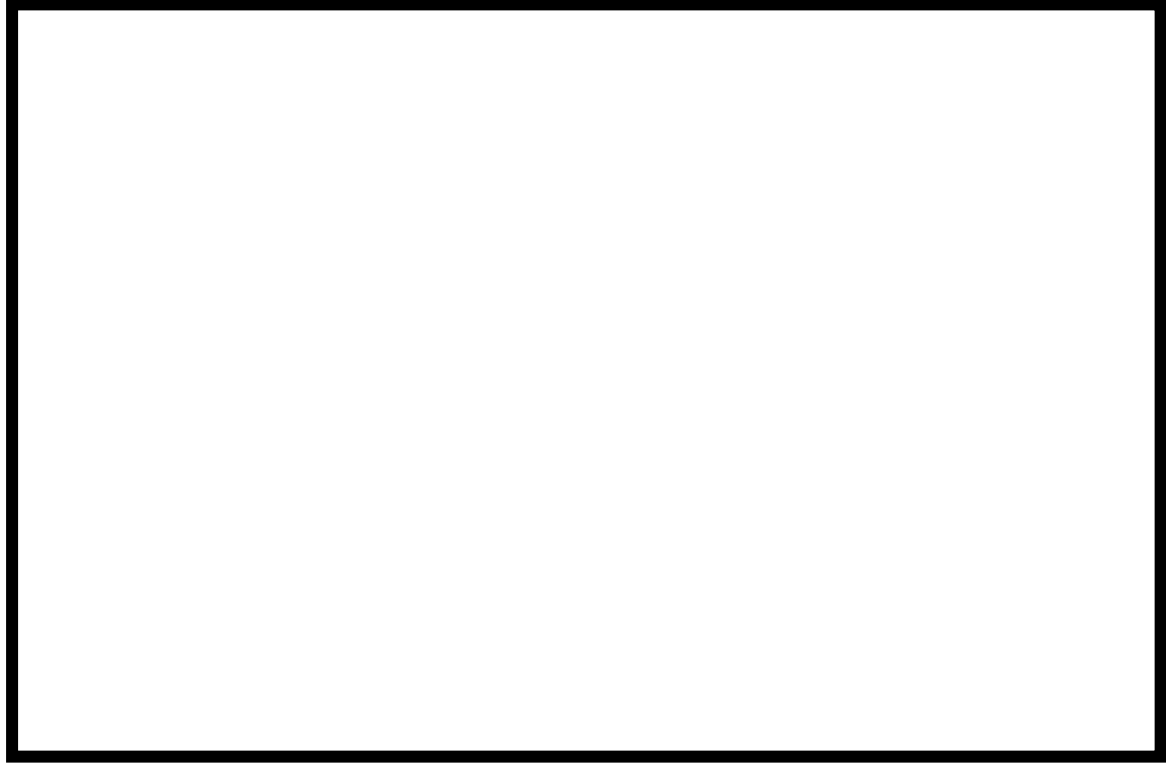




**TÜRKİYE ULUSAL JEODEZİ VE
JEOFİZİK BİRLİĞİ (TUJJB)**

**TURKISH UNION OF NATIONAL
GEODESY AND GEOPHYSICS
(TUNGGA)**



**TUJJB Ulusal Deprem Programı
National Earthquake Program of TUNGGA**

**Orta ve Doğu Anadolu'da Yapay Sismik Kaynak
Kullanarak Yerkabuğu Yapısının Ayrıntılı
Araştırılması ve Deprem İstasyonlarının
Kalibrasyonu**

PROJE NO: TUJJB-UDP04-01

**Prof.Dr. Cemil Gürbüz
Yard.Doç. Dr. Tolga Bekler
Araş.Gör. Doğan Aksarı
Alper Denli**

**Mayıs 2012
İSTANBUL**

Önsöz

Proje Doğu Anadolu'da kabuk yapısının yapay kaynaklar kullanılarak bulunması, deprem istasyonlarındaki gecikmelerin belirlenmesi ile deprem istasyonlarının kalibrasyonunu yapmaktır. Proje TUJJB projesinden bağımsız olarak 2002 yılında Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü ile MIT, Earth Resources Laboratory (USA) arasındaki bir işbirliği ile başlatılmış ve bu kapsamda Keskin patlatması ve Gaziantep patlatmaları yapılmıştır. Bu iki patlatma yeterli olmadığı için Türkiye deki bütün istasyonların kayıt edebileceği bir patlatmanın Van gölünde yapılması planlanmıştır. Bu konuda Van gölünde yapılacak olan 10 tonluk patlatma için fizibilite çalışması yaptırılmış ama Van gölündeki canlılara zarar verebileceği görüşü olduğu için vazgeçilmiştir. Bu yüzden çalışma bölgesel bazda yapılmıştır. Bölgesel bazdaki çalışmaya ek bir katkı sağlamak amacıyla TUJJB den bu proje için belirli oranda bir katkı istenmiştir. Bu katkı çerçevesinde bu proje raporu hazırlanmıştır.

İÇİNDEKİLER

Önsöz	3
Tablo ve Tablo Listeleri	5
Özet	5
Abstract	5
1. Giriş	7
2. Gelişme	7
2.1 Verilerin Toplanması	7
2.2.1 1D Hız Modelinin Oluşturulması	13
2.2.2 Oluşturulan Kabuk Modelinin Test Edilmesi	15
3. Sonuçlar	19
4. Referanslar	21

TABLO VE ŞEKİL LİSTELERİ

- Tablo 1. Malatya Tavşantepe Taşocağı ve İstasyon koordinatları.
- Tablo 2. Hekimhan galeri patlatması kaynak ve sismik istasyon bilgileri.
- Tablo 3. VELEST için oluşturulan başlangıç Modeli.
- Tablo 4. Deprem istasyonlarındaki P ve S dalgası gecikme zamanları.
- Şekil 1. 37-39.5K ile 36-40D koordinatları arasında kalan sabit deprem istasyonları (yeşil üçgen) ve her iki galeri patlatmasında geçici olarak kurulan sismik istasyonlar (mavi üçgen – malatya-tavşantepe, kırmızı üçgenler – Hekimhan galeri patlatması).
- Şekil 2. Malatya Tavşantepe galeri patlatmasında geçici olarak kurulan sismik istasyonlar (mavi üçgen – sismik istasyonlar, yeşil yıldız (SP02) – Tavşantepe taş ocağı).
- Şekil 3. Hekimhan galeri patlatmasında geçici olarak kurulan sismik istasyonlar (kırmızı üçgenler – sismik istasyonlar, yeşil yıldız (SP01) – Hekimhan taş ocağı).
- Şekil 4. Hekimhan galeri patlatmasından elde edilen sismik kayıtlar.
- Şekil 5. UDIM tarafından çalışma bölgesinde işletilen deprem istasyonları.
- Şekil 6. UDIM tarafından HYPO71 programı ve Şekil 8 de verilen kabuk modeli kullanılarak elde edilen bir yıllık deprem çözüm lokasyonları.
- Şekil 7. VELEST programı ile Şekil 8 de verilen kabuk modeli kullanılarak elde edilen bir yıllık deprem çözüm lokasyonları.
- Şekil 8. Çalışmada kullanılan ve üretilen kabuk modelleri. Mavi : UDIM modeli, Yeşil : Velest programı ile üretilen P Hızı kabul modeli, Siyah : Velest programı ile üretilen S hızı kabul modeli.
- Şekil 9. UDIM deprem istasyonları için elde edilen istasyon düzeltmeleri. Yeşil : pozitif değerleri ve, Siyah : negatif istasyon gecikme değerlerini göstermektedir.

Özet

Projenin amacı Doğu Anadoludaki kabuk yapısının araştırılması ve mevcut deprem istasyonlarının kalibrasyonudur. Bu amaca yönelik olarak bölgede yapılan galeri patlatmaları sismik kayıtların alınmasında kullanılmıştır. Ripple adı verilen çok sayıdaki sığ kuyularda ve gecikmeli olarak patlatılan taş ocakları sismik enerji açısından yeterli olmamaktadır. Galeri patlatmaları ise tek bir galeride büyük miktarda patlayıcı ihtiva ettiği ve gecikmesiz olduğu için sismik enerji açısından arzu edilen taş ocağı patlatmasıdır. Malatya bölgesindeki iki galeri patlatmasından geçici sismik istasyonlar kurularak bir sismik profil ve birde alansal istasyon dağılımı kaydı alınmıştır. VELEST programı kullanılarak son bir yılda olmuş depremler ile çözümlere gidilmiş ve 37 – 39,5 K ve 36 – 40 D enlem ve boylamları arasında kalan bölge için bir kabuk modeli bulunmuş ve sabit deprem istasyonlarının kalibrasyonuna yönelik istasyon gecikmeleri belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Kabuk yapısı, galeri patlatması, deprem istasyonlarının kalibrasyonu

Abstarct

Aim of this project was to investigate crustal structure and calibration of existing earthquake stations in Eastern Anatolia. Gallery quarry blasts were used to get seismic records. Ripple firing does not give enough energy for seismic recordings due to shallow wells and delay in firings. Gallery firings are done at only one location and amount of explosive is big and there is no delay. Therefore gallery type firing is preferred in seismic recordings. We found two galleries in Malatya region and these quarry blasts were used to get recordings beneath a seismic refraction profile and temporary stations installed in the area. By using VELEST software earthquakes recorded in the 37 – 39.5 N and 36 – 40 E given latitude – longitude range at one year period were analysed to obtain crustal structure representing the region and station correction of the earthquake stations. These station corrections are used to calibrate existing earthquake stations.

Key words: Crustal structure, gallery blast, calibration of earthquake stations

1. Giriş

Türkiye de kabuk yapısı çalışmaları yeterince yapılamadığı için deprem çözümlerinde istasyon sayısı ve dağılımına bağlı olarak depremlerin lokasyonları yapılmaktadır. Deprem istasyonlarındaki gecikmeler bilinmediği için episantr ve odak derinliklerinin belirlenmesinde hatalar oluşmaktadır. Bu hataları minimuma indirmek için yeri ve zamanı bilinen yapay bir deprem ile deprem istasyonlarının kalibrasyonu ve o bölgeyi temsil eden bir kabuk modelinin oluşturulması düşünülmüştür. Bu konuda ilk çalışma ETSE projesi (Sandvol v.d., 2002) kapsamında Ağrı barajı inşaatı sırasında yapılan bir galeri patlatmasından(Gürbüz v.d., 2004) yararlanılmıştır.

Bu projede Ağrı patlatmasına benzer Tablode yapay kaynakların kullanımı ile yer kabuğu yapısının geçici sismik istasyonlar kurularak araştırılması ve aynı zamanda çalışma bölgesinde bulunan sabit deprem istasyonlarının kalibrasyonu planlanmıştır. Kaynak olarak Malatya ve Hekimhan bölgesinde bulunan iki galeri patlatmasından yararlanılmıştır. 2005 yılındaki Malatya patlatmasında 10 ton ve 2007 yılındaki Hekimhan patlatmasında ise 5 tonluk galeri patlatmaları olmuştur. Malatya taş ocağında 50 m aralıklarda bulunan iki galeride yapılan patlatma ile Hekimhan da bir bir adet galeride yapılan patlatmalar iki amaç için kullanılmıştır. Malatya patlatmasında mevcut sabit deprem istasyonları içersine 15 tane geçici deprem kayıtçaları yerleştirilmiştir. Hekimhan patlatma çalışmasında ise bir profil doğrultusunda 16 tane sismik istasyon yerleştirilmiş ve bu profilin altındaki kabuk yapısı araştırılmıştır.

2. Gelişme

2.1 Verilerin Toplanması

Proje süresinde projeye bağlı olarak iki galeri patlatmasından sismik kayıtlar alınmıştır. Normal taş ocağı patlatmalarında büyük miktarda patlayıcı kullanılmakla beraber patlayıcıların çok sayıda sığ kuyulara yerleştirilmesi sonucu patlatmadan yeteri kadar sismik enerji ortaya çıkmamaktadır. Bu nedenle bölgede galeri patlatması yapan yerler aranmış ve Malatya bölgesinde iki farklı yerde galeri çalışması yapan yer bulunmuştur. Bu çalışmada 15 adet REFTEK Teksan 125 aleti kullanılmıştır. Geçici olarak kurulan sismik aletler yanında bölgede mevcut deprem istasyonları da projeye dâhil edilmiştir. Tablo 1 ve 2 de çalışma ile ilgili istasyon, patlatma ve alet bilgileri verilmiştir. Şekil 1 de her iki çalışmada kurulan geçici sismik istasyonlar ve sabit deprem istasyonlarının lokasyonları verilmiştir.

Malatya Tanşan Tepe taş ocağında birbirinden 50 metre uzaklıkta iki galeri açılmış ve bu galerilere toplan 10 ton patlayıcı yerleştirilmiştir. İki galerideki patlatma eş zamanlı olmuştur. Bu patlatmada kurulan istasyonların lokasyonları Şekil 2 de verilmiştir. Hekimhan daki galeri patlatmasında 5 ton patlayıcı kullanılmıştır. İstasyonlar Hekimhan ile Sivas arasına yerleştirilmiştir. Şekil 3 de ise kurulan istasyonların lokasyonları görülmektedir. Hekimhan taşocağı patlatması istasyon lokasyonları önce harita üzerinde belirlenmiş ve daha sonra arazide logistik nedenlerden dolayı değiştirilmiştir.

Tablo 1. Malatya Tavşantepe Taşocağı ve İstasyon koordinatları

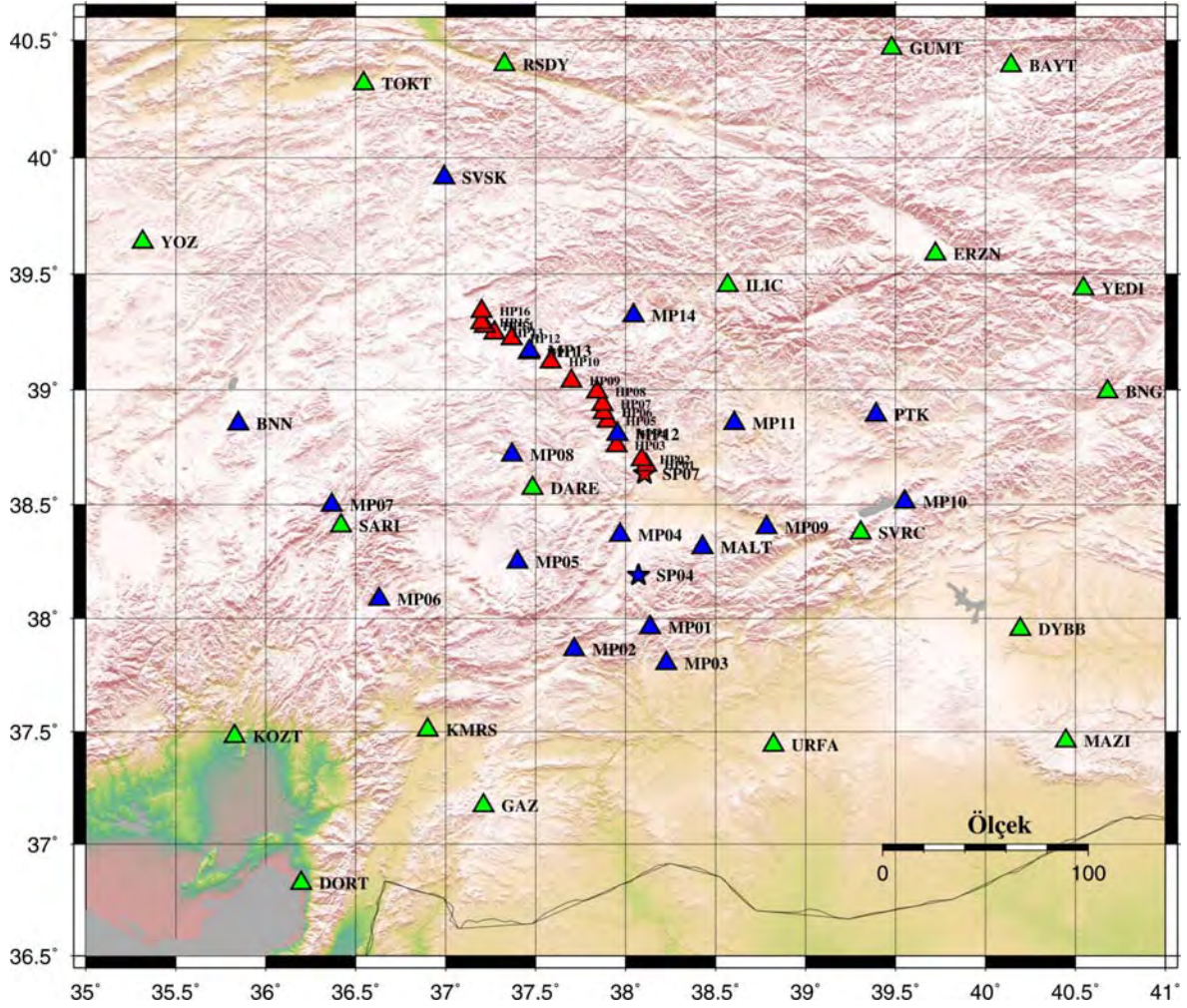
İstasyon Yeri	Koordinatlar		Yükseklik(m)
	Enlem	Boylam	
1-Çelikhan	37°57.621	38°08.124	1024
2-Gölbaşı	37°51.802	37°42.826	828
3-Adıyaman	37°48.127	38°13.540	786
4- Develi(Malatya)	38°22.015	37°58.112	1216
5-Elbistan	38°14.901	37°23.912	1300
6-Göksun	38°05.101	36°37.808	1380
7-Sarız	38°29.922	36°22.019	1821
8-Gürün	38°43.017	37°22.080	1601
9-Kale	38°23.949	38°46.992	939
10-Maden	38°30.692	39°33.112	1240
11-Keban	38°51.248	38°36.222	1102
12-Hekimhan	38°48.401	37°57.302	1130
13-Kangal	39°10.063	37°27.948	1610
14-Divriği	39°19.291	38°02.697	1130

Patlatma Nok. 38°11.418 - 38°04.275 1040

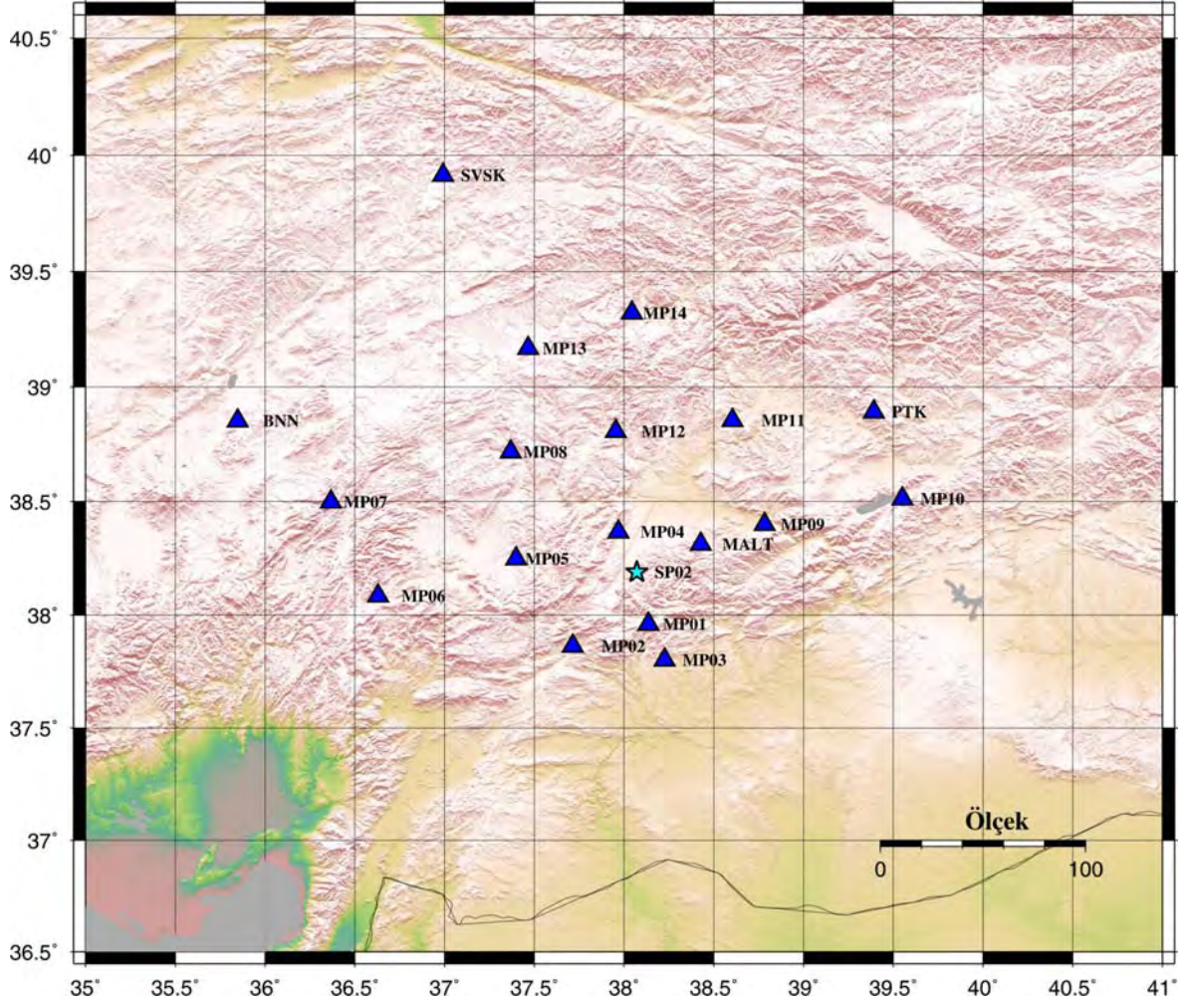
Patlatma Zamanı 09:22:47.07

Tablo 2. Hekimhan galeri patlatması kaynak ve sismik istasyon bilgileri.

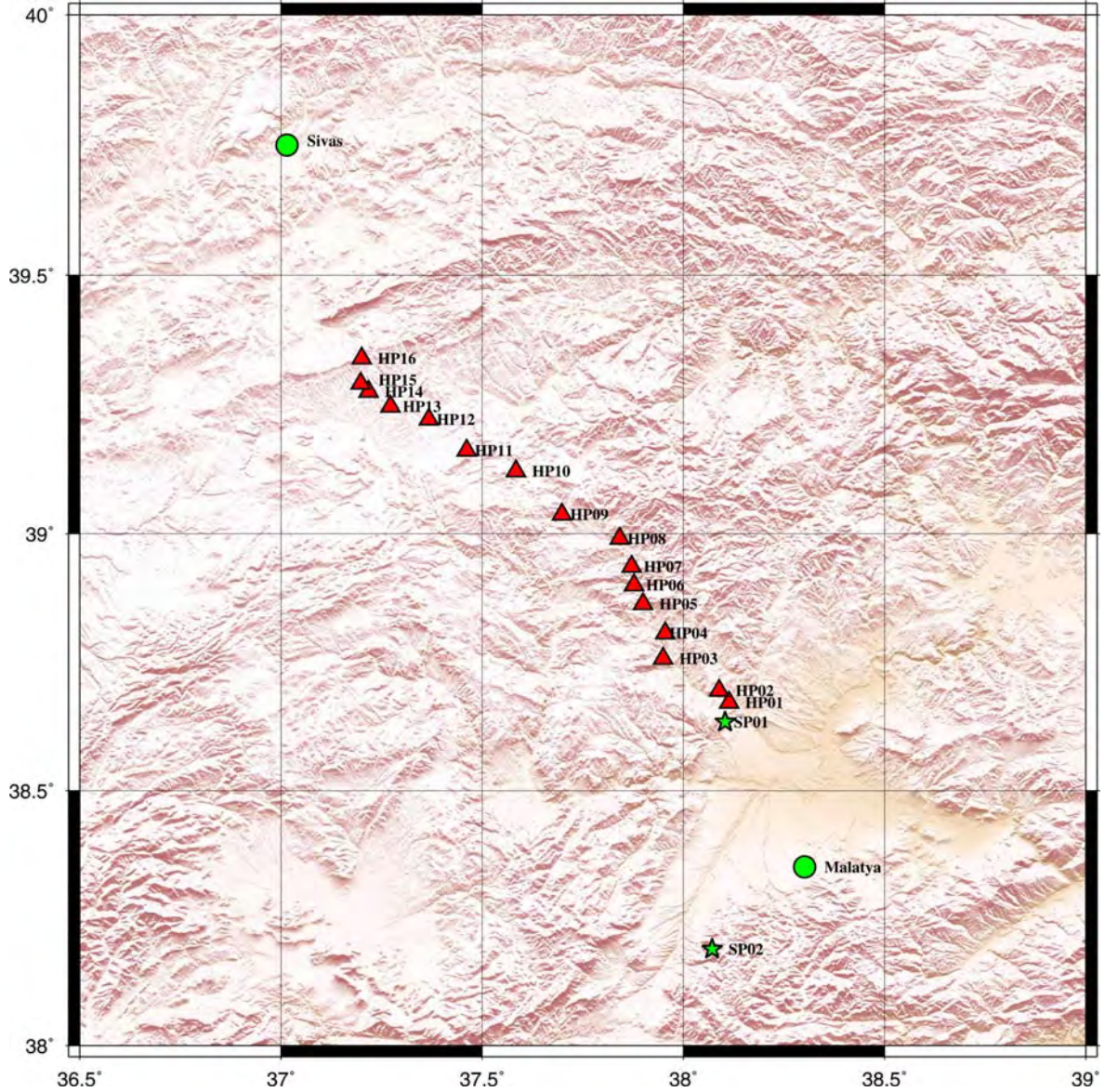
İstasyon	Açıklamalar	Reftak	Enlem	Boylam	Yüksekl ik(m)	Zemin Öz.
Kaynak 1	Taşocağı içi	3060	38 38 01.1	38 06 11.4	1119	Ana Kaya
Kaynak 2	Taşocağı içi	3031	38 38 02.0	38 06 13.0	1120	Ana Kaya
1	Yazıhan	3043	38 40 18.9	38 06 49.7	868	Ana Kaya
2	Yeşilpınar	3057	38 41 42.6	38 05 19.5	1100	Ana Kaya
3	Akülü	3050	38 45 27.6	37 56 58.6	1132	Ana Kaya
4	Hekimhan	3040	38 48 24.8	37 57 17.1	1241	Ana Kaya
5	Beykent köyü	3032	38 51 49.7	37 53 59.0	1149	Ana Kaya
Ara Nokta	Akülü	3063	38 54 02.2	37 52 38.5	1174	Ana Kaya
6	Hasan çelebi-1	3035	38 56 11.8	37 52 17.0	1227	Ana Kaya
7	Hasan çelebi-2	3044	38 59 26.5	37 50 28.9	1263	Ana Kaya
8		3042	39 02 15.7	37 41 53.7	1575	Ana Kaya
9	Alacahanı	3062	39 07 17.2	37 35 02.4	1754	Ana Kaya
10	Kangal	3071	39 09 41.1	37 27 41.5	1737	Ana Kaya
11	K.Y. 165. Şube	3047	39 13 19.0	37 22 02.0	1601	Ana Kaya
12		3074	39 14 47.8	37 16 19.6	1514	Dolgu Zemin
13		3053	39 16 32.1	37 13 03.7	1673	Ana Kaya
14		3052	39 17 27.6	37 11 54.4	1643	Ana Kaya
15	Deliktaş köyü	3069	39 20 23.3	37 12 02.7	1795	Ana Kaya



Şekil 1. 37-39.5K ile 36-40D koordinatları arasında kalan sabit deprem istasyonları (yeşil üçgen) ve her iki galeri patlatmasında geçici olarak kurulan sismik istasyonlar (mavi üçgen – malatya-tavşantepe, kırmızı üçgenler – Hekimhan galeri patlatması).



Şekil 2. Malatya Tavşantepe galeri patlatmasında geçici olarak kurulan sismik istasyonlar (mavi üçgen – sismik istasyonlar, yeşil yıldız (SP02) – Tavşantepe taş ocağı).



Şekil 3. Hekimhan galeri patlatmasında geçici olarak kurulan sismik istasyonlar (kırmızı üçgenler – sismik istasyonlar, yeşil yıldız (SP01) – Hekimhan taş ocağı).

2.2 Verilerin Analizi

Farklı kayıtçılar tarafından alınan kayıtlar laboratuvarında bilgisayar ortamına aktarılmıştır. REFTEK ve Güralp kayıtçıları tarafından alınan kayıtların formatları farklıdır. Bu nedenle aynı formata dönüştürülmeleri gerekmektedir. Veriler İş İstasyonlarında analiz edileceklerinden dolayı SAC formatına dönüştürülmüştür. Veriler saniyede 100 örnek olacak şekilde toplanmıştır. Hekimhan galeri patlatmasından elde edilen sismik kayıtlar Şekil 4 de verilmiştir. Kayıtlarda sinyal / gürültü oranı 100 km den sonrada ilk gelişlerin okunmasını mümkün kılmıştır. Sismik kayıtlar çeşitli band aralığında süzölmüş ve ilk okumaların sağlıklı okunabilmesi için uygun süzgeç parametreleri tayin edilmiştir.

Kaynak noktasına yakın istasyonlar için böyle bir işleme gerek kalmadan ilk gelişler doğru bir şekilde belirlenmiştir. Elde edilen sismik verilerden oluşturulan zaman – uzaklık grafiğinden Hekimhan taş ocağının altındaki kabuk yapısı çıkarılmıştır. Elde edilen verilerden profilin altındaki iki boyutlu hız yapısının çıkarılması düşünülmüş ama mümkün olmamıştır. Patlatma noktasının sadece bir noktada olması ve yeteri sıklıkta istasyonun bulunmaması nedeniyle bu mümkün olmamıştır. Profil uzunluğu yeteri kadar uzun olmadığı için Moho süreksizliğinden gelen Pn dalgaları oluşmadığından Moho derinliği bu çalışmadan belirlenememiştir. Geçici sismik istasyonlar yanında sabit deprem istasyonlarının bazılarında galeri patlatmasını kayıt etmişlerdir. Bu kayıtlar yardımıyla Pn dalgasına ait seyahat zamanlarından Moho derinliği ve hızı hesaplanmıştır. Buradan elde edilen bilgilerden VELEST programı için gerekli başlangıç modeli oluşturulurken Gürbüz v.d.(2004) çalışması sonuçlarında kullanılmıştır.

2.2.1 1D Hız Modelinin Oluşturulması

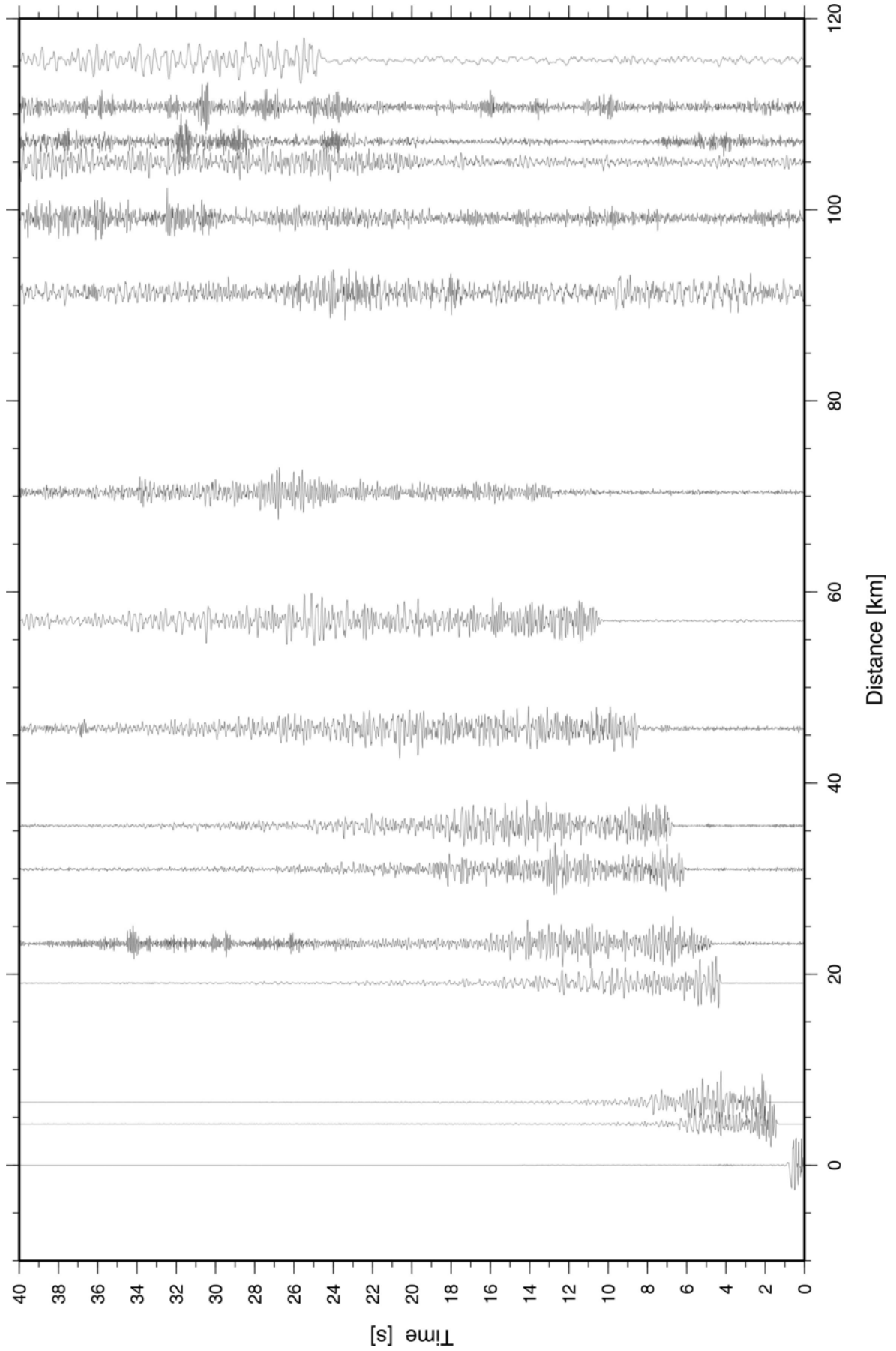
VELEST programı ile bölgeyi temsil eden hız modelini bulmak ve deprem istasyonlarındaki gecikmeleri belirliyerek deprem istasyonlarının kalibrasyonu sağlamak amaçlanmıştır(Kissling, 1995 ; Kissling v.d. , 1994). Hekimhan galeri patlatması kullanılarak başlangıç modeli(Tablo 3) oluşturulduktan sonra VELEST programı ile bölgeyi temsil eden 1D modeli bulmak için 37.0 – 39.5 Enlem ve 36.0 – 40.0 Boylamları arasında kalan bölgede yer alan deprem istasyonları tarafından bu bölge içersinde kayıt edilen deprem alınmıştır(Şekil 5). Çözüme patlatma zamanı ve yeri bilinen bir nokta ile başlanmıştır. Bu amaçla Malatya Tavşan Tepe galeri patlatması kayıtları kullanılmıştır. Bu patlatmada geçici sismik istasyonlar patlatma noktası çevresine yerleştirilmiştir(Şekil 2). Bu patlatma ayrıca bölge mevcut sabit deprem istasyonları tarafından da kayıt edilmiştir. Hekimhan galeri patlatmasında da bölgedeki bazı deprem istasyonları patlatma kaydını almıştır. Bu nedenle iki patlatmada bölgenin yapısını belirliyecek kabuk modelinin bulunmasında kullanılmıştır.

Tablo 3. VELEST için oluşturulan başlangıç Modeli

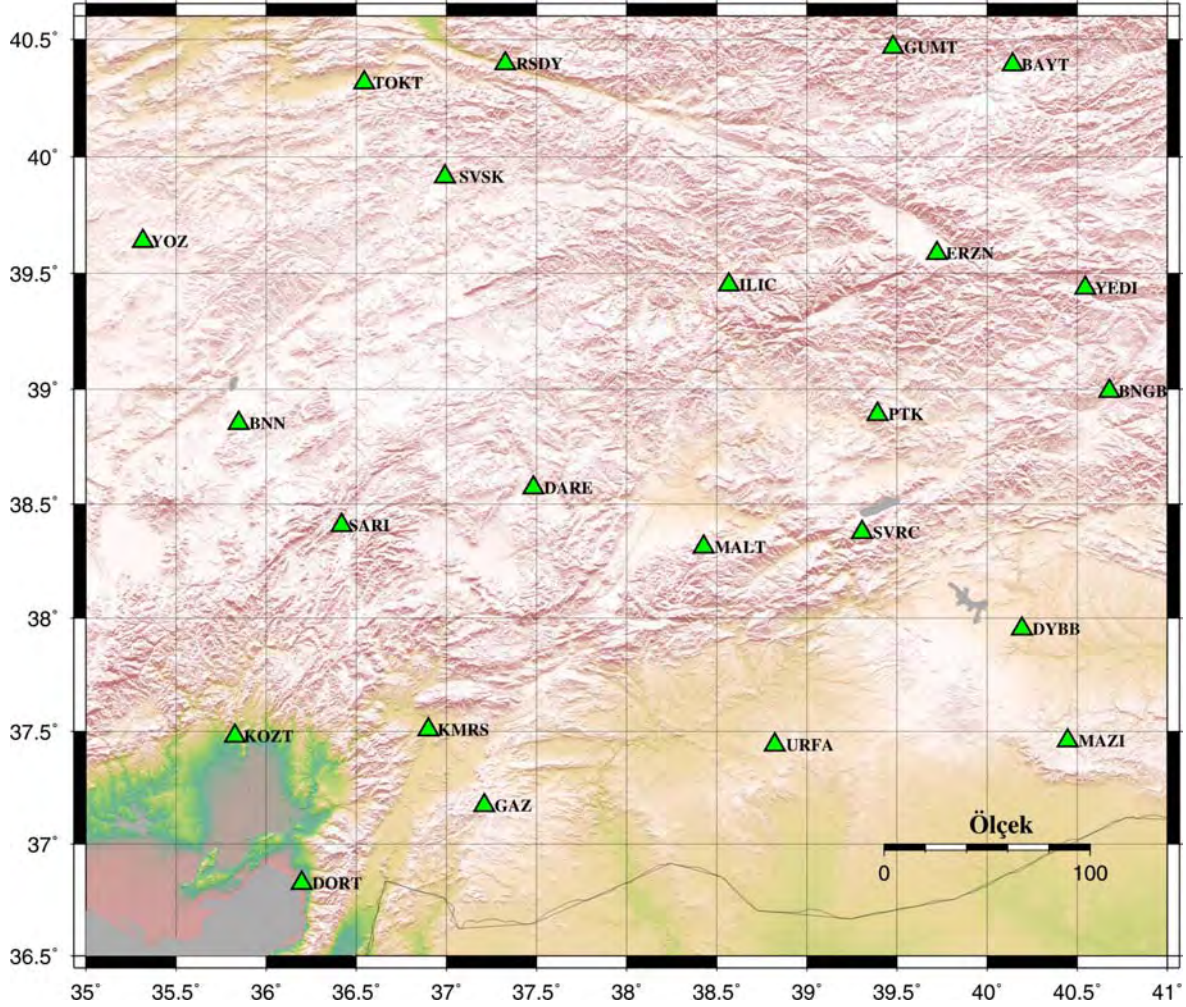
Derinlik(km) P Hızı (km/s) S Hızı(km/s)

.....
 -2.0 3.8 2.19
 6.0 5.8 3.35
 14.0 6.6 3.81
 35.0 8.0 4.62

Belirtilen bölge içersinde kalan bir yıllık deprem aktivitesi alınmış ve çalışmada kullanılmıştır. HYPO71 yazılım programı ile lokasyonu yapılmış deprem sayısı 1200 civarındaydı. Önce bu deprem listesinden seçilen istasyonlara ait geliş zamanları alınmış ve bu yeni veri listesi çözümde kullanılmıştır. Bir depremi kayıt eden istasyon sayısı 5 den az ise bu depremler listeden çıkarılmıştır. Bu aşamadan sonra VELEST programı çalıştırılmış ve 10 iterasyondan sonra rezidüel değerleri 0.50 değerine ulaşınca programın çalışması durdurulmuştur. Çözüm rezidüelleri tek tek incelenmiş ve rezidüel değeri 1 den büyük olan depremler listeden çıkarılmıştır. Ayrıca azimtsal açıklığı 180 dereceden büyük olan depremlerde listeden çıkarılmış ve böylece deprem sayısı 1200 den 670 e indirgenmiştir.



Şekil 4. Hekimhan galeri patlatmasından elde edilen sismik kayıtlar.

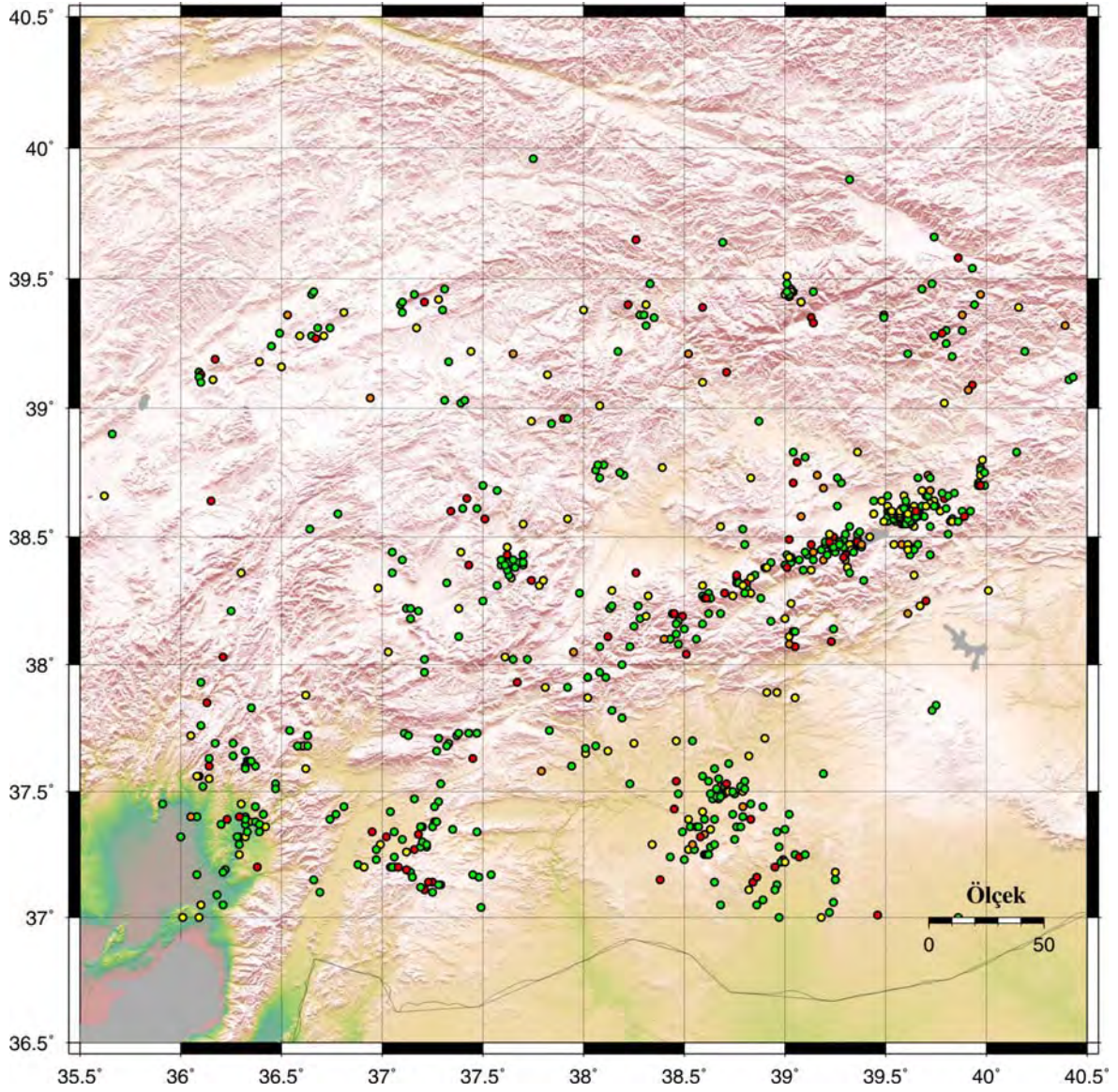


Şekil 5. UDIM tarafından çalışma bölgesinde işletilen deprem istasyonları

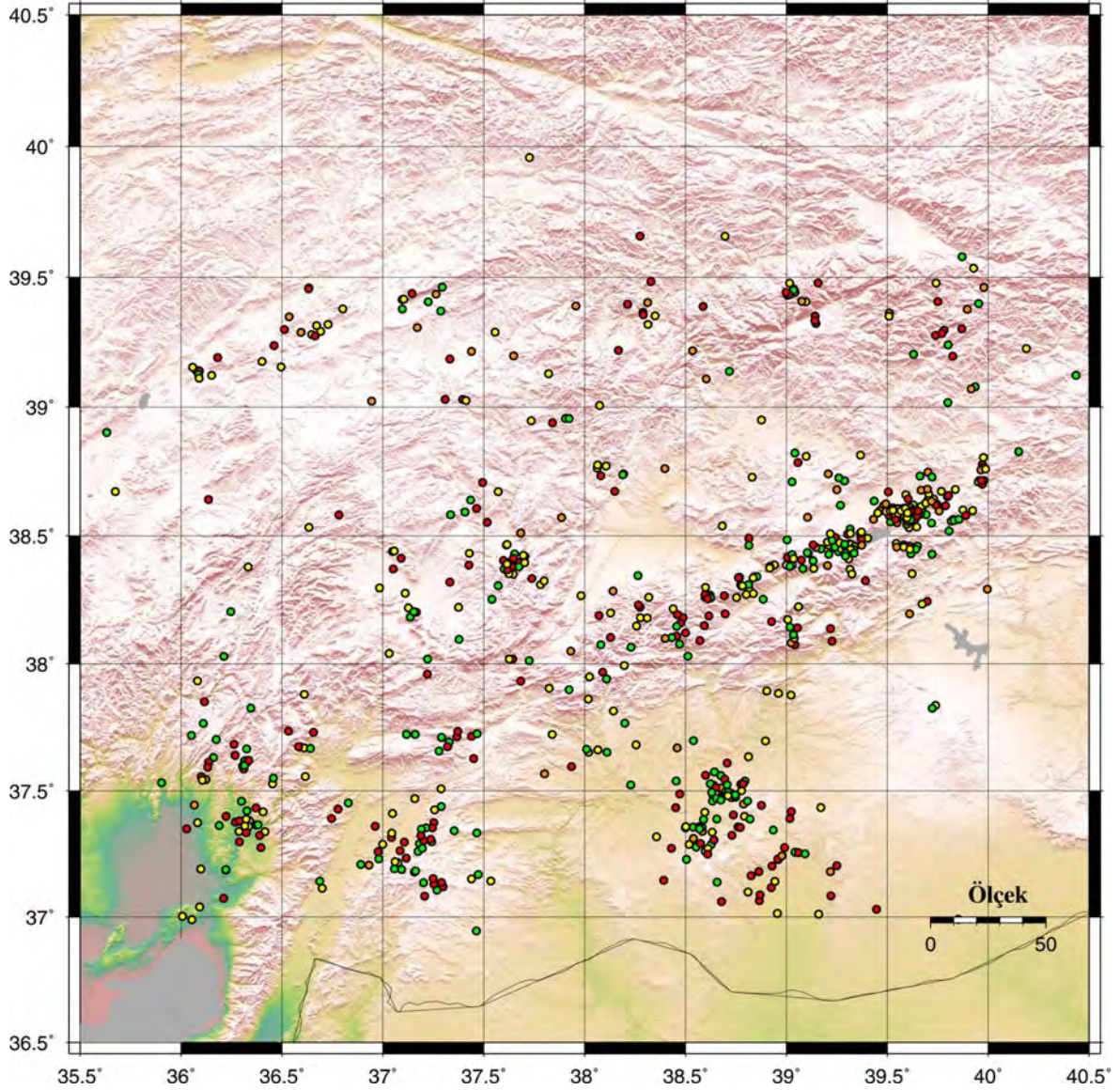
2.2.2 Oluşturulan Kabuk Modelinin Test Edilmesi

VELEST programı bu yeni veri ile tekrar çalıştırılmış ve belirli sayıdaki iterasyondan sonra rezidüellerin minimum olduğu bir değere ulaşılmıştır. Çözüm rezidüeli son çözümde 0.38 olmuştur. En son çözümden sonra her bir istasyonun istasyon düzeltme değeri ve bölgeyi temsil eden kabuk yapısı modeli bulunmuştur. Bu kabuk modelinin doğruluğunu test etmek için önce herbir deprem verisi bu yeni model ve istasyon düzeltmelerinde göz önüne alınarak yeniden lokasyon edilmiştir. Daha sonra sistematik ve rastgele olarak deprem lokasyonunu belirleyen enlem, boylam ve odak derinliği değerleri değiştirilmiş ve VELEST programı yeniden çalıştırılmış ve yeni çözümler elde edilmiştir. Daha sonra bu değişiklikten önceki deprem lokasyon değerleri değişiklik yapıldıktan sonraki deprem parametrelerinden çıkarılmış ve bir grafik üzerinde görüntülenmiştir. Bu işlemi yaparken enlem ve boylam değerleri önce kilometreye çevrilmiş ve daha sonra çıkarma işlemi yapılmıştır. Fark değerleri ortalama olarak sıfır civarında bir dağılım göstermiştir.

Şekil 6 ve 7 de UDIM tarafından elde edilmiş deprem lokasyonları ve VELEST programı sonucu üretilen deprem lokasyonlarını göstermektedir. UDIM tarafından



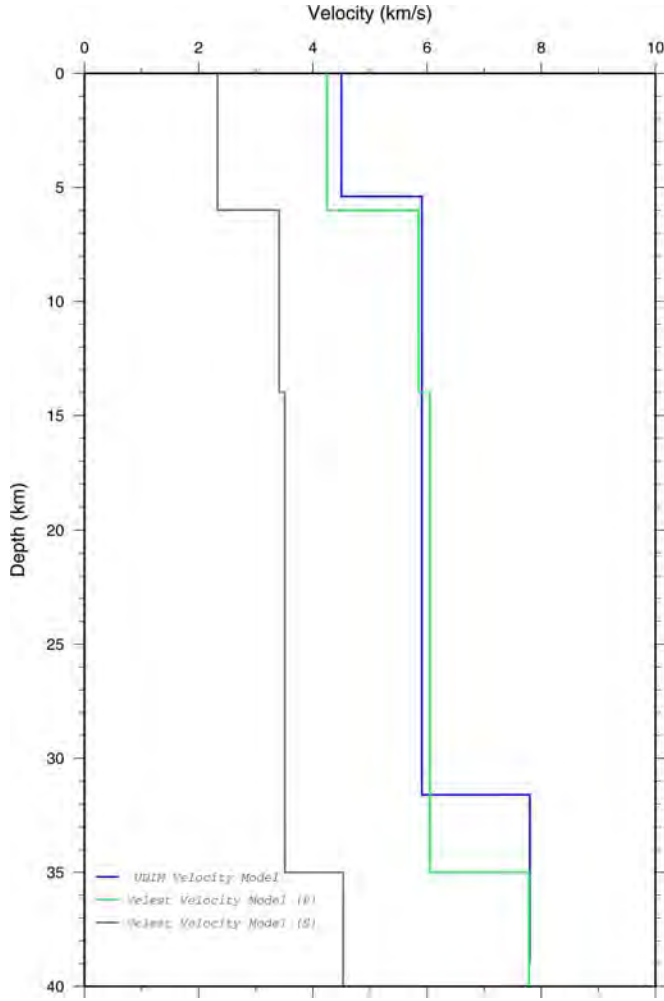
Şekil 6. UDIM tarafından HYPO71 programı ve Şekil 8 de verilen kabuk modeli kullanılarak elde edilen bir yıllık deprem çözüm lokasyonları.



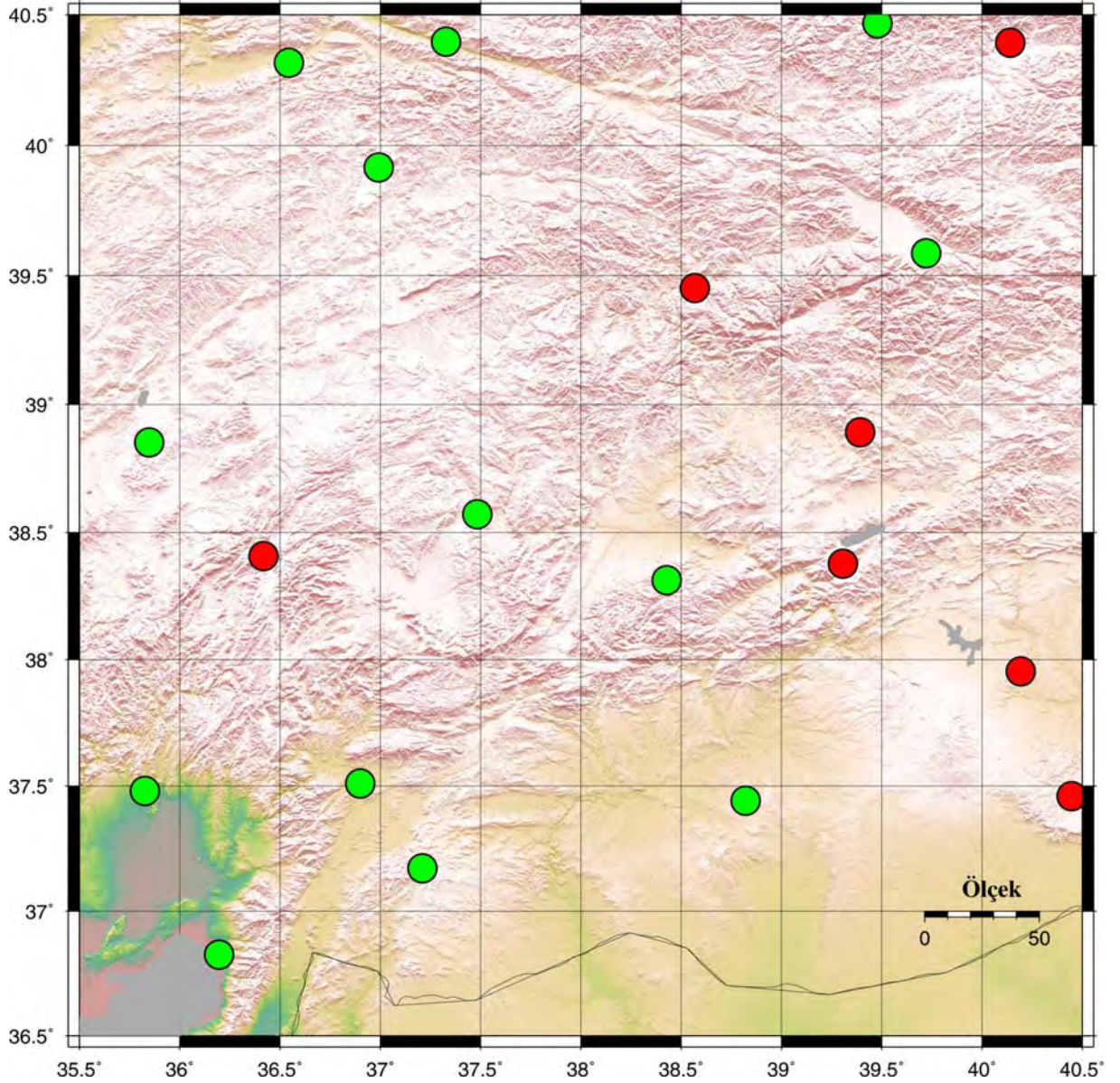
Şekil 7. VELEST programı ile Şekil 8 de verilen kabuk modeli kullanılarak elde edilen bir yıllık deprem çözüm lokasyonları.

üretilen deprem lokasyonları Şekil 8 de verilen model kullanılarak elde edilmiştir. VELEST programı ile üretilen model de aynı Tablo üzerinde verilmiştir. VELEST çözümlerinden elde edilen son deprem lokasyonu yapılırken yeni kabuk modeli ve istasyon gecikmeleride göz önüne alınmıştır.

Bu çalışmada bölgede yer alan sabit deprem istasyonlarının istasyon gecikmeleri de bulunmuştur. Bu gecikme değerleri Çizelge 4 ve Şekil 9 da verilmiştir. Şekil 9 dan da görülebileceği gibi negatif gecikmeler güney – güney doğu yönünde yer alan istasyonlarda gözlenmektedir.



Şekil 8. Çalışmada kullanılan ve üretilen kabuk modelleri. Mavi : UDIM modeli, Yeşil : Velest programı ile üretilen P Hızı kabul modeli, Siyah : Velest programı ile üretilen S hızı kabul modeli.



Şekil 9. UDİM deprem istasyonları için elde edilen istasyon düzeltmeleri. Yeşil : pozitif değerleri ve, Siyah : negatif istasyon gecikme değerlerini göstermektedir.

3. Sonuçlar

Projede amaç kontrollü kaynak kullanarak Doğu Anadolu bölgesinde kabuk yapısının araştırılması ve deprem istasyonlarının kalibrasyonu dur. Bu çerçevede Malatya ve civarında yapılan galeri patlatmaları kullanılarak: Bir profil boyunca sismik aletler yerleştirilmiş ve sismik kayıtlar alınmıştır. İkinci patlatmada ise aletler alansal bir Tablode bölgeye dağıtılmış ve patlatma kayıtları bir deprem gibi kayıt edilmiştir. İlk çalışmadaki amaç profil altındaki kabuk yapısını çıkarmak ve bölgeyi temsil eden kabuk yapısı için başlangıç modelini oluşturmak. İkinci patlatma ise bu modeli geliştirmek için kaynak noktası ve patlatma zamanı

bilinen bir bilgiyi kullanarak depremlerin lokasyonunu iyileştirmektedir. Ayrıca sabit deprem istasyonlarındaki gecikmeleride hesaplayarak deprem istasyonlarını kalibre etmektedir.

Yapay kaynak kullanılarak elde edilen sismik kayıtlardan üretilen bilgiler ışığında bölgeyi temsil eden kabuk yapısını bulmak ve istasyon gecikmelerini hesaplamak için VELEST yazılım programı kullanılmıştır. Gerekli işlemlerden sonra bölgeyi en iyi temsil eden kabuk modeli (Tablo 8) ve bu model ile seçilmiş depremlerin lokasyonu yeniden yapılmıştır. UDIM tarafından HYP71 programı ve UDIM' in kullandığı model ile olan deprem lokasyonları (Tablo 6) ile VELEST sonucu üretilen kabuk modeli kullanılarak elde edilen deprem lokasyonları (Tablo 7) karşılaştırıldığında farklılıklar görülmektedir. Özellikle depremlerin odak derinliklerinde bu farklılık göze çarpmaktadır. Bu haritanın üretilmesi sırasında yeni kabuk modeli yanında istasyon gecikmeleride göz önüne alınmıştır.

Tablo 4. Deprem istasyonlarındaki P ve S dalgası gecikme zamanları

İstasyon Enlem Boylam Yükseklik(m) P gecikmesi S gecikmesi

BAYT	40.3936	40.1410	1680	-0.13	-0.43
BNGB	38.9913	40.6792	1180	0.18	-0.04
BNN	38.8522	35.8472	1380	0.06	-0.41
BTMT	38.1923	41.4883	854	-0.04	0.24
MALT	38.3130	38.4270	1152	0.06	-0.29
DORT	36.8260	36.1967	27	0.28	0.16
DYBB	37.9532	40.1933	657	-0.25	-0.91
ERZN	39.5867	39.7220	1317	0.01	-0.35
EZM	39.9200	41.2800	1871	0.66	0.00
GUMT	40.4675	39.4780	1326	0.05	0.00
GAZ	37.1722	37.2097	992	0.31	0.05
ILIC	39.4518	38.5675	1295	-0.07	-0.64
KMRS	37.5088	36.9000	563	0.19	-0.27
KOZT	37.4795	35.8265	364	0.22	0.12
MAZI	37.4593	40.4465	1204	-0.09	-0.64
PTK	38.8915	39.3920	1835	-0.07	-0.52
RSDY	40.3972	37.3273	557	0.21	0.29
SARI	38.4072	36.4182	1673	-0.03	-0.50
SVAN	38.1512	41.1985	650	0.03	-0.39
SVRC	38.3775	39.3060	1680	-0.03	-0.41
SVSK	39.9157	36.9920	1630	0.01	-0.26
TOKT	40.3173	36.5445	726	0.19	-0.16
VRTB	39.1603	41.4558	1498	0.02	-0.13
URFA	37.4410	38.8213	938	0.28	-0.10
YEDI	39.4377	40.5443	1557	0.09	0.14
YOZ	39.6383	35.3153	1422	0.02	0.38
DARE	38.5712	37.4832	1080	0.00	-0.43

4. Referanslar

Gurbuz, C., Turkelli, N., T. Bekler, R. Gök, Sandvol, E., D. Seber, M. Barazangi. Seismic event location calibration using the Eastern Turkey Broadband Seismic Network: Analysis of the Ağrı Dam Explosion. *BSSA* , Vol. 94, pp 1166-1171, 2004

Kissling, E. . Velest User's Guide. Internal report, *Institute of Geophysics, ETH Zurich*, pp. 26. 1995.

Kissling, E., Ellsworth, W.L., Eberhart-Phillips, D., and Kradolfer, U.,. Initial reference models in local earthquake tomography., *Journal of Geophys. Res.*, Vol. 99, pp. 19.635-19.646. 1994.

Sandvol, E., Turkelli, N., and Barazangi, M.. The Eastern Turkey Seismic Experiment : The study of a Young Continent – Continent Collision, *Geophysical Research Letters*, V 30, Num: 24. Tur 1-1 – 1-2 , 2002.

Toksöz, M.N., S. Kuleli, C. Gurbuz, D. Kalafat, T. Bekler, E. Zor, M. Yılmaz, Z. Ögütçü, C. Schultz, D. Harris. Calibration of regional seismic stations in the Middle East with shots in Turkey. *Proceedings of the 25th S.R.R. Volume I*, p 162-171. September 23- 25 , 2003, Tucson, Arizona, 2003.

Proje Kodu: TUJJB-UDP04-01

**TUJJB
PROJE BİBLİYOGRAFİK BİLGİ FORMU**

Proje Başlığı

ORTA VE DOĞU ANADOLU'DA YAPAY SİSMİK KAYNAK KULLANARAK YERKABUĞU YAPISININ AYRINTILI ARAŞTIRILMASI VE DEPREM İSTASYONLARININ KALİBRASYONU

Proje Yürütücüsü ve Araştırmacılar: Prof. Dr. Cemil Gürbüz, Yard. Doç. Dr. Tolga Bekler, Araş. Gör. Doğan Aksari, Yük. Müh. Alper Denli

Projenin Yürütüldüğü Kuruluş ve Adresi:

Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, Jeofizik Anabilim Dalı, Çengelköy 34684, İstanbul

Destekleyen Kuruluş(lar)ın Adı ve Adresi:

Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Arş. Enstitüsü, 34684, Çengelköy/İstanbul

MIT, Earth Resources Lab, Cambridge, USA

Projenin Başlangıç ve Bitiş Tarihleri: 17 Aralık 2004 – 9 Eylül 2007

ÖZET: Projenin amacı Doğu Anadolu'daki kabuk yapısının araştırılması ve mevcut deprem istasyonlarının kalibrasyonudur. Bu amaca yönelik olarak bölgede yapılan galeri patlatmaları sismik kayıtların alınmasında kullanılmıştır. Ripple adı verilen çok sayıda sığ kuyularda ve gecikmeli olarak patlatılan taş ocakları sismik enerji açısından yeterli olmamaktadır. Galeri patlatmaları ise tek bir galeride büyük miktarda patlayıcı ihtiva ettiği ve gecikmesiz olduğu için sismik enerji açısından arzu edilen taş ocağı patlatmasıdır. Malatya bölgesindeki iki galeri patlatmasından geçici sismik istasyonlar kurularak bir sismik profil ve birde alansal istasyon dağılımı kaydı alınmıştır. VELEST programı kullanılarak son bir yılda olmuş depremler ile çözümlere gidilmiş ve 37 – 39,5 K ve 36 – 40 D enlem ve boylamları arasında kalan bölge için bir kabuk modeli bulunmuş ve sabit deprem istasyonlarının kalibrasyonuna yönelik istasyon gecikmeleri belirlenmiştir

Anahtar Kelimeler:

Kabuk yapısı, galeri patlatması, deprem istasyonlarının kalibrasyonu