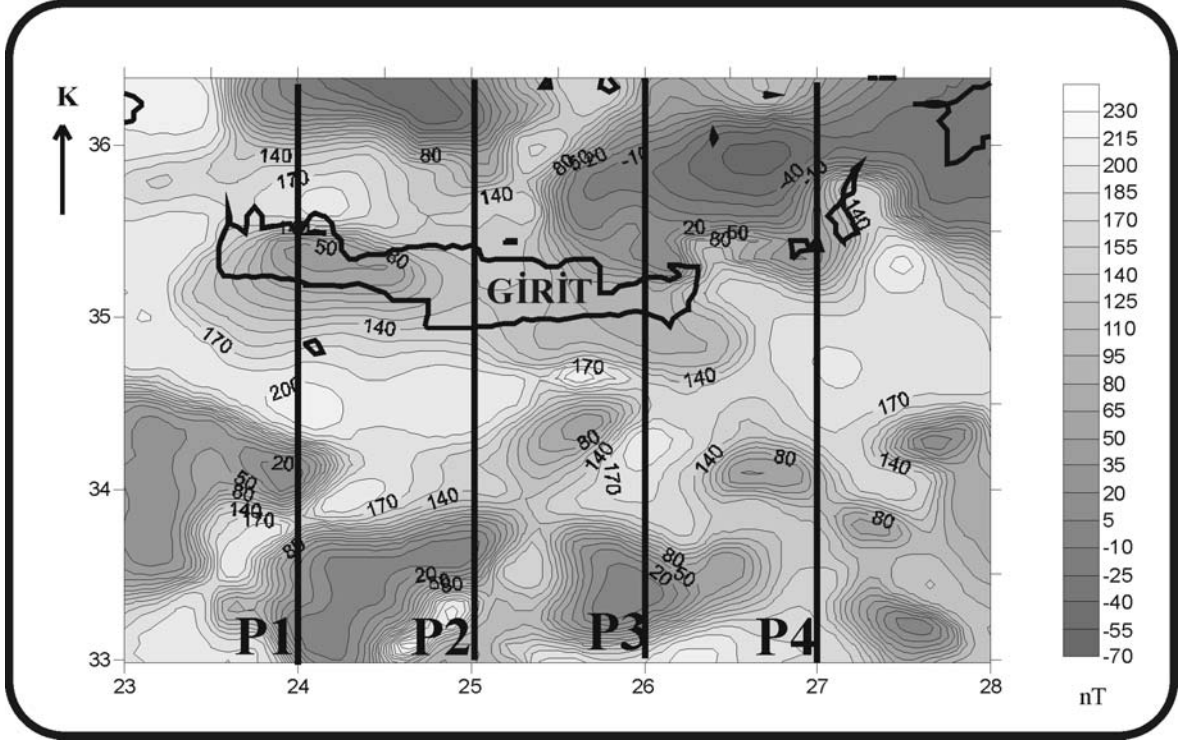
(Şekil 3-4-5.)  $24^{\circ} 00'-25^{\circ} 00'-26^{\circ} 00'-27^{\circ} 00'$  boylamlarından güney-kuzey yönlü kesitler alınmıştır (Şekil 6-7-8-9).

$24^{\circ} 00'$  boylamı boyunca elde edilen kesitte (Şekil 6) 4, 2 ve 1 no' lu alan içinde kalan bölgelerde serbest hava anomalisi yükselirken manyetik anomali değerleri düşmektedir. Ters orantılı görünüm veren segmentler çalışma alanı dahilinde göreceli bir kabuk incelmeye işaret edebilir. Bu alanların dışında kalan 6 no'lu alanda da serbest hava anomalisinin düşümüne karşılık manyetik anomali trendinde yükseliş gözlenmiştir. Bu alan dahilinde de göreceli bir kabuk kalınlaşması yaklaşımı yapılabilir.

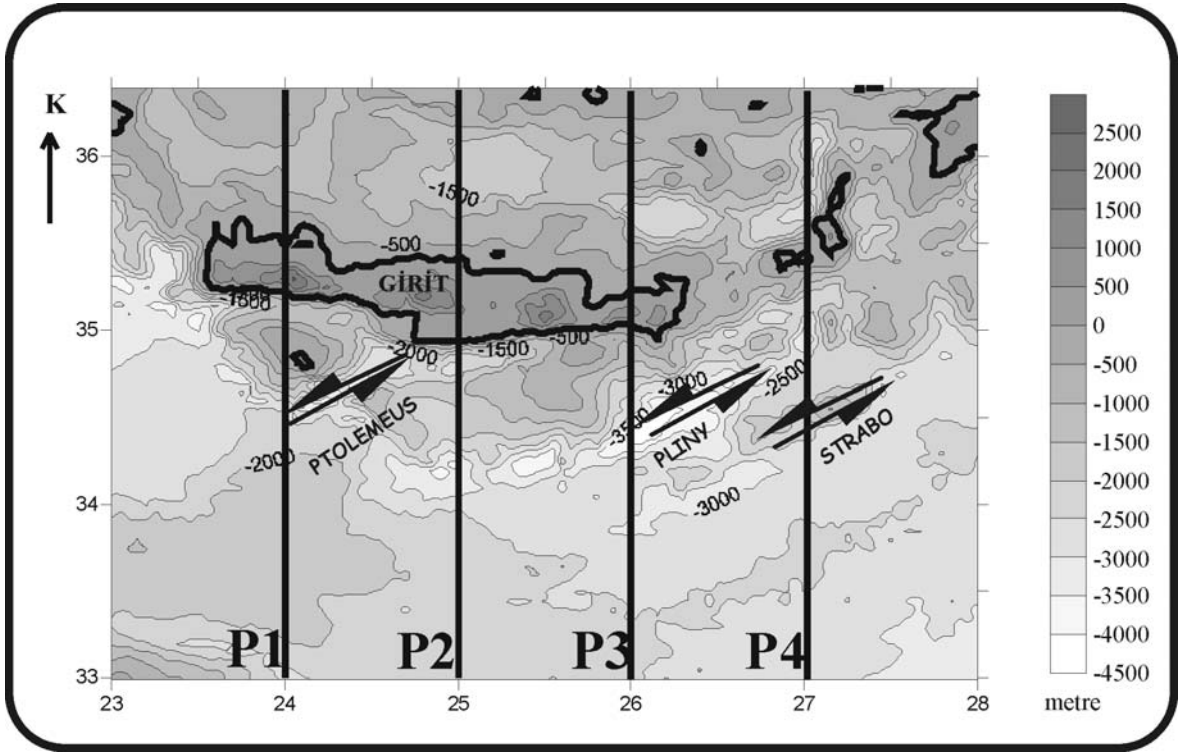
$25^{\circ} 00'$  boylamı boyunca elde edilen kesitte (Şekil 7) aynı yaklaşım içinde 1 numaralı alan dahilindeki ilişki sonucunda çalışma alanı boyunca göreceli bir kabuk incelmeye yaklaşımı yapılabilir. 1 numaralı alanın dışında kalan  $33^{\circ} 00'-34^{\circ} 00'$  enlemleri arasında kalan alanda serbest hava anomalisini trendinin sabite yakın olmasına karşın manyetik anomalideki ani yükseliş ve hemen ardından düşüş bu alanda göreceli incelmeye devamında da kalınlaşmanın varlığı şeklinde yorumlanabilir.



Şekil 3. Girit ve çevresine ait serbest hava gravite anomali haritası.



Şekil 4. Girit ve çevresine ait manyetik anomali haritası

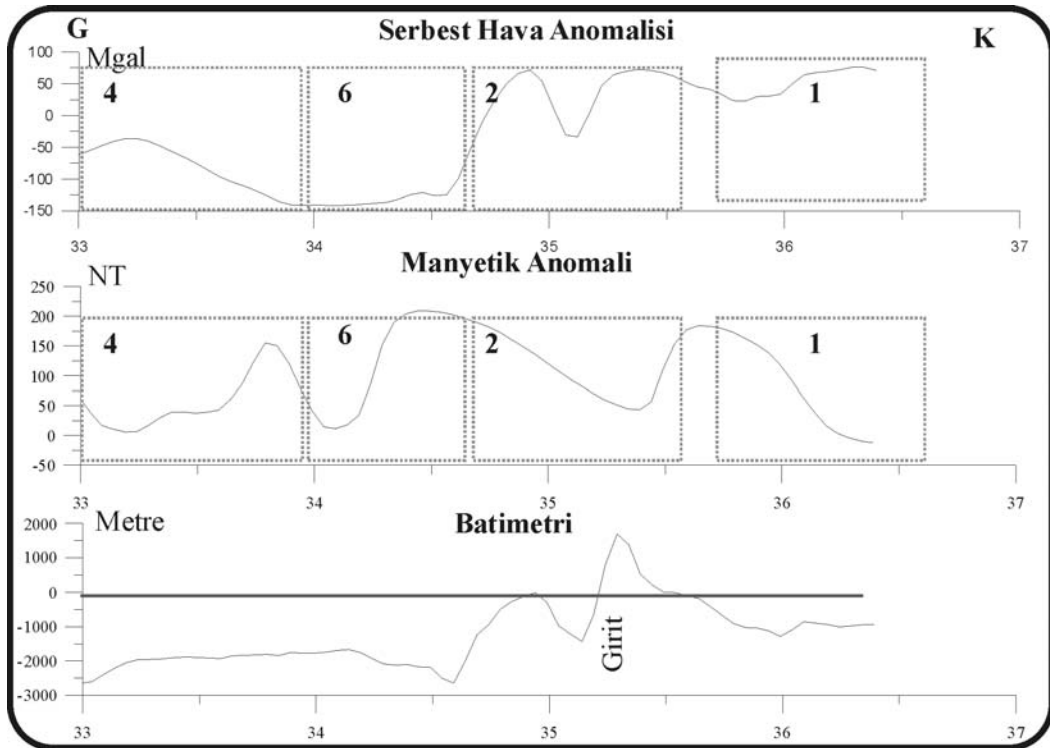


Şekil 5. Girit ve çevresine ait batimetri haritası ve doğuru atımlı faylar.

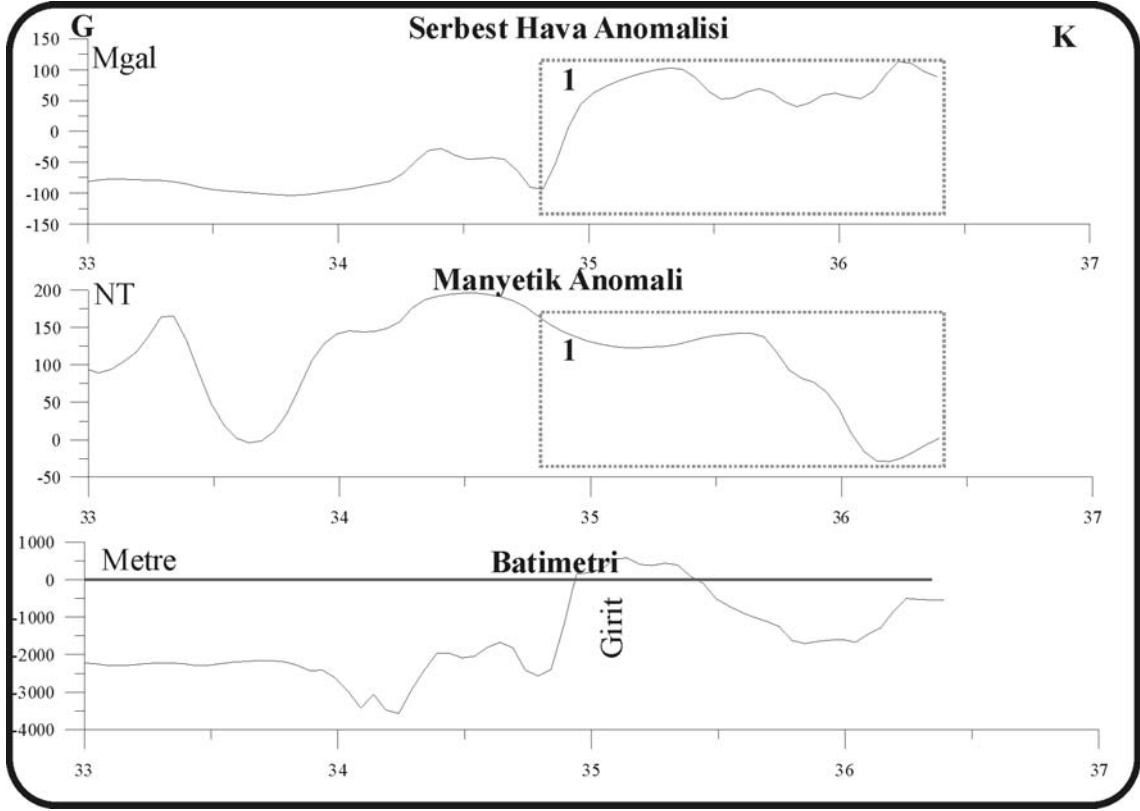
26° 00' boylamı boyunca elde edilen kesitte 1 ve 5 numaralı alan ve devamında 2 numaralı alan göreceli kabuk incelmesinin bir işareti olarak yorumlanabilirken 6 numaralı alan göreceli kalınlaşma olarak yorumlanabilir (Şekil 8).

27° 00' boylamı boyunca alınan kesit incelendiğinde benzer yaklaşımda 1 numaralı alan göreceli kabuk incelmesi varlığından söz edilebilir (Şekil 9 ve Şekil 10).

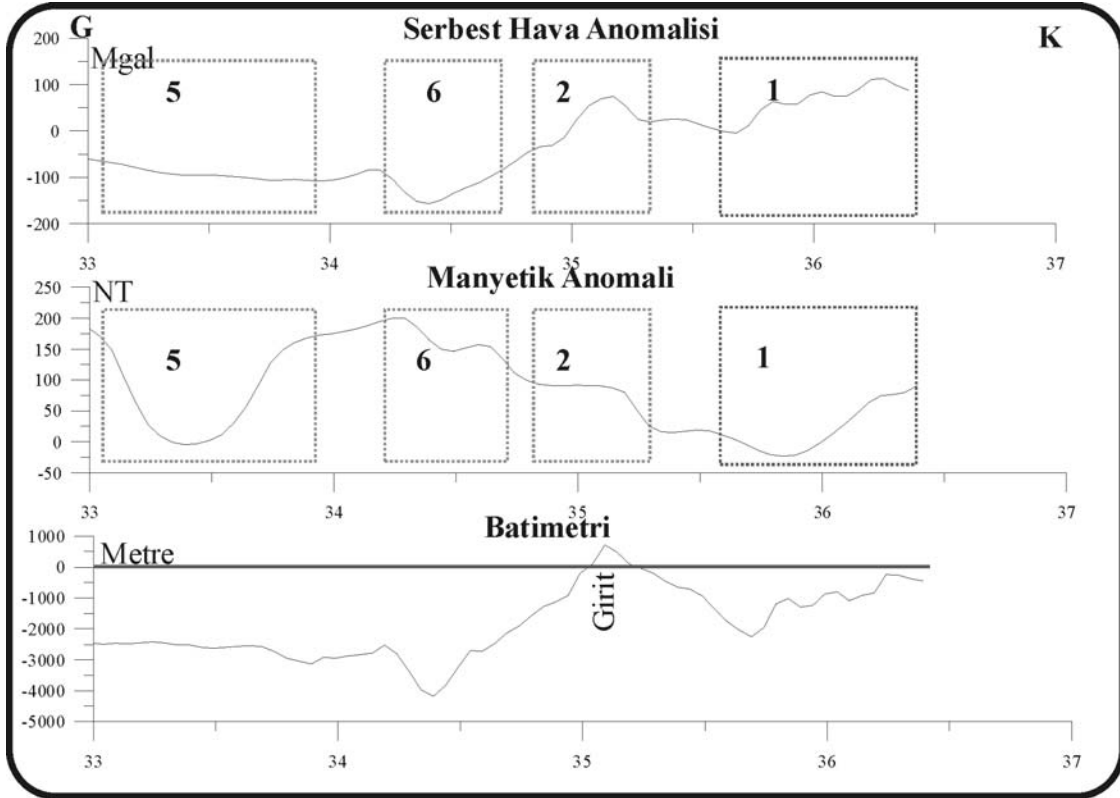
Doğu Akdeniz'deki kabuk kalınlığı yüzey dalgaları yöntemiyle (Payo, 1967; Papazachos 1969), gravite yöntemiyle (Payo, 1967, Woodside ve Bovin, 1970; Makris ve Wang, 1995) ve kırılma yöntemiyle (Finetti ve Morelli 1973; Lort ve Gray, 1974) hesaplanmıştır. Yapılan güncel çalışmalarda Kabuk kalınlığının Girit Adası'nın batı ve kuzeybatısında 40 kilometre, Girit Adası civarında 30 kilometre ve volkanik ada yayı civarında kalınlığın 15-20 kilometre arasında olduğu Papazachos vd.,(1995) ve Papazachos ve Nolet, (1997) tarafından yapılan çalışmanın sonuçlarında verilmiştir. Bohnhoff vd., (2001) ve Bröner, (2003) sunmuş oldukları sonuçlarda Girit Adası ve güneyinde kabuk kalınlığını 35 kilometre civarında olduğunu belirtirken Knapmayer ve Harjes, (2000) ile Li vd.,(2003) tarafından yapılan çalışmaların sonuçlarına göre Girit Adası'nın güneyinde kabuk kalınlığının 44 ile 69 kilometre arasında değişken değerleri ortaya koyduğunu söylemişlerdir. Li vd., (2003) tarafından yapılan çalışmanın bir diğer sonucuna göre Girit Adası'nın batı kısmında Moho derinliği 32 kilometre ile 39 kilometre arasında olarak bulunmasına karşın Knapmayer ve Harjes, (2000) tarafından yapılan çalışmanın sonuçlarına göre Girit Adası'nın batı kısmında kabuk kalınlığı 25 kilometre ile 30 kilometre arasında olduğu sonucunu vermişlerdir. Snopce vd., (2007), Gönenç vd.,(2006) ve Gönenç (2008) tarafından yapılan gravite modelinin oluşturulmasına yönelik çalışmalarda kabuk kalınlığı Girit Adası'nın güneyinden kuzeyine doğru azalmakta ve bu kalınlık adanın güneyinde 35-40 kilometre civarında, kuzeyinde ise volkanik ada yayı civarında 15-20 kilometre olarak verilmiştir.



Şekil 6. 24 boylamı boyunca alınan kesitler.

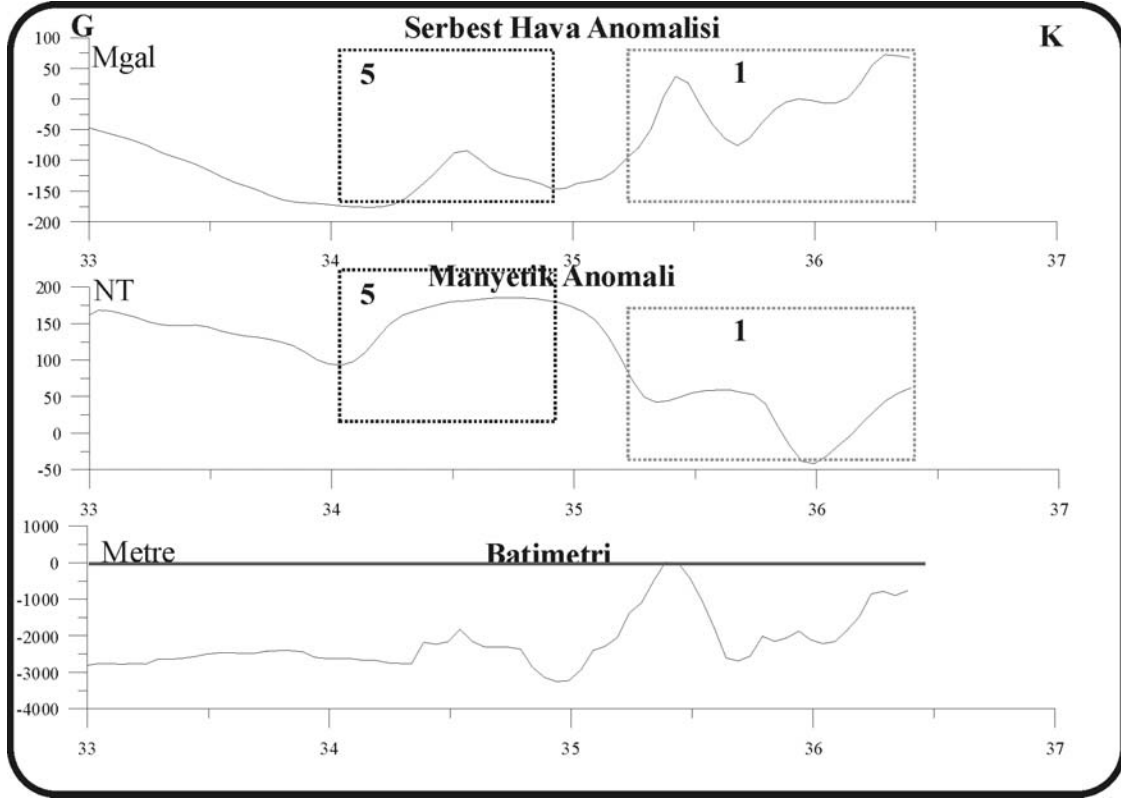


Şekil 7. 25 Boylamı boyunca alınan kesitler.



Şekil 8. 26 boylamı boyunca alınan kesitler.

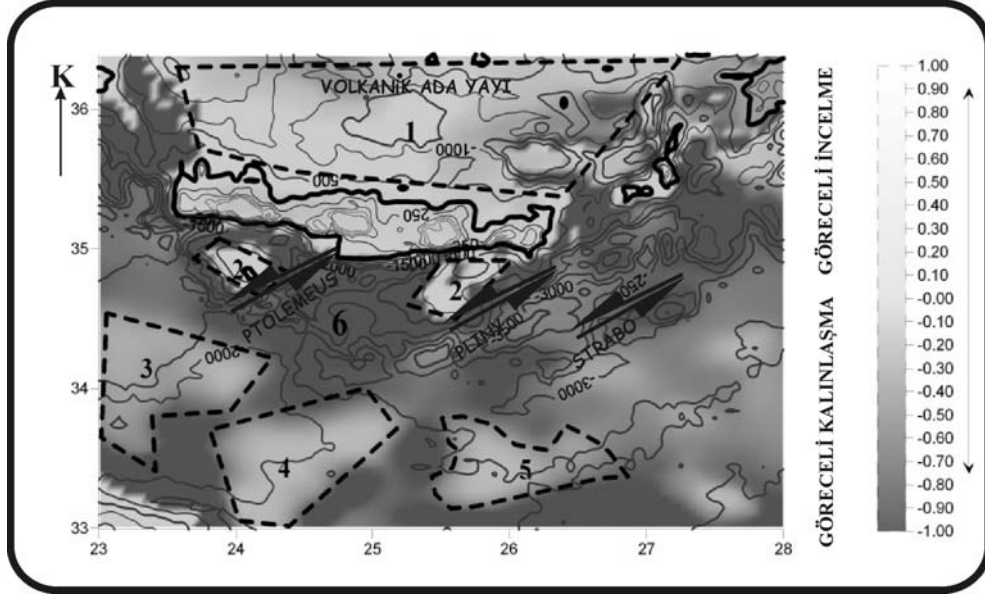




Şekil 9. 27 boylamı boyunca alınan kesitler.

Veriler ışığında serbest hava gravite anomali ve manyetik anomali değerleri normalleştirildikten (Özkan, 2008) sonra aynı harita üzerinde görselleştirilmiştir. Şekil 6-7-8-9'da görsel anlamda serbest hava gravite anomalileri ve manyetik anomaliler arasındaki kontrasta dayalı değerlendirme şeklini tek bir batimetrik harita üzerinde görselleştirmek yorumu daha anlaşılır hale getirecektir. Normalleştirme işlemi ile veriler sabit bir aralığa taşınmış (-1/1) ve bu aralıkta aralarındaki rakamsal kontrast batimetrik harita üzerine entegre edilmiştir. Elde edilen değişim haritasında göreceli incelen alanlar 1-2-3-4-5 numaralı alanlarda gösterilmiştir (Şekil 10).

1 numaralı bölgenin göreceli incelenmesi volkan yayı ile ilişkilendirilebilir (Şekil 2). Beraberinde 3, 4 ve 5 numaralı alanlarda saptanan göreceli incelenme ise Akdeniz sırtının bindirmesi sonucu açılma tektoniği ile ilişkilendirilebilirken (Kahle vd., 1998), 2 numaralı bölgelerde sistemin doğrultu atımlı fay sistemine dönüşmesi -Ptolemeus hendeği- (Şekil 5) ile sıkışma ve açılma tektoniğinin -Pliny Strabo hendek sistemi- (Şekil 5) etkisi kademeli incelenmenin sebebi olabilir. Alan genelinde açılma mekanizması bölgenin kabuk kalınlığı değişiminde oldukça önemli rol oynamaktadır (Kahle vd., 1998).



Şekil10. Göreceli kabuk kalınlığının değiştiği alanların batimetrik veriler ile şematize görünümü.

### 3. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Girit Adası ve civarı dalma batma bölgesi olarak güneyden kuzeye doğru Ege Denizi içlerine kadar uzanmaktadır. Bu sistem dahilinde güneybatı yönlü Ege Bölgesi'nin hareketine karşılık güneyden kuzeye doğru Afrika Plakası'nın hareketi ile var olan bu dalma batma alanının tanımında; Bölge genelinde gerçekleşen depremlerin odak derinliklerine göre yapılan çalışmalarda Wadati-Benioff zonu (Papazachos ve Comninakis, 1971; Gregersen, 1977; Mc Kenzie, 1978; Le Pichon ve Angelier, 1979; Makropoulos, 1984; Taymaz vd., 1990; Gönenç, 2008) boyunca 80–100 km derinlik civarında ikinci bir dalım ortaya konmuştur. Bu ikinci dalımın gerçekleştiği derinlik yüzeyde volkanik ada yaylarının bulunduğu alan ile ilişkilidir (Gönenç, 2008). Volkanik ada yayı ile tanımlanan bu alan Ege Denizi dahilinde Kahle vd. (1998) çalışmasında açılma alanı olarak tanımlanmıştır. Kahle vd., (1998) tarafından yapılan çalışmada GPS ve deformasyona yönelik sonuçlarında bölge deformasyonu Girit adasının kuzey ve güneyinde ayrı ayrı ortaya konmuştur. Benetatos vd., (2004) tarafından yapılan çalışmada, aynı şekilde adanın kuzeyi doğu batı yönlü açılma tektoniği ile tanımlanmıştır. Girit Adası'nın kuzeyi her iki araştırmacı tarafından bu şekilde tanımlanırken adanın güney kısmına yönelik vermiş oldukları sonuçlarda birbirleri ile uyum göstermektedir. Adanın güney kısmı ters faylanma ve bindirmeler sonucunda sıkışma alanı olarak çözümleri yapılmıştır. Bu ada yayı boyunca günümüzde halen aktivite devam etmektedir. Yapılan gravite modellerinde Bohnhoff vd., (2001) ve Gönenç vd., (2006) adanın güney kısmında var olan kabuk kalınlığının kuzey kısmına göre daha fazla olduğunu saptamıştır. Casten ve Snopek, (2006) tarafından yapılan çalışmada da yapılmış olan gravite modellerinde benzer şekilde kuzeye gidildikçe kalınlık göreceli olarak adanın güneyine göre azalmaktadır.

Bouguer Gravite Anomali modellerinde çıkan sonuçlar dahilinde ortaya çıkan okyanusal kabuk ve kıtasal kabuk arasındaki geometrik ilişkinin Snopek vd., (2007), Casten ve Snopek, (2006) ve Gönenç vd., (2006) çalışmalarındaki sonuçlara göre Moho derinliğinin Girit Adası'nın güneyinde 30 kilometre, kuzeye Ege Denizi içlerine gidildikçe bu derinliğin 15-20

kilometreler civarına düştüğü ortaya konmuştur. Tüm bu sonuçlar Girit Adası'nın güneyindeki kabuk kalınlığının kuzeyindeki kabuk kalınlığından daha fazla olduğu ve Ege Denizi içlerinde kabuk kalınlığının Girit Adası'nın güneyine göre göreceli olarak daha ince olduğu sonucunu ortaya koymaktadır.

Girit Adası ve çevresi genelinde deprem odak derinlikleri incelendiğinde de adanın güney kısmına ait odak derinliklerinin sayısal bazda yoğunlukları dalma-batma alanının klasik bindirme kuşağına ait görünümü Gönenç, (2006) tarafından yapılan çalışmada açıkça ortaya konulmuştur. Bindirmenin ve ters faylanmaların gerçekleştiği adanın güney kısmında Pliny, Starabo hendekleri ve bu hendeklerin doğrultu atımlı sistemle Türkiye güneybatı ana karası ile olan etkileşimi bu bölgede ondülasyonlu kalınlaşma ve incelmeye neden olabilir. Batimetrik olarak bu alanın oldukça değişken kotlu bir taban topoğrafyasına sahip olması da bunun bir göstergesi olarak kabul edilebilir.

Bu çalışmada, şu ana kadar verilen bilgiler ışığında  $23^{\circ} 00' - 28^{\circ} 00'$  doğu boylamları,  $33^{\circ} 00' - 36^{\circ} 40'$  kuzey enlemleri ile sınırlandırılmış olan çalışma alanına ait serbest hava gravite anomali değerleri ve manyetik anomali değerleri karşılaştırmalı değerlendirmeye alınmıştır. Tüm bu karşılaştırmalar, Von Frese vd., (1984) tarafından yapılan serbest hava gravite anomalileri ve manyetik anomaliler arasındaki ters ilişkiye dayanan çalışma ile aynı bakış açısıyla deniz verilerinde de Girit Adası ve çevresinde kabuk kalınlığının göreceli değişimine yönelik alanların saptanmasında uyumlu sonuçlar vermiştir. Girit Adası'nın kuzey kısmındaki (Ege Denizi) volkanik ada yayı ile tanımlanan alan genelinde kabuk kalınlığının göreceli olarak adanın güney kısmına göre daha az olduğu serbest hava gravite anomalileri ve manyetik anomaliler arasındaki ters ilişki ile de tanımlanabileceği (Şekil 6-7-8-9) beraberinde bu yaklaşımın özellikle (bu iki yöntemin kullanıldığı çalışmalarda) ham verilerin yada bir başka anlamda ilksel değerlendirmelerde çalışma alanlarının kaba yorumlanmasında kabuk kalınlığının alan genelinde göreceli tanımlanmasında kullanılabileceği sonucu elde edilmiştir. Benzer şekilde adanın güney kısmında da elde edilen sonuçlar göreceli kabuk kalınlaşmasını göstermekte olup her iki alana ait değerlendirilen sonuçlar yukarıda da değinildiği gibi Benetatos vd. (2004), Bohnhoff vd. (2001), Kahle vd. (1998), Snopek vd., (2007), Casten ve Snopek (2006) ve Gönenç vd., (2006), tarafından yapılan çalışmaların sonuçları ile uyumlu çıkmıştır.

#### 4. KAYNAKLAR

Benetatos C., Kiratzi A., Papazachos C. and Karakaisis G. (2004): "Focal mechanisms of shallow and intermediate depth earthquakes along the Hellenic Arc", *Journal of Geo Dynamics* 37 pp:253-296.

Brönnner, M. (2003): "Untersuchung des Krustenaufbaus entlang des Mediterranen Rückens abgeleitet aus geophysikalischen Messungen. In: Berichte aus dem Zentrum für Meeres und Klimaforschung" Reihe C: Geophysik Nr. 21. Universität Hamburg, p. 170.

Bohnhoff, M., Makris, J., Papanikolaou, D. and Stavrakakis, G. (2001): "Crustal investigation of the Hellenic subduction zone using wide aperture seismic data", *Tectonophysics* 343 (3-4), 239-262.

Casten, U., Snopek, K. (2006): "Gravity modelling of the Hellenic subduction zone—a regional study", *Tectonophysics* 417 183-200.

Delibasis, N., Ziazia, M., Voulgaris, N., Papadopoulos, T., Stavrakakis, G., Papanastassiou, D. and Drakatos, G. (1999): "Microseismic activity and seismotectonics of Heraklion area (central Crete Island, Greece)." *Tectonophysics* 308, 237-248.

Finetti, I. and Morelli, C. (1973): "Geophysical exploration of the Mediterranean sea", *Bol Geofis. Teor. Ed. Appl.*, 15(60), 263-341

Gregersen, S. (1977): "P-wave travel time residuals caused by a dipping plate in the Aegean arc in Greece", *Tectonophysics* 37,83–93.

Gönenç, T. (2008): "Doğu Akdeniz Jeofizik Verilerinin analizi ve Yorumu", İzmir, Doktora Tezi Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Gönenç, T., Akgün, M., Ergün, M. (2006): "Girit Yayının Sismolojik ve Bouguer Gravite Anomalisi Verilerine Göre Yorumlanması", *Geosound Yerbilimleri Çukurova Üniversitesi Sayı:48-49 Haziran-Aralık. ISSN 1019-1003 s:51-67.*

Intergovernmental Oceanographic Commission, (1988-1989): *Bouguer Gravity Anomalies (IBCM-G). International bathymetric Chart of the Mediterranean, Geological-Geophysical Series established with the assistance of the International Commission for the scientific exploration of the Mediterranean Sea. Mercator projection. Scale 1:1000000 at 38°N latitude. 10 sheet with Bouguer anomalies in 10 mgal contours.*

Kahle, H. G., Straup, C., Reilinger, R., McClusky, S., King, R., Hurst K., Veis, G. and Kastens, K. (1998): "The Strain Rate Field in the Eastern Mediterranean Region Estimated by Repeated GPS Measurements", *Tectonophysics* 294. pp:237-252.

Knapmeyer, M., Harjes, H.-P.(2000): "Imaging crustal discontinuities and the downgoing slab beneath western Crete." *Geophys. J. Int.* 143, 1–21.

LePichon, X. and Angelier, J. (1979): "The Hellenic arc and trench system:a key to the neotectonic evolution of the eastern Mediterranean area", *Tectonophysics* 60, 1 – 42.

Li, X., Bock, G., Vafidis, A., Kind, R., Harjes, H., Hanka, W., Wylegalla, K., van der Meijde, M., Yuan, X. (2003): "Receiver function study of the Hellenic subduction zone: imaging crustal thickness variations and the oceanic Moho of the descending African lithosphere." *Geophys. J. Int.* 155, 733–748.

Lort, J. M. and Gray, F. (1974): "Cyprus: Seismic studies at sea", *Nature.* 248, 745-747.

Makris, J. and Wang, J. (1995): "Crustal evolution of the eastern Mediterranean sea, deduced from geophysical data", *Rapp. Comm. Int. Mer. Medit.*,34.

Makropoulos, K.C. (1984): "Greece tectonics and seismicity", *Tectonophysics* 106, 275–304.

McKenzie, D.P. (1978): "Active tectonics of the alpine Himalayan belt:the Aegean Sea and surrounding regions", *Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society* 55, 217–254.

Meier, T., Dietrich, K., Stöckhert, B.and Harjes, H.-P. (2004): "One-dimensional models of shear wave velocity for the eastern Mediterranean obtained from the inversion of Rayleigh wave phase velocities and tectonic implications." *Geophys. J. Int.* 156, 45–58.

Özkan, K. (2008): "Assessment to the relationships between vegetation and site properties accordance with similarity values between quadrat pairs", *Biodicon*, [www.biodicon.com](http://www.biodicon.com), ISSN 1308-5301 Print ; ISSN 1308-8084 Online. P:62

Pamukçu, O.A., Akçığ, Z., Demirbaş Ş. and Zor, E. (2007): "Investigation of crustal thickness in eastern Anatolia using gravity, magnetic and topographic data", *Pure Applied Geophysics*, 164, 2345-2358, 0033-4553/07/112345-14, DOI 10.1007/s00024-007-0267-7,.

Papazachos, B.C. (1969): "Phase velocity of rayleigh waves in southern Europe and eastern Mediterranean sea", *Pure Appl. Geophys.* 75, 47-55.

Papazachos, B.C. and Comninakis, P.E. (1971): "Geophysical and tectonic features of the Hellenic arc", *J. Geophysical Research.* 76, 8517– 8533.

Papazachos, B.C., Karakostas, V., Papazachos, C., Scordilis, E. (2000): "The geometry of the Wadati-Benioff zone and lithospheric kinematics in the Hellenic arc." *Tectonophysics* 319, 275–300.

Payo, G. (1967): "Crustal structure of the Mediterranean sea by surface waves", Part I. Group velocity. *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 57, 151-172.

Snopek, K., Meier, T., Endrun, B., Bohnhoff, M. and Casten, U. (2007): “ Comparison of gravimetric and seismic constrains on the structure of the Aegean lithosphere in hthe forearc of the Hellenic subduction zone in the area of Crete”, *Journal Of Geodynamics.*, 44-173,187

Stiros, S.C. (2000): “TheAD365 Crete earthquake and possible seismic clustering during the fourth to sixth centuriesADin the Eastern Mediterranean: a review of historical and archaeological data.” *J. Struct. Geol.* 23, 545–562.

Taymaz, T., Jackson, J. and Westaway, R., (1990): “Earthquake mechanism in the Hellenic Trench near Crete”, *Geophysical Journal International* 102, 695– 731.

Von Frese, R.R.B., W.J. Hinze and L.W. Braile, (1982). “Regional North American gravity and magnetic anomaly correlations”, *Geophys. J.R. Astr. Soc.*, v. 69, pp. 745-761.

Woodside, J. M. and Bowin, C. (1970): “Gravity anomalies and inferred crustal structures in eastern Mediterranean Sea”, *Geol. Soc. Amer. Bull.* 81, 1107.