

KOCAELİ BÜYÜKŞEHİR BELEDİYE SINIRLARINDA TABANKAYA TOPOĞRAFYASININ DEPREM HASARI ÜZERİNE ETKİSİNİN SİSMİK, ELEKTRİK, GRAVİTE YÖNTEMLERİ İLE ARAŞTIRILMASI VE İMAR PLAN YAPIMINA ESAS BÖLGESEL ZEMİN ARAŞTIRMALARINDA DİKKAT EDİLMESİ GEREKLİ HUSUSLAR

Mustafa CEVHER¹, Gökmen MENGÜÇ², Mustafa SOYDABAŞ³

Öz: Kentimizde Deprem afetine karşı önlemler çerçevesinde Büyükşehir belediyemiz tarafından özel sektöre bölgesel imar plan revizyonları yaptırılarak yerleşime uygun ,uygun olmayan ,önemli alanlar haritalarda belirlenmiştir. Afet İşleri Genel Müdürlüğü'nün onayı alınan yerleşime uygunluk haritaları ile İl Bayındırlık ve İskan Müdürlüğü'nün 17 Ağustos 1999 depremi hasarlı bina verilerinden elde edilen hasar dağılım haritaları karşılaştırılmıştır. Yerleşime uygun olmayan alanlarda ve önemli geniş alanlarda hasar görülmezken, yerleşime uygun bazı alanlarda ağır hasarlar ve önemli bazı alanlarda yine ağır hasarlar veya orta hasarlar tespit edilmiştir. Bu çelişkili durumu, uygulanmakta olan ancak basit ve sade jeolojik yapılarda geçerli olan sığ derinlikli zemin etütlerinin bölgemiz için yeterli olmadığını ve derin yer araştırmaları ile ağır hasar olabilecek yerlerin araştırılmasının gerekliliğini ortaya koymuştur. Derin yer araştırmaları ile Tabankaya topoğrafyası ve yanal değişimlerinin saptanması ,yer içi sismik hız modelinin elde edilmesi ve anakayaya kadar yer alan formasyonların yer mühendislik parametrelerinin elde edilmesi tasarlanmıştır.

Marmara Bölgesi yeriçi jeolojik birimleri yanal ve düşey yönde sık ve ani değişimlere sahiptir. Deprem dalgaları yeriçinde jeolojik birimlerin sismik hız dağılım özelliğine bağlı olarak yayılırken yeryüzünde tabankaya topoğrafyasına bağlı olarak odaklanma ve sismik enerji kapanlarında ardışık yansımalar yüzey dalgaları oluşturabilmektedir. Sismik odaklanma ve ardışık yansımalar deprem enerjisini ve müddetini uzatarak zeminin deprem şiddetini önemli miktarlarda büyütmektedir Bu da, literatürde anıldığı gibi, ağır hasar kuşaklarını veya lokasyonlarını meydana getirmektedir. Derin zemin etüt yöntemleri ile ağır hasar olabilecek mevkiilerin deprem öncesi belirlenmesi şehir planlaması yönünden özel öneme sahiptir. Bu amaç için sismik dalgaların yayılmasını kontrol eden yeryüzündeki alüvyonların altındaki yüksek hıza sahip tabankaya topoğrafyasını saptamak amacı ile Yahyakaptan'dan Şirintepe'ye kadar yaklaşık 10 km lik hat boyunca açılıma uygun 7 noktada Schlumberger elektrot sistemi kullanarak $AB/2 = 200-350$ m aralığında tutularak düşey elektrik sondajı yapılmıştır. Çalışmada çekilen yeraltı elektrotlarının yorumlanması ile vadi içine çökelmiş depozitlerinin yerleri tespit edilmiş ve ağır hasarların ise bu çökellein orta ve yamaç kısımlarında yoğunlaştığı gözlenmiştir. Kent içinde akım elektrotlarının geniş açılımına uygun alanlar olmaması nedeni ile Gravite ve Sismik yansıma yöntemleri ile taban topoğrafyasının ortaya çıkartılması amaçlanmıştır.

Gravite çalışması MTA Genel Müdürlüğü ile beraber uygulanmış olup, Yahyakaptan-Şirintepe arasında 50 m aralıklarla 800 noktada Gravite ölçümleri kaydedilip yorumlanmış ve bölgenin 3-boyutlu Gravite derinlik haritası çıkartılarak tabankaya topoğrafyası belirlenmiştir. Yapılan analizlerde ağır hasar bölgelerinin tabankaya topoğrafyasının çökel ile dolu çukurluklar üzerinde ve yamaçlarda yer aldığı saptanmıştır. Bölgenin tektoniğinin çıkartılması, zemin büyütmesi ve sıvılaşma analizi ile Gravite verilerinin test edilmesi için Şirintepe-Yahyakaptan arasında yaklaşık 450 m lik 10 sismik yansıma profili boyunca derin sismik yansıma çalışması yapılmıştır. Sismik çalışmada yaklaşık 250 m derinliğe inilmiş olup, sadece bir kesit üzerinde yaklaşık 125 m derinde anakaya tespit edilebilmiştir. Diğer kesitler üzerinde ise çökellerin daha derinlere indiği saptanmış, ayrıca bu kesitler üzerinde yaklaşık 175 m derinlere kadar devam eden tansiyon fayları belirlenmiştir. Çalışma sonuçları Şirintepe-Yenimahalle, Yenimahalle-Cumhuriyet,

¹ Kocaeli Büyükşehir Belediyesi, Zemin ve Deprem İnceleme Müdürlüğü

² Kocaeli Büyükşehir Belediyesi, İmar Daire Başkanlığı

³ Kocaeli Büyükşehir Belediyesi

Kadıköy ve Yenişehir bölgelerinde sivilaşma riskinin orta ve yüksek derecede olduğunu göstermiş ve zemin büyütmesinin fazla olduğunu ortaya koymuştur.

Bu nedenle, daha sağlıklı yerleşim planları için makrobölgelendirme (bölgesel bazda) 1-En az 100m derinliğe kadar araştırmalar yapılması 2-Tabankaya topoğrafyası ve yanal değişimlerin saptanması 3- Üç boyutlu Yer içi sismik hız modelinin elde edilmesi 4- statik ve dinamik parametrelerin saptanması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Ağır Hasar Bölgesi, Sismik Odaklanma, Topoğrafya Etkisi, Yerleşime Uygunluk Haritası

GİRİŞ

17 AĞUSTOS 1999 depremi doğal afetler konusunda bir çok dersler çıkarmamızı sağlamıştır. Deprem afetine karşı önlemler çerçevesinde bölgesel imar plan revizyonları amacıyla özel sektöre yaptırılan zemin araştırmaları ile yerleşime uygun olan, olmayan ve önlemleri alanlar belirlenmiştir.

Kurumumuz tarafından Belediyemiz bölgesine ait hasar dağılım haritaları elde edilmiştir. Bu bağlamda, çalışmalardan elde edilen sonuçları kamu yararına sunmayı ilke edinen kurumumuz hasar dağılım haritası ile ilgili bilgileri yayınlamanın yararlı olacağını ön görmüştür.

Bilindiği gibi, deprem afetine karşı önlemler kabaca iki kısma ayrılır. Birincisi deprem öncesi önlemler ve diğeri deprem sonrası karşı önlemler. Deprem öncesi karşı önlemler; kısa ve uzun vadeli önlemler olup bilimsel yönden depremleri önceden tahmin etme, mühendislik yönünden depreme dayanıklı yapılar inşa etmektir. Daha sonraki karşı önlemler, depremden hemen sonra hasar derecesi dağılımı hakkında bilgi toplamak ve yapıları güçlendirmektir. Genel olarak, Belediyelerin bölgesel imar plan revizyonları amacıyla özel veya resmi sektörlerle yaptırılan ve Afet İşleri Genel Müdürlüğü'nün onayından geçirilen zemin araştırması yerleşime uygunluk raporları, daha ziyade yeryüzü gözlemsel verilerine ve 10-15 metrelik sığ derinliklerin aşağıdaki özelliklerini içermektedir. Bu özelliklerde: 1- Zeminin sıklığı, 2- Zeminin türü, 3- Zeminin yeryüzü topoğrafik eğimi, 4- Zemin sivilaşması, 5- Zemin hakim periyodu, 6- Zeminin taşıma kapasitesi özellikleri dikkate alınmaktadır. 1998 yılı "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik" de zemin etütleri ile ilgili olarak; 1-Birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde toplam yüksekliği 60 metreden fazla olan tüm binalarda, 2-Deprem bölgelerinde, bina yüksekliğinden bağımsız olarak, bina önem katsayısının 1.5 ve 1.4 olduğu binaların kapsamı dışında kalan diğer binalar için ise; zemin gruplarının ve yerel zemin sınıflarının tablo bilgileri, ya da gözlem sonuçları veya bu konuda yayınlanmış kaynaklara referans verilmesi, 3- Yeraltı suyu seviyesinin 10 metre derinlik içinde olduğu D grubu zeminlerde sivilaşma potansiyelinin irdelenmesi zorunlu kılınmakta. Ne yazık ki halkın oturacağı konutlar için zemin etüdü zorunluluğu istenmemektedir. Sığ derinlikli ve eksik araştırmalardan dolayı, deprem hasarlarının nedenlerini açıklamakta bir çok belirsizlikler ortaya çıkmakta, çelişkili açıklamalar yapılmakta ve tutarsız raporlar yazılmaktadır. Örneğin; İstanbul'da Avcılar Belediyesi Bölgesinin 17 Ağustos Depreminden önce yaptırılmış olan jeoloji-jeoteknik zemin etüt raporu sığ derinlik etütlerini içermiş olduğundan 17 Ağustos 1999 depremindeki ağır hasar mevkiisi daha önceden belirlenmemiştir. Belediyemiz İzmit Merkez İlçe saraybahçe ve bekirpaşa belediye sınırları içerisinde ağır hasarlı binaların belirli mevkilerde yoğun olması ve yerleşime uygunluk haritaları ile uyumlu olmaması durumuna açıklık getirmek amacıyla, yukarıda belirtilen deprem sonrası karşı önlemler çerçevesinde hasar dağılım haritaları yapılarak söz konusu belirsizliklerin daha detaylı incelenmesi gerekli görmüştür.

Deprem Büyüklüğü, Şiddet, Sismik Tehlike, Risk

Sismik tehlikeyi (beklenen şiddeti) saptamada anahtar faktör deprem sırasında açığa çıkan enerjinin aletsel ölçüsü olan depremin büyüklüğü, odak noktasının uzaklığı ve zemin koşullarıdır. Eğer, yer altı homojen bir fiziksel özelliğe sahip olsaydı, depremin şiddeti yeryüzünde her 20-30 km de 1 derece küçülerek dairesel olarak azalması gerekirdi. Bir depremin etkisinin ölçüsü veya hasar derecesi olan deprem şiddeti, depremin mühendislik yapıları, doğa ve insanlar üzerindeki etkilerinin bir ölçüsüdür. Bu etki, zemin-bina arasındaki ilişkiye ve yapıların depreme karşı gösterdiği dayanıklılığa bağlıdır.

Deprem öncesi karşı önlemler çerçevesinde gelecekte deprem hasarlarını minimuma indirmek için, binaların inşa ve dizaynlarının depremde can ve mal kaybını önleyebilecek şekilde risk tahmininin yapılması zorunludur. Muhtemel yer davranışı olarak ifade edilebilen deprem tehlikesinin tahmini için yapılan risk analizleri istatistiksel bir kabul olduğu ve

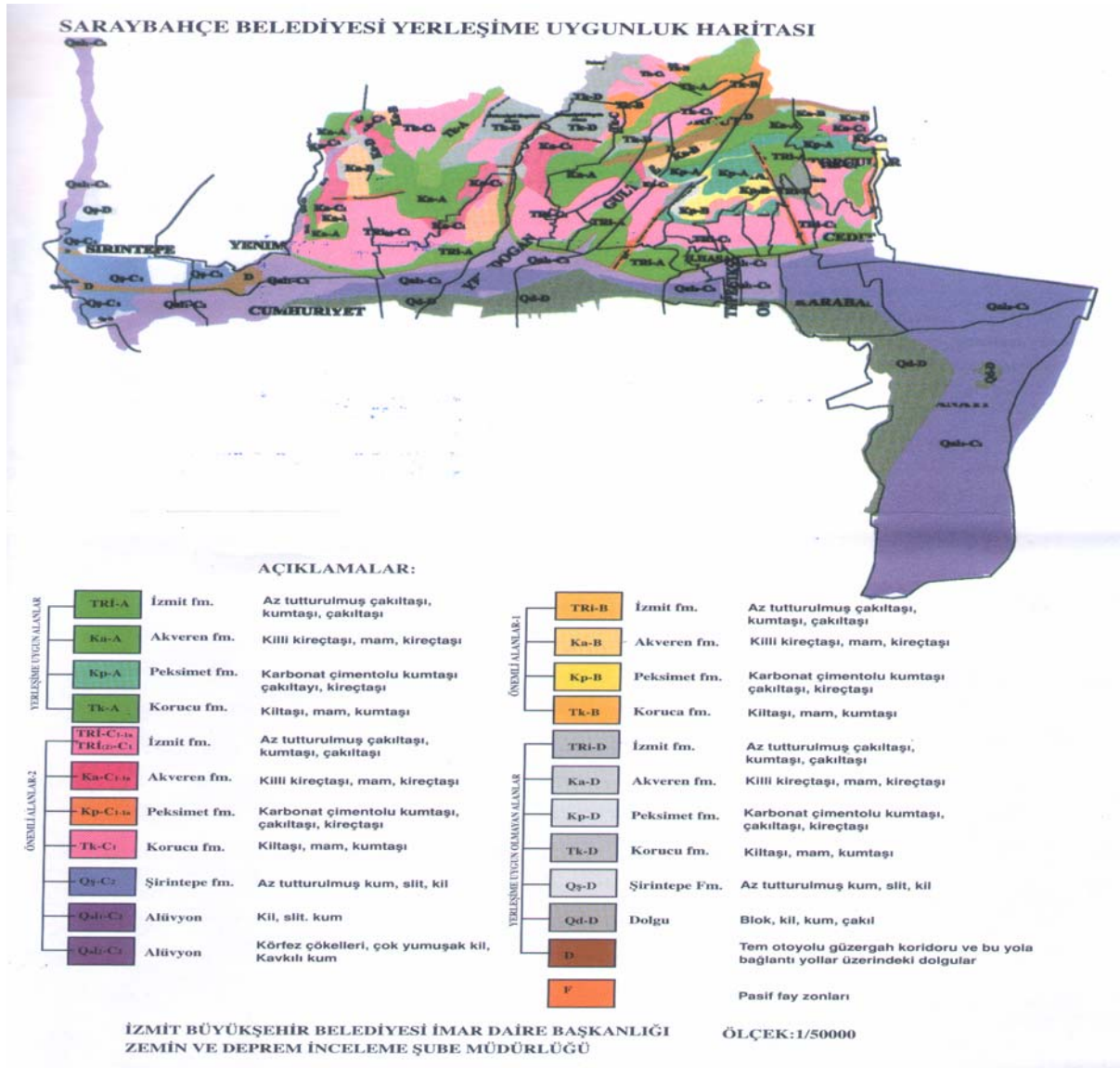
DEPREM SEMPOZYUMU KOCAELİ 2005

23-25 MART 2005

bütün tahminlerin aslında bazı belirsizliklere sahip olduğu malumdur. Haritalar deprem tehlikesi derecesini göstermek için yapılabilir ve bunlar mühendisler tarafından kullanıldığında depreme dayanıklı inşaat maliyeti artmaktadır. Risk haritaları lokal zemin koşullarını dikkate almaz (McGuire ve diğ., 1990). Bu nedenle, bir yerleşim yerinin yeraltındaki çeşitli zeminlerin farklı lokasyonlarda (ada veya parsel bazında) depremde nasıl davranacağı ve binaları nasıl etkileyeceğini gösteren haritalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu tür haritalar sismik mikrobölgelendirme haritaları olarak adlandırılmaktadır (Jozef ve diğ., 1996).

Yerleşime Uygunluk Haritaları İle Deprem Hasar Dağılım Haritalarının Karşılaştırılması

Şüphesiz ki doğanın depremlerde meydana getirdiği hasar derecesi zemin koşullarını yansıtmada en sağlıklı veridir. Bu görüş noktasından hareketle yerleşime uygunluk haritaları ile hasar dağılım haritalarının aşağıdaki karşılaştırması yapılmıştır. Şekil 1. ve 2. deki “Yerleşime Uygunluk Haritaları” ndaki jeolojik birim türlerinin yan indisi olan “A” yerleşime uygun alanları, “B”, “C₁ ve “C₂ önemli alanları ve “D” yerleşime uygun olmayan alanları göstermektedir. Örneğin: Qd: dolgu, Qal: Alüvyon, Tk: kiltası, marn, kumtaşı simgesi olup, Tk biriminin kapsadığı yerleşime uygun alanını Tk-A simgesi temsil etmektedir (Geos, 200). Hasar dağılım haritaları Şekil 3., 4. ve 5. deki veriler Kocaeli Valiliği Bayındırlık ve İskan Müdürlüğünden alınmıştır. Hasarlı binaların tablo halindeki verileri adres, bina yapı tipi ve kat adeti ile ağır hasarlı (onarımı mümkün olmayan) veya orta hasarlı (onarımı mümkün olan) olup olmadığını içermektedir. Tablo halindeki veriler sayısal ortamda “autocad” programında hasar dağılım haritasına



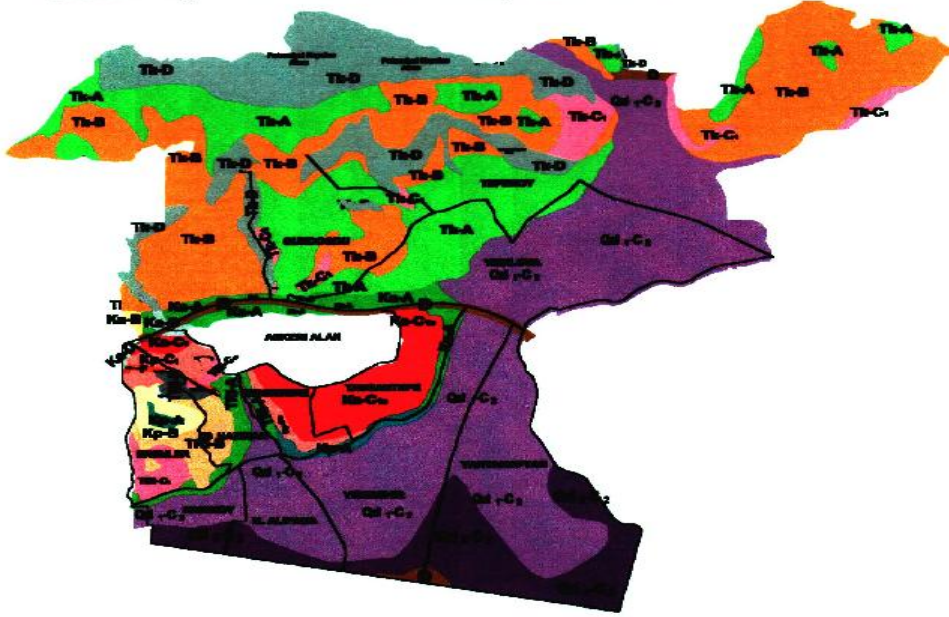
Şekil 1. Saraybahçe Belediyesi Sınırlarında Yerleşime Uygunluk Haritası.

DEPREM SEMPOZYUMU KOCAELİ 2005

dönüştürülmüştür. Alınan veriler, Amerika Birleşik Devletleri'nde de kullanıldığı gibi değerlendirilmiş olup hasar dağılım haritalarında kırmızı ağır hasar, yeşil orta hasarlı binaları göstermektedir.

Yerleşime uygunluk haritası ile hasar dağılım haritası karşılaştırıldığında ağır ve orta hasarların yerleşime uygun olan alanlarda ve önemli alanlarda belirli lokasyonlarda yoğunlaştığı belirgin bir şekilde görülmektedir. Özellikle Şekil 3. deki yerleşime uygun olmayan geniş dolgu alanlarında 2-6 katlı binalar olmasına rağmen ağır hasar ve orta hasar görülmezken, Şekil 5. deki tamamen yerleşime uygun alanda yer alan Gündoğdu mevkiinde mühendislik projesine sahip tek ve dört katlı binalarda ağır hasarların yoğun olduğu görülmektedir. Keza önemli alanlarda yer alan Saraybahçe Belediyesi sınırlarında Şekil 4. deki Cumhuriyet ve Yenidoğan mahallelerinin sadece belirli mevkilerindeki dar bir alanda, Bekirpaşa Belediyesi sınırlarında Kadıköy-28 Haziran-Yenişehir-M. Alipaşa mahalleleri arasındaki küçük bir bölgede ağır hasarlar meydana gelmiştir.

BEKİRPAŞA BELEDİYESİ YERLEŞİME UYGUNLUK HARİTASI



AÇIKLAMALAR:

YERLEŞİME UYGUN ALANLAR	YERLEŞİME UYGUN OLMAYAN ALANLAR
TR-A İzmit fm. Az tutturulmuş çakıltığı, kumtaşı, çakıltığı	TR-B İzmit fm. Az tutturulmuş çakıltığı, kumtaşı, çakıltığı
Ka-A Akveren fm. Kili kireçtaşı, marn, kireçtaşı	Ka-B Akveren fm. Kili kireçtaşı, marn, kireçtaşı
Kp-A Pekalmet fm. Karbonat çimentolu kumtaşı, çakıltığı, kireçtaşı	Kp-B Pekalmet fm. Karbonat çimentolu kumtaşı, çakıltığı, kireçtaşı
Tl-A Korucu fm. Kilitaşı, marn, kumtaşı	Tl-B Korucu fm. Kilitaşı, marn, kumtaşı
TR-C1-C2 İzmit fm. Az tutturulmuş çakıltığı, kumtaşı, çakıltığı	TR-D İzmit fm. Az tutturulmuş çakıltığı, kumtaşı, çakıltığı
TR-C1-C2 İzmit fm. Az tutturulmuş çakıltığı, kumtaşı, çakıltığı	Ka-D Akveren fm. Kili kireçtaşı, marn, kireçtaşı
Ka-C1-C2 Akveren fm. Kili kireçtaşı, marn, kireçtaşı	Kp-D Pekalmet fm. Karbonat çimentolu kumtaşı, çakıltığı, kireçtaşı
Kp-C1-C2 Pekalmet fm. Karbonat çimentolu kumtaşı, çakıltığı, kireçtaşı	Tl-D Korucu fm. Kilitaşı, marn, kumtaşı
Tl-C1 Korucu fm. Kilitaşı, marn, kumtaşı	D Tam otoyolu güzergah koridoru ve bu yola bağlantı yollar üzerindeki dolgular
Qal1-C2 Ailivyon Kili, sil. kum	F Pasif fay zonları
Qal2-C2 Ailivyon Kırmızı çökelleri, çok yumuşak kili, Kevkili kum	

İZMİT BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ İMAR DAİRE BAŞKANLIĞI
ZENİN VE DEPREM İNCELEME ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ

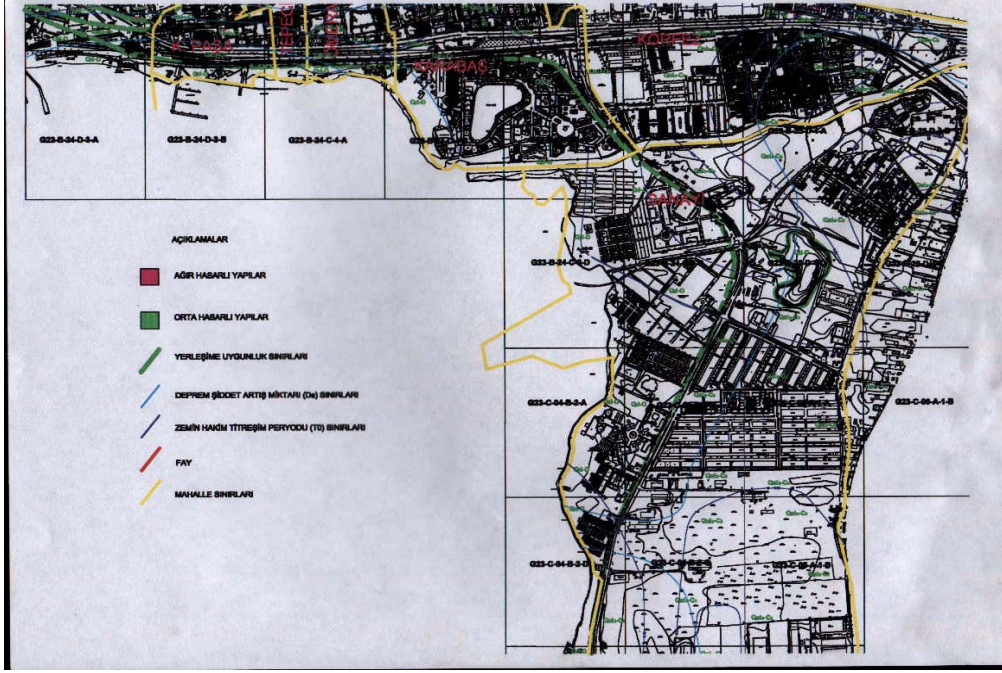
ÖLÇEK:1/50000

Şekil 2. Bekirpaşa Belediyesi sınırlarında Yerleşime Uygunluk Haritası.

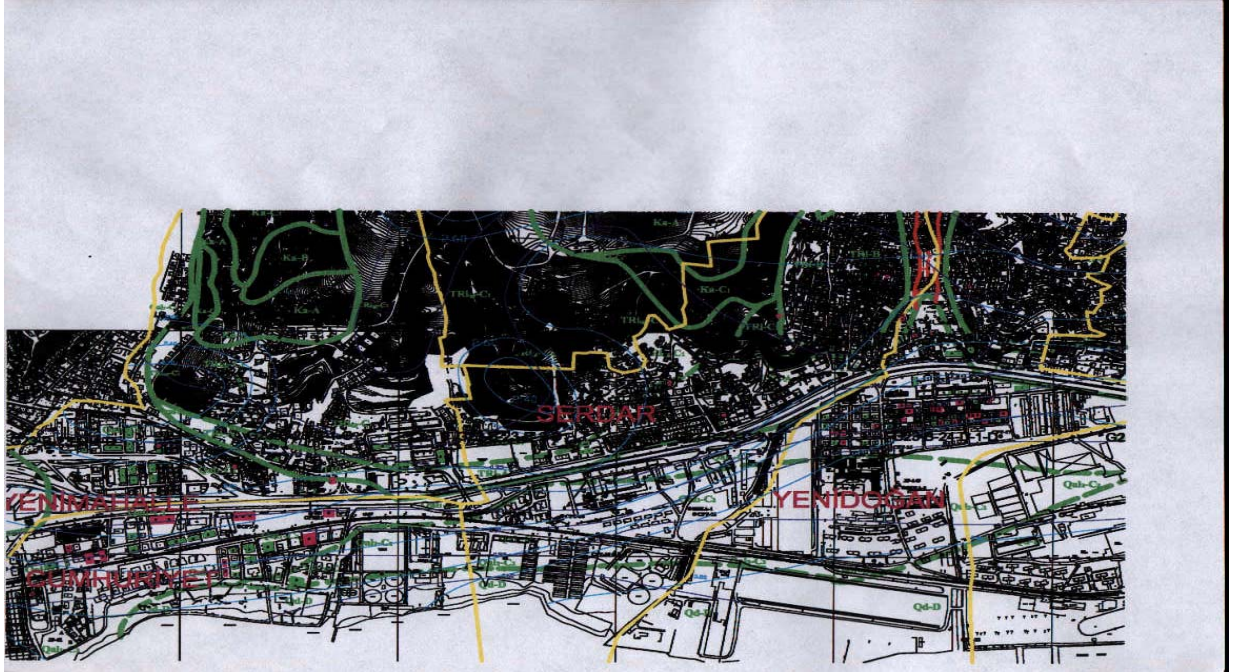
DEPREM SEMPOZYUMU KOCAELI 2005

23-25 MART 2005

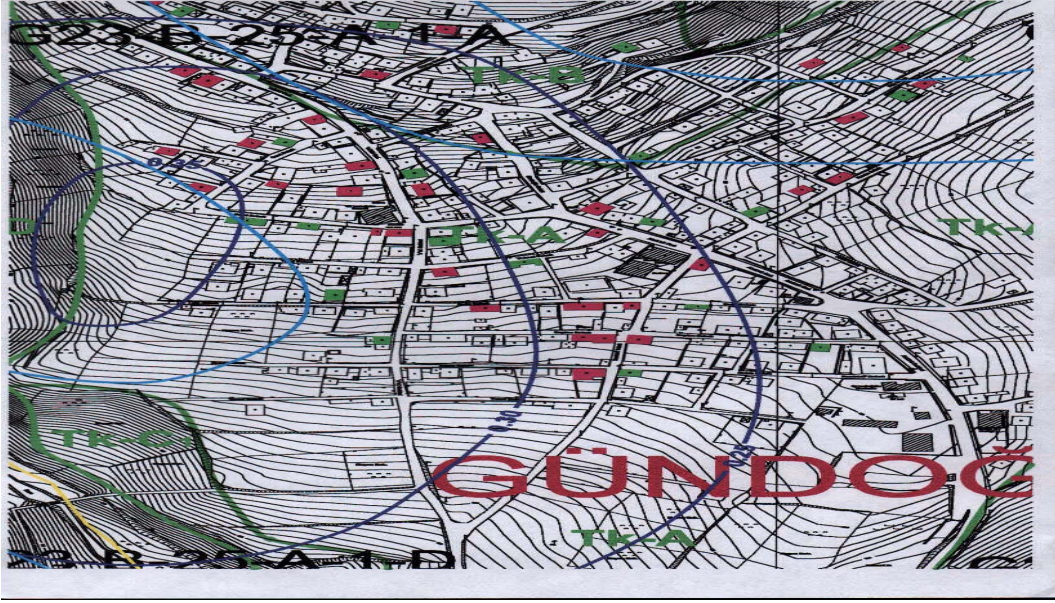
Belediyemiz İzmit Merkez ilçe saraybahçe ve bekirpaşa belediye sınırlarında 17 Ağustos 1999 depreminden sonra imar planı revizyonu için yaptırılan onaylı zemin raporlarına göre yerleşime uygun ve önlemleri alanların belirli mevkiilerinde ağır hasar dağılımının yoğun olması, önlemleri ve yerleşime uygun olmayan alanlarda ağır hasarların olmamasında Afet İşleri Genel Müdürlüğü kıstaslarının yeterli olmadığı açıkça görülmektedir.



Şekil 3. Yerleşime Uygun Olmayan Bölge Olarak Belirlenen Hasarsız Körfez Bölgesi.



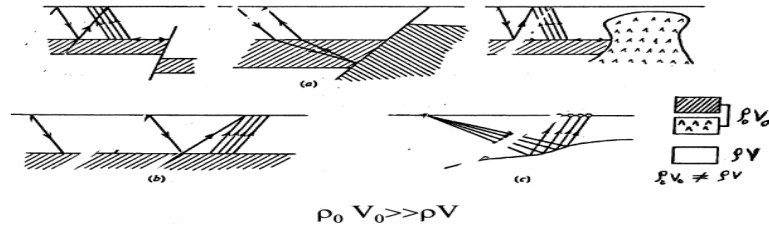
Şekil 4. Önlemleri Alanlarda Yer Alan Cumhuriyet ve Yenidoğan Mahallelerinde Ağır Hasar Bölgeleri.



Şekil 5. Yerleşime Uygun Alanda Yer Alan Gündoğdu Semtinde Ağır Hasar Bölgesi.

Yerçi Yapısının Sismik Modellemesini Elde Etmede Uluslararası Kabul Gören Başlıca Yöntemler

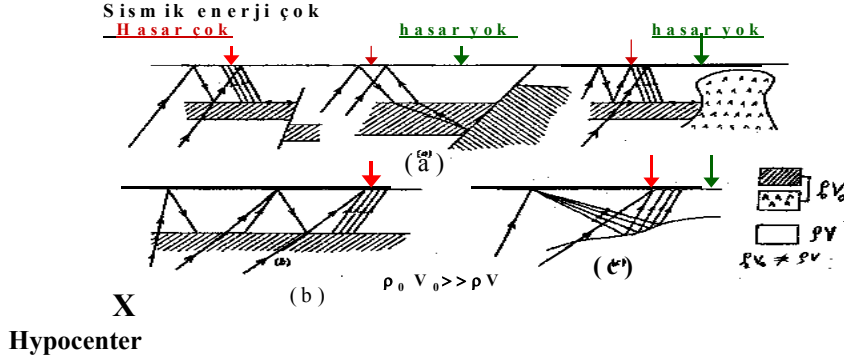
A.B.D. Geological Survey 1994 Northridge depremi ağır hasar mevkilerinin sismik odaklanma sonucu meydana geldiğini petrol aramalarındaki jeofizik yöntemleri uygulamaları ile açıklamıştır. Geniş etüt alanlarının üç boyutlu hız modelini sadece sismik yöntemle elde etmek çok pahalı ve çalışma şartlarının kısıtlı olmasından dolayı, zaman ve finansman kazancı bakımından, öncelikle jeoelektrik derinlik sondajı ve gravite yöntemleri kaba tanıma yöntem olarak kullanılır. Bilahare, bu yardımcı yöntemlerin verilerini tahkik amacıyla belirli mevkilerde sismik hız ölçümleri yapılarak yerçinin üç boyutlu sismik hız modeli elde edilir. Elde edilen hız modelinde farklı deprem odak noktalarına göre hangi mevkilerin risk altında olacağı önceden makro bölgelendirme simülasyonu ile belirlenmeye çalışılır. Deprem enerjisinin yayılması, yayıldığı ortamdaki jeolojik birimlerin türüne değil sismik hızlarına bağlıdır. (Keçeli, 2000) açıkladığı gibi, sismik dalgaların yayılmasında doğrudan, kırılan ve yansıyan dalgalar, yayılma yolları özelliklerine bağlı olarak; 1- Sismik dalgaların odaklanması (focus effect), 2- Ardışık yansımaların meydana gelmesi (multiple reflections or channeling effects), 3- Yüzey dalgaların gelişimi ile belirli mevkilerde sismik dalga enerjisinin şiddetini ve yayılma müddetini artırmaktadır. (Telford ve diğ., 1976) sismik enerji kaynağı yeryüzünde olan sismik etütlerde jeofonların bazılarında şiddetli sinyalin, bazılarında da zayıf sinyalin gelişimi jeolojik birimlerin çeşitli geometrik yapı ve konumlarına ne şekilde bağlı olabileceğini şekil-6. deki gibi açıklamıştır.



Şekil 6. Yansıyan Kırılmalar. (a) Fay Ve Sert Kayalardan Yansıyan Kırılmalar; (b) Ardışık Yansıyan Kırılma; (c) Yanal Yansıyan Kırılma (Düzlem Görünüş) (Telford Ve Diğ., 1976).

Sismik enerji kaynağının deprem olması durumunda, deprem dalgalarının yeryüzünden yansıyan noktaları yeni bir enerji kaynağı olarak kabul edilebileceği için, şekil 7. deki gibi, farklı mevkilerde farklı sismik enerji yoğunluğunun

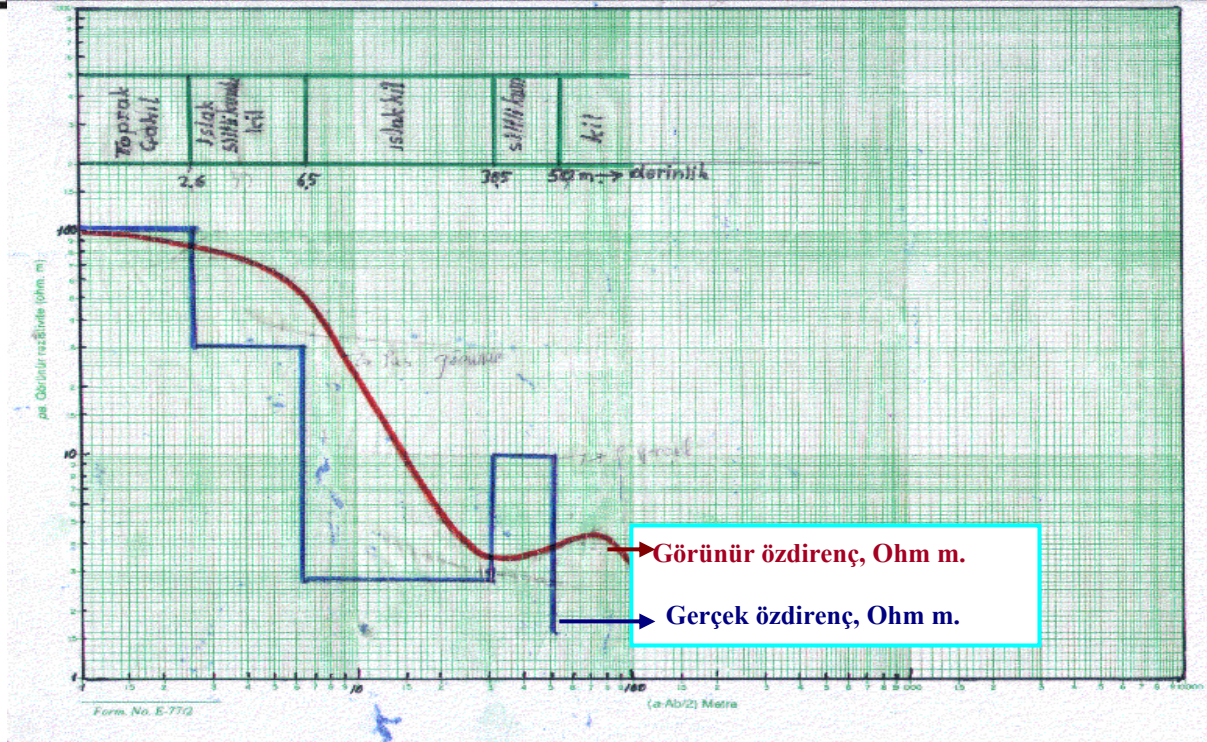
toplanması veya zayıflaması yine şekil 6. dekine benzer olması gerekmektedir. Dolayısıyla, sismik dalga ışınlarının düşey ve yanal yönde sismik hız farklılıklarına bağlı olarak yansıma ve kırılmalarla belirli noktalarda toplanması veya yüzey dalgaların gelişmesi ile farklı mevkilerde ağır hasar meydana gelmesi ve sismik sinyalin zayıf olduğu bazı noktalarda hasar olmaması doğal bir sonuçtur.



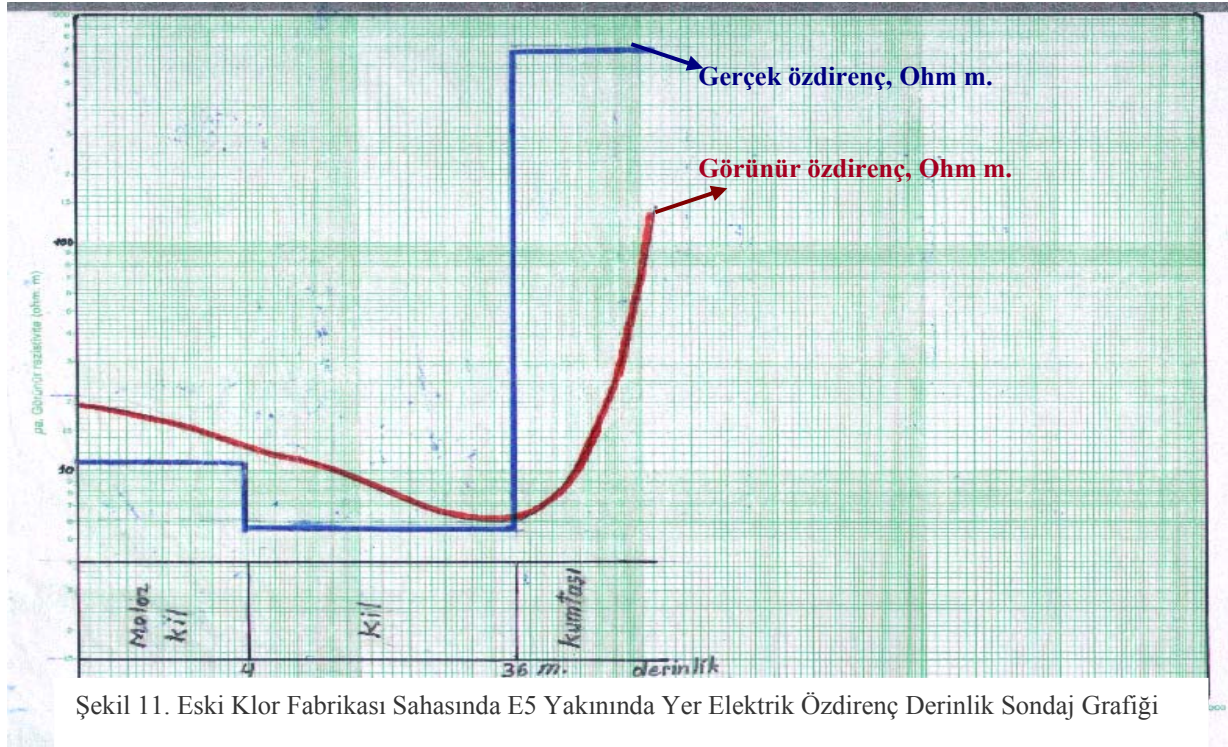
Şekil 7. Deprem Kaynaklı Yansıyan Kırılmalar. (a) Fay Ve Sert Kayalardan Yansıyan Kırılmalar; (b) Ardışık Yansıyan Kırılma; (c) Yanal Yansıyan Kırılma (Düzlem Görünüşü).

Kocaeli Büyükşehir Belediyesi İzmit Merkez İlçe Saraybahçe Ve Bekirpaşa Belediye Sınırlarında Jeoelektrik Derinlik Sondajı Uygulamaları

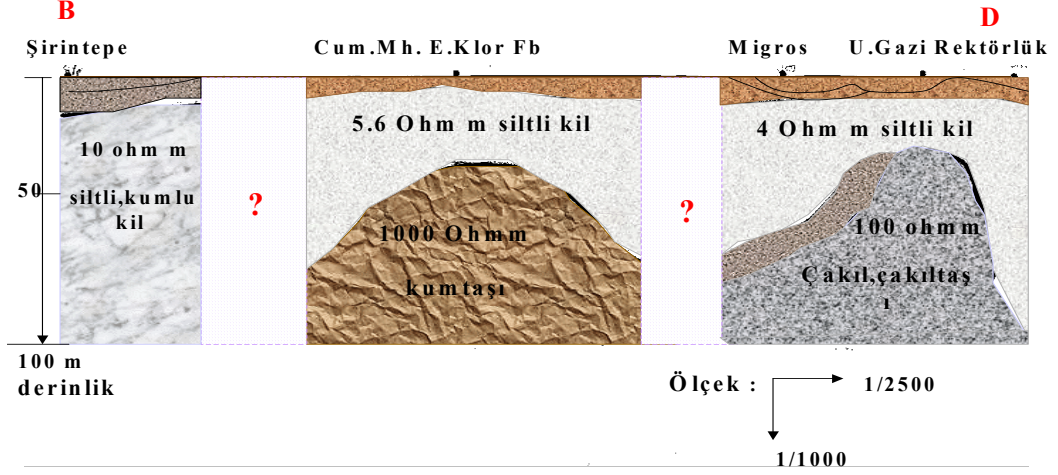
Sismik dalgaların yayılmasını kontrol eden yeryüzündeki alüvyonun altında yüksek sismik hıza sahip tabankaya topoğrafyasını saptamak amacıyla Yahyakaptan'dan Şirintepe' ye kadar yaklaşık 10 km lik bir profilde yedi ayrı noktada Schlumberger Elektrot Sisteminde akım elektrotları aralığı 200-350 metre olmak üzere jeoelektrik derinlik sondajları yapılmıştır. Jeoelektrik derinlik sondajları görünür özdirenç eğrilerine ait iki örnek Şekil 10. ve 11. de görülmektedir. Görünür özdirenç eğrilerinin farklı noktalarda farklı elde edilmesi nedeni ile alüvyonun altında farklı derinliklerde farklı özdirenç sahip tabankaya özdirençini temsil eden farklı jeolojik birimlerin olduğunu kolaylıkla görmek mümkündür. Jeoelektrik sondajlardan elde edilen özdirenç ve jeolojik yoruma ait gömülü vadileri içeren düşey kesit Şekil.12. de görülmektedir. Ağır hasarlar gömülü vadilerin orta ve daha ziyade kenar kesimlerinde meydana gelmiştir. Bu da USGS sonuçlarına paralel bir sonuçtur. Şekil 13 Cumhuriyet ve Yenidoğan Mahalleleri mevkilerindeki tabankaya topoğrafyasına bağlı olarak sismik odaklanmayı ve tabankaya üzerinde gevşek alüvyon ortamlarda sismik hız farkı ve köşe etkileri nedeni ile yüzey dalgaların oluşmasına ait taslak modeli göstermektedir. Şekil 14 Gündoğdu köyünde kiltası-marn-kumtaşında sandviç türü katmanlar içinde sismik dalgaların düşük sismik hızlı marn ortamında ardışık yansımalarla kanalize olup kırık ve zayıf noktalardan yeryüzü katmanında enerji boşalmasına ve köşe etkileriyle sismik dalgaların saçılmasına ve girişimine ait taslak modeli göstermektedir.



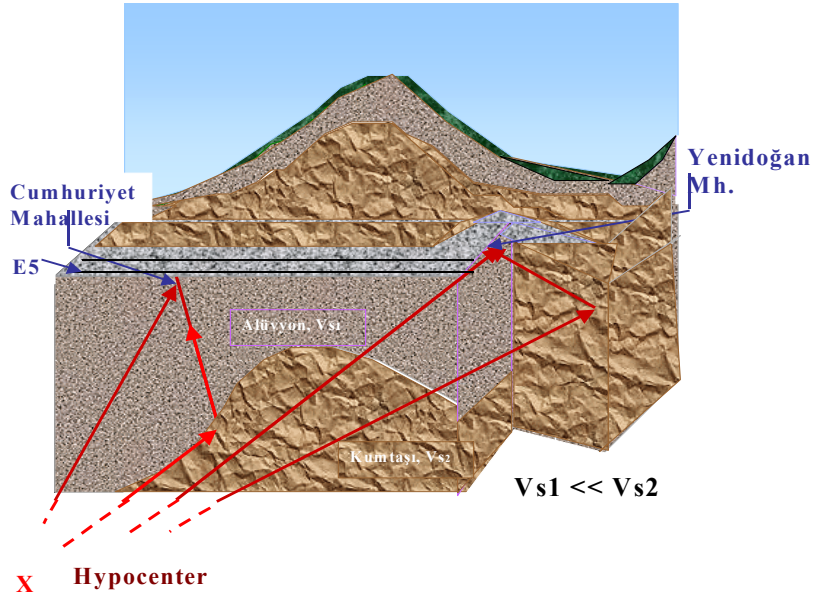
Şekil 10. K.Ü. Rektörlüğü Önünde Eski Demir Yolunda Elde Edilen Yer Elektrik Öz direnç Düşey Derinlik Sondajı Grafiği



Şekil 11. Eski Klor Fabrikası Sahasında E5 Yakınında Yer Elektrik Öz direnç Derinlik Sondajı Grafiği

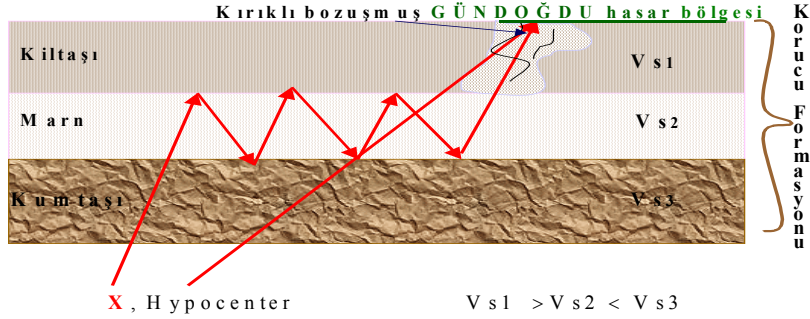


Şekil 12. Jeoelektrik Sondajlardan Elde Edilen Özdirenç Ve Jeolojik Yorumu Ait Düşey



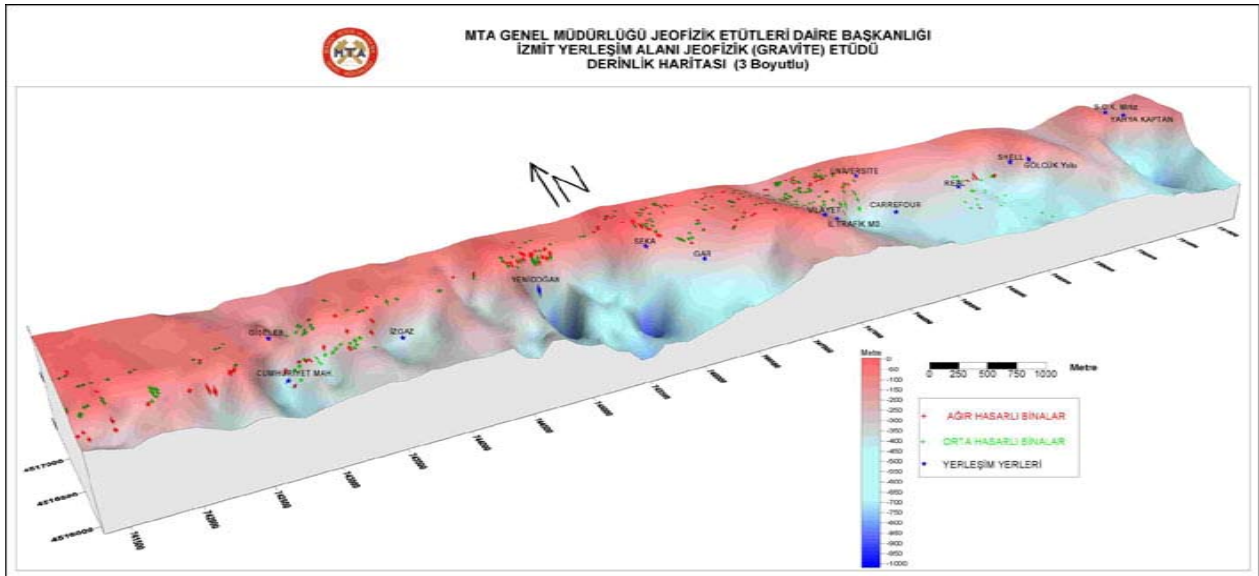
Şekil 13. Cumhuriyet Ve Yenidoğan Mahallelerinde Ağır Hasarlara Sebep Olan Sismik Odaklanma Taslak Modeli

Sonuç olarak, yerçi katmanlarının geometrik özellikleri, deprem dalgalarının yayılım yollarını değiştirerek ağır hasarların yoğun olduğu zeminlerde deprem enerjisinin yoğunlaşmasına (aşırı zemin büyütmesi), orta hasar veya hiç hasar olmayan zeminlerde deprem enerjisinin azalmasına sebep olmaktadır. Nitekim, körfez deprem üstünden 130 km uzaktaki İstanbul'da Küçükçekmece, Avcılar ve Bağcılar'da sınırlı mevkilerde ağır hasarlar meydana gelmesi bölgede ve bölgeye gelinceye kadar daha riskli mevkilerde hasar olmamasının başka türlü açıklaması olamaz.



Şekil 14. Yerleşime Uygun Belirlenen Gündoğdu Köyünde Sismik Dalgaların Kanalize Olmasının Taslak Modeli.

Gravite yöntemi uygulaması, ağır hasar mevkilerinin belirlenebilmesi için Türkiye'de ilk kez Adapazarı'nda Japon'lar tarafından, belediye olarak ise; ilk kez kurumumuz tarafından M.T.A. Genel Müdürlüğüne yaptırılmıştır, [Şekil-15 Büyükşehir Belediyesi sınırlarında Yahyakaptan-Şirintepe arasında şehir içinde 50 metre civarında aralıklarla 800 noktada alınan Gravite ölçü verileri analizinden elde edilen üç boyutlu gravite derinlik haritasını ve 17 Ağustos 1999 depremi hasar dağılımını göstermektedir. Koyu kırmızı işaretler ağır hasar mevkilerini göstermektedir. Ağır hasar mevkileri tabankaya topoğrafyasının yaklaşık 40 metre civarındaki derinlikler üzerinde olduğu görülmektedir. Ağır hasarlar, kalın ve gevşek alüvyon ile tabankaya topoğrafyası az eğimli alüvyon üzerinde meydana gelmezken, haritada görülen gömülü çukurlukların kenarlarındaki dik yamaç önlerinde gelişen sismik odaklanma ve yüzey dalgaların sonucu olarak meydana geldiği anlaşılmaktadır.



ŞEKİL -8-

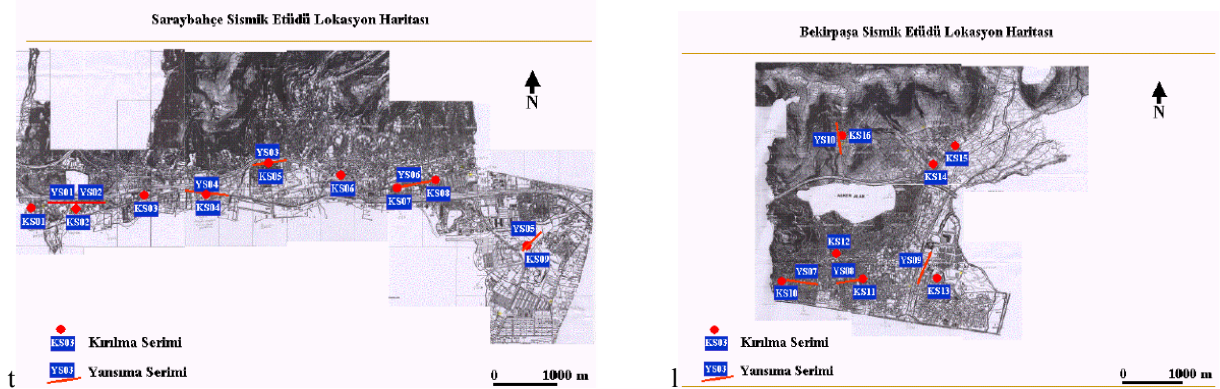
Şekil 15. Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Yahyakaptan-Şirintepe Arasında Gravite Verilerinden Elde Edilen Tabankaya Topoğrafyası Derinlikleri, (M.T.A., 2003)

Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Entegre Sismik Etüt Uygulaması

Şirintepe –Yahya kaptan Ekseni üzerinde Sismik etüdün amacı,saha kayıtlarında mevcut yansıyan,kırılan,ve yüzey dalgaların analizinden temel kayaya kadar zeminin sismik modelinin tayinidir.Zeminin sismik modeli,temelkayaya kadar zeminin ve,ortamın sismik enerjiyi sönmlemesine bağlı olarak,daha derindeki jeolojik birimlerin arayüzlerinin geometrisi ,ve P- ve S-dalga hızlarının yanıl ve düşey değışimlerini temsil eder.Sismik modellere istinaden,her mevki için zemin hakim periyodu,zemin büyütmesi,ve sıvılaşıma ihtimallerinden müteşekkil zeminin geoteknik modeli tayin edilmiştir.Nihayet zemin ve temelkaya içindeki birimlerin arayüzlerinin ve fay-düzlemlerinin geometrisini tarifleyen zeminin geotektonik modeli hakkında bir değerlendirme yapılmıştır. Yapılan sismik yansıma kesitlerinin sayısı azdır ve 3 boyutlu tabankayanın geometrik yapısı çıkarılmamış fakat daha önce yapılan uygulamalarla karşılaştırmalar yapılmıştır.şekil 16 da sismik etüt lokasyon haritası görülmektedir.

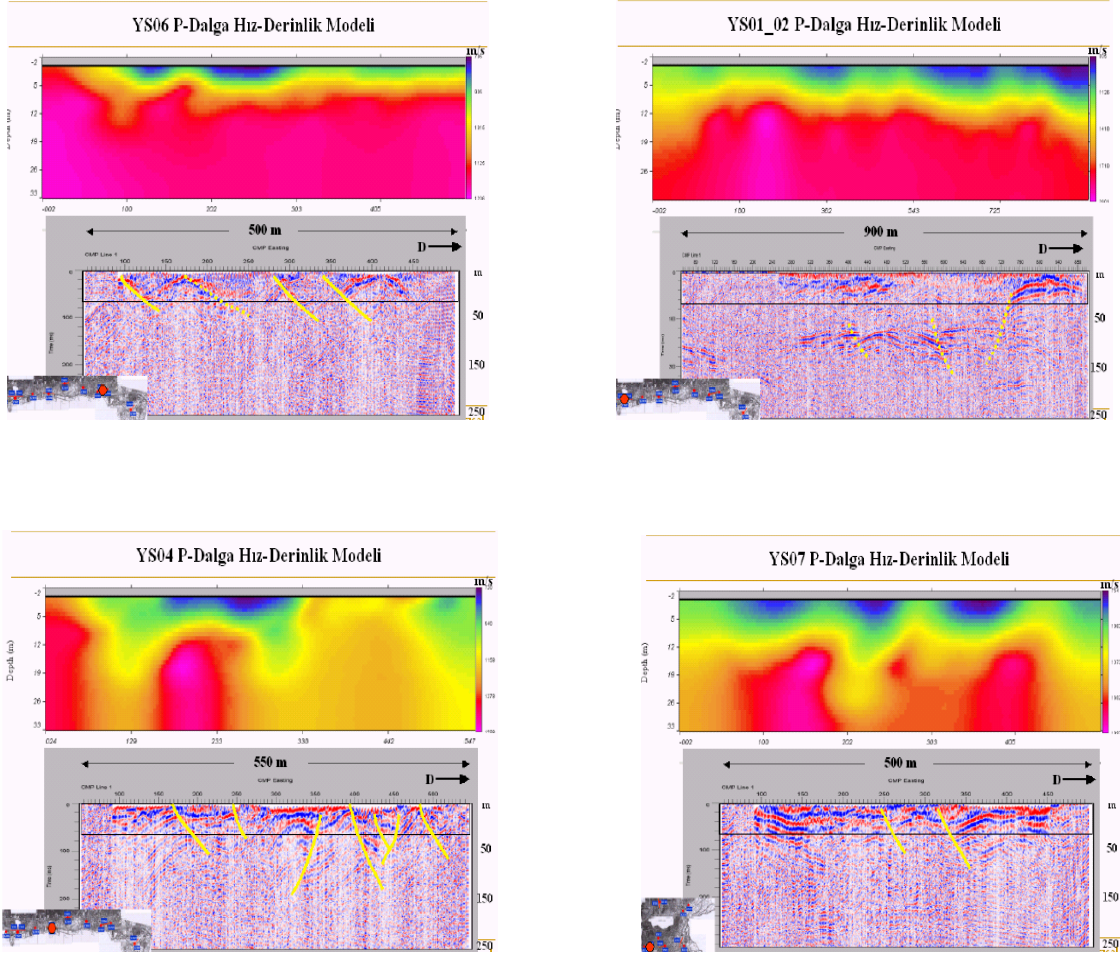
Saha çalışmasının kapsamı iki safhadan oluşmaktadır kayıtlarında mevcut yüzey dalgaları analizinden S-dalga hız-derinlik profilleri Kırılma serimleri.Arazi sınırları içinde 16 mntıkada kaydedilen 48-kanallı saha ve kırılan dalgaların analizinden de P-dalga hız derinlik profilleri tayin edilmiştir.

Yansıma serimleri.Arazi sınırları içinde 10 mntıkada herbiri ortalama 450-m uzunlukta sismik kesit sağlayacak şekilde 48-kanallı sismik kayıtlar elde edilmiştir.Herbir hat boyunca katdedilen çok-kanallı saha kayıtlarında mevcut kırılan dalgaların analizinden bir P-dalga hız derinlik modeli,ve yansıyan dalgaların analizinden de zemin ve temelkaya içindeki birimlerin arayüzlerinin ve fay-düzlemlerinin geometrisini tarifleyen bir sismik kesit elde edilmiştir.



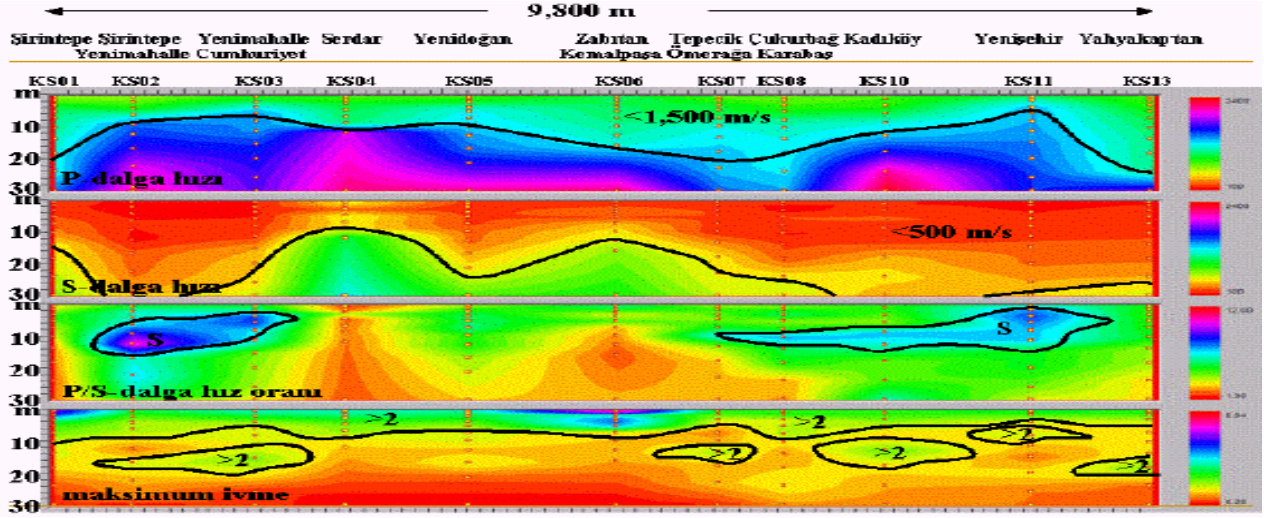
Şekil 16. Sismik Etüt Lokasyon Haritası

Maden Tetkik ve Arama Enstitüsünün 2003 yılında İzmit Büyükşehir Belediyesi için yaptığı gravite etüdünden elde ettiği temelkaya haritasında gözlenen Cumhuriyet Mahallesi'ndeki çukur alan,şekil 17 de YS-01 yansıma kesitinde görülen 50- 150 m arasındaki yansımaların tariflediği basene ,Ys-02 yansıma kesitinde görülen eğimli tabakalar ise Yendidogan mevkiine rastlayan gravite tekabül ettiği sismik kesitlerden anlaşılmaktadır.Sismik yansıma kesitinde renkli sarı çizgiler ise yeni ortaya çıkarılan fayları tariflemektedir.



Şekil -17 Sismik Yansıma ve P Dalga Derinlik Hız Modeli

Şekil 18 de gösterilen sismik ve geoteknik parametrelere mahsus kesitlerin yorumu. P-dalga hız-derinlik kesitinde kalın siyah kontur eğrisinin üstündeki zonda hızlar 1,500 m/s'den daha azdır. S- dalga hız-derinlik kesitinde ise kalın siyah kontur eğrisinin üstündeki zonda hızlar 500 m/s'den daha azdır.. Geoteknik temel kaya, zemin malzemesinin sıklığını tarifleyen Sdalga hızının 500-700 m/s değerine ulaştığı seviye olarak telakki edilir. S-dalga hızı bu eşğin üstündeyse, zemine geoteknik bakımdan müdahale gerektirecek herhangi bir durum mevzu bahis değildir. Dolayısıyla, S-dalga hız-derinlik kesitinde gösterilen kontur eğrisi, geoteknik temel kaya olarak telakki edilebilir. V_p/V_s (P- ve S-dalga hızlarının oranı) derinlik kesitinde anormal yüksek değerlere tekabül eden zonlar S ile belirtilmiş olup bu zonlarda sıvılaşma ihtimali ortayüksek derecelerdir. Sıvılaşma ihtimalinin orta-yüksek derecede olduğu mevkiler Şirintepe-Yenimahalle, Yenimahalle-Cumhuriyet, Kadıköy ve Yenişehir mevkileridir. Zemindeki ivmenin kayadaki ivmeye göre büyüklüğünü tarifleyen zemin büyütme oranının 2'den fazla olduğu zonlar belirtilmiştir. Kesit boyunca hemen her mevkide ilk 10 m içinde zemin büyütmesinin önemli. miktarda olduğunu görmekteyiz Ayrıca, de önemli zemin büyütmesi mevcuttur.



Şekil18. Geoteknik Parametrelere Mahsus Kesitler

Deprem Hasarlarını En Aza İndirmede Uluslararası Kabul Gören Zemin İnceleme Kriterleri

A) Makro bölgelendirme (Bölgesel bazda): 1- En az 100 metre derinliğe kadar araştırmalar yapılması, 2- Taban kaya topoğrafyası ve yanal değişimlerin saptanması, 3- Üç boyutlu yerçi sismik hız modelinin elde edilmesi, 4- Statik ve dinamik parametrelerin saptanması gerekmektedir. B) Mikro bölgelendirme (Ada veya parsel bazında): 1- En az 30 metre derinliğe kadar araştırmalar yapılması, 2- Zeminin düşey-yanal değişimlerin saptanması, 3- Kayaçların sismik hızları enerjisinin miktarına veya basınca bağlı olmayıp sadece yoğunluk ve dinamik elastik parametrelere bağlı olduğundan ve deprem dalgalarının yayılmasını tamamen kayaçların sismik hızları kontrol ettiğinden dinamik parametrelerin mutlaka yerinde saptanması gerekmektedir.

Sonuç

Kocaeli Büyükşehir İzmit Merkez ilçe saraybahçe ve bekirpaşa belediye sınırlarında yerleşime uygunluk haritaları ile hasar mevkilerinin uyumsuz olduğu tespit edilmiştir. Benzer uyumsuzluklar karmaşık jeolojik yapısı nedeni ile ülkemizdeki diğer deprem bölgeleri için de mevcuttur. Daha sağlıklı İmar Planı ve güvenli kentleşme için 1- Makrobölgelendirme yapmadan, yani sismik dalgaların odaklanabileceği, kapanlabileceği, köşe etkileri nedeniyle sismik dalga girişimi ve sismik yüzey dalgaların oluşabileceği mevkiler saptanmadan sığ derinlikli etütler yapmak, 2- Parsel bazında sadece 4-5 metre derinlikli araştırma çukuru ile yapılan, 3- Sismik hızı dayanamayan dinamik parametreleri içermeyen sadece statik verilere dayanan, 4 - 30 metre derinliği aşmayan sığ derinlikli zemin etütleri eksik ve sakıncalıdır. Bu bağlamda 1-En az 100m derinliğe kadar araştırmalar yapılması 2-Tabankaya topoğrafyası ve yanal değişimlerin saptanması 3- Üç boyutlu Yer içi sismik hız modelinin elde edilmesi 4- statik ve dinamik parametrelerin saptanması gerekmektedir sonuç olarak daha derin ve daha ayrıntılı yerçi bilgilerini içeren ağır hasar bölgelerinin belirlendiği bölgeselzemin etüdü raporları hazırlanması gerekmektedir. Aksi takdirde sığ derinlikli zemin etütleri ağır hasar mevkilerini önceden belirleyemeyeceğinden bu noktalarda lokal veya parsel bazında yapılacak zemin etütleri bir anlam ifade etmeyeceği için eksik ve sakıncalıdır.

Kocaeli büyükşehir belediyemizce ağır hasar bölgelerinin belirlenmesine yönelik çalışmalar tüm bölgemizi kapsayacak ve Taban kaya topoğrafyasının geometrik yapısını ortaya çıkaracak şekilde sürdürülecektir. Olası bir deprem için ağır hasar olabilecek bölgelerin az veya hiç hasar olmayacak mevkilerin önceden saptanmasının amacı ise belirlenecek ağır hasar mevkilerindeki mühendislik yapılarının güçlendirilmesinde diğer mevkilere göre öncelik verilerek büyük maliyetler nedeniyle yerine getirilemeyen deprem tehlikesi zararlarını azaltma çalışmalarındaki büyük maliyetleri aşağı çekmek en önemlisi can ve mal kayıplarını önlemektir. Kent planlaması yönünden yararı ise önceden belirlenen olası ağır hasar mevkilerinin yeşil alan olarak önemli ve yüksek binaların daha güvenli zeminlere göre planlamalarını sağlamaktır. Gelecekteki depremlerde hangi mevkilerin daha çok veya daha az hasara uğrayacağı belirlenerek geçmişte yapılan hatalar tekrarlanmamalıdır.

KAYNAKLAR

1. ROBERT,E.A.and JOHN N.L.,2000, Depth to Bedrock Using Gravimetry in the Reno and Carson City,Nevada,Basins: University of Nevada,Reno Seismological Labratory and Dept. Geological Sciences, US.
2. ALVEREZ R.,1990, Stucture of the Basin of Mexico City and Its Relation to Destruction in the Earthquake of 1985: Geotechnical and Evironmental Geophysics, SEG, VoI III. pp(263-279).
3. FABIEN, C., 2000, Site Effects: [http:// www.quakes.uq.edu.au/~coutel/research.html](http://www.quakes.uq.edu.au/~coutel/research.html)
4. Geos, 2000, İzmit Büyükşehir Belediyesi Jeolojik- Jeoteknik Etüd Raporu: Geoteknik ve Sondajcılık Ltd.Şti.
5. JOZEF V., VIKTOR J., 1996, Engineering Geological Zoning and Seismic Microzoning: Acta Geologica Comeniana.Nr,51,Bratislava-Slovakia.
6. KEÇELİ, A., 2000, Zemin-Deprem: Jeofizik Bülteni, S.37.
7. McGUIRE, R.,K. and ARABASZ W.J.,1990, An Introduction to Probabilistic Seismic Hazard Analysis: Geotechnical and Environmental Geophysics, SEG, VoI I :pp(333-354).
8. MOTOSAKA M., and NAGANA M., 1997, Analysis of Amplification Charateristics of Ground Motions in the Heavily Damaged Belt Zone During the1995 Hyogo-Ken Nanbu (kobe) Earthquake: Earthquake Engineering and Structural Dynamics, VoI. 26,377-393.
9. OLSEN, K.B.,PECHMANN,J.C.,and SCHUSTER,G.T.,1995, Simulation of 3D elastic wave propagation in the Salt Lake Basin:Bull.Seis.Soc.Am.,85,1688-1710.
10. SINGH,S.K., MENA,E.and CASTRO,R.,1988, Some aspects of source characteristics of the 19 September 1985 Michoacan earthquake and ground motion amplification and near Mexico City from strong motion data. Bull.Seis.Soc.Am.,78:451-477.
11. TELFORD,W.M.,GELDART,L.P.,SHERIFF,R.E.,and KEYS,D.A.,1976, Applied Geophysics: Cambridge University Press.
12. USGS, Evaluating Ground Response: <http://pubs.usgs.gov/of/1996/ofr-96-0263/localeff.htm>
- 13-İzmit Büyükşehir belediyesi Deprem hasar değerlendirmesi için Entegre sismik ve geoteknik inceleme 3 kısım 2004.