DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İZMİR ÇEVRESİNDE YAPILAN SİSMOTEKTONİK ARAŞTIRMALAR

Ebru AKTEPE

Temmuz, 2011

İZMİR

İZMİR ÇEVRESİNDE YAPILAN SİSMOTEKTONİK ARAŞTIRMALAR

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi
Deprem Yönetimi Anabilim Dalı

Ebru AKTEPE

Temmuz, 2011
İZMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

EBRU AKTEPE, tarafından **PROF. DR. ATİLLA ULUĞ** yönetiminde hazırlanan **"İZMİR ÇEVRESİNDE YAPILAN SİSMOTEKTONİK ARAŞTIRMALAR"** başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Atilla Uluğ

Yönetici

Prof. Dr. Uğur İnci

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Yahap Tecim

Jüri Üyesi

Prof.Dr. Mustafa SABUNCU

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Bu tezin gerçekleşmesinde büyük emekleri olan başta danışman hocam Sayın Prof. Dr. Atilla ULUĞ' a, eğitim sürecinde değerli bilgilerini benimle paylaşan sayın bölüm öğretim üyelerine, manevi desteğini üzerimden eksik etmeyen hocam Sayın Prof. Dr. Serap ALP'e, teze olan katkılarından dolayı Araş. Gör. Can AYDIN, Dr. İbrahim Arpalıyiğit ve CBS Ar-Ge Lab. çalışanlarına, her fırsatta yanımda olan ve bu günlere gelmemin en önemli sebebi olan sevgili aileme, sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ebru AKTEPE

İZMİR ÇEVRESİNDE YAPILAN SİSMOTEKTONİK ARAŞTIRMALAR

ÖZ

Türkiye toplam yüzölçümünün büyük bir kısmı ilk dört derecedeki deprem bölgelerinde yer almaktadır. Nüfusun çoğunluğu bu bölgelerde yaşamaktadır. Nüfus artış hızına paralel olarak, deprem tehlikesi altında yaşayan insanların sayısı her geçen gün artmaktadır. Bu nedenle yüksek deprem riski taşıyan bölgelerin depremselliğinin belirlenmesi, deprem yönetimi açısından son derece önem arz etmektedir.

Tez kapsamında; İzmir ili ve çevresi sismotektonik bakımdan incelenmiş, Coğrafi Bilgi Sistemleri ve mekansal istatistik yöntemleri kullanılarak depremselliği ortaya çıkarılmıştır. Öncelikle Türkiye'yi etkileyen levha hareketleri, neotektonik evreler ve yapılar özetlenmiştir. Çalışma alanı olarak seçilen bölge ile ilgili mevcut çalışmalar incelenerek, bölgenin tektonik yapısı, aktif fayları, depremselliği, tarihsel ve aletsel dönemde meydana gelen önemli depremler incelenmiştir.

Bir bölgenin depremselliğinin incelenmesinde Coğrafi Bilgi Sistemleri ve mekansal istatistik gibi son yılların gelişen teknolojilerinden faydalanılması büyük önem taşımaktadır. Bu amaçla, Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi'nden elde edilen veriler ışığında, yukarıda bahsedilen teknikler kullanılarak deprem noktalarının yoğunlaştığı ve risk oluşturabilecek bölgelerin belirlenmesine yönelik analiz çalışmaları yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Coğrafi bilgi sistemleri, depremsellik, mekansal analiz, sismotektonik

SEISMOTECTONICAL STUDIES AROUND IZMIR

ABSTRACT

Most of the total area of Turkey is situated in the first four seismic zones. Most of the total population live in these areas. In parallel with the population growth rate, the number of the people who live in danger of earthquake increases every day. Therefore, investigating the seismicity of the areas which have high risk is extremely important in terms of seismic management.

Within the concept of the thesis İzmir and its around has been investigated in a seismotectonic way, and using the Geographical Information Systems and the methods of spatial statistics the seismicity of it has been revealed. First of all, the plate movements affecting Turkey, and its neotectonic phases and structures have been summarized. By examining the available studies of the region which have been selected as a field of study, the tectonic structure of the area, its active faults, its seismicity and the important earthquakes in the historical and instrumental period that occured in the region has been investigated.

While examining the seismicity of a region, making use of developing technologies of recent years such as geographical information systems and spatial statistics is of great importance. With this aim, using the data obtained from Bogazici University Kandilli Observatory and the above-mentioned techniques, an analysis study such as where earthquake points are intesified and determining the regions which might be risky has been done.

Keywords: Geographical information systems, seismicity, spatial analysis, seismotectonics

İÇİNDEKİLER

Sayfa

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU ii

TEŞEKKÜR iii

ÖZ iv

ABSTRACT v

BÖLÜM BİR - GİRİŞ 1

1.1 Çalışma Alanı 1

BÖLÜM İKİ - BÖLGENİN JEOLOJİSİ ve DEPREMSELLİĞİ 4

2.1 Türkiye Neotektoniği 4

2.1.1 Türkiye'yi Etkileyen Levha Hareketleri 5

2.1.2 Türkiye'deki Neotektonik Yapılar 8

2.2 İzmir ve Yakın Çevresinin Neotektoniği 13

2.2.1 İzmir Yöresi Aktif Fayları 20

2.2.1.1 Gediz Grabeni Batısı Fayları 22

2.2.1.2 Dumanlıdağ Fayı 22

2.2.1.3 Bornova Fayı 23

2.2.1.4 İzmir Fayı 23

2.2.1.5 Cumaovası Fayı 23

2.2.1.6 Karaburun Fayı 23

2.2.1.7 Gümüldür Fayı 23

2.2.1.8 Tuzla Fayı 24
2.2.1.9 Seferihisar Fayı 24
2.2.1.10 Gülbahçe Fayı 24
2.3 İzmir Körfezi Ve Civarının Depremselliği 24
2.3.1 Tarihsel Dönemde Meydana Gelen Depremler (1899 ve öncesi) 25
2.3.2 Aletsel Dönemde Meydana Gelen Depremler (1900-Günümüz) 26

BÖLÜM ÜÇ - MATERYAL VE YÖNTEMLER 28

3.1 Coğrafi Bilgi Sistemleri 28
3.1.1 CBS İle İlgili Tanımlamalar 29
3.1.2 CBS Ne İşe Yarar? 30
3.1.3 CBS'nin Temel Bileşenleri ve Görevleri 30
3.1.4 CBS Veri Tabanı 31
3.1.4.1 Vektör Veri Tabanı 32
3.1.4.2 Raster Veri Tabanı 33
3.2 CBS'nin Jeoloji Mühendisliğinde Uygulama Alanları 34

BÖLÜM DÖRT - VERİ TOPLAMA ve ANALİZLER 37

4.1 Veri Toplama Yöntemleri 37
4.1.1 Deprem Monitörü 38
4.2 Verilerin Elde Edilmesi 38
4.3 Veri Analizleri 41
4.3.1 Ortalama Merkez 44
4.3.2 Ağırlıklı Ortalama Merkez 45

4.3.3 Standart Uzaklık 47
4.3.4 Ağırlıklı Standart Uzaklık 47
4.3.5 Standard Sapma Elipsi 48
4.3.6 Nokta Yoğunluğu Analizi 49
4.3.7 Deprem Noktalarının Sınıflandırılması 50
4.3.8 Buffer Analizi 51

BÖLÜM BEŞ – SONUÇ 53

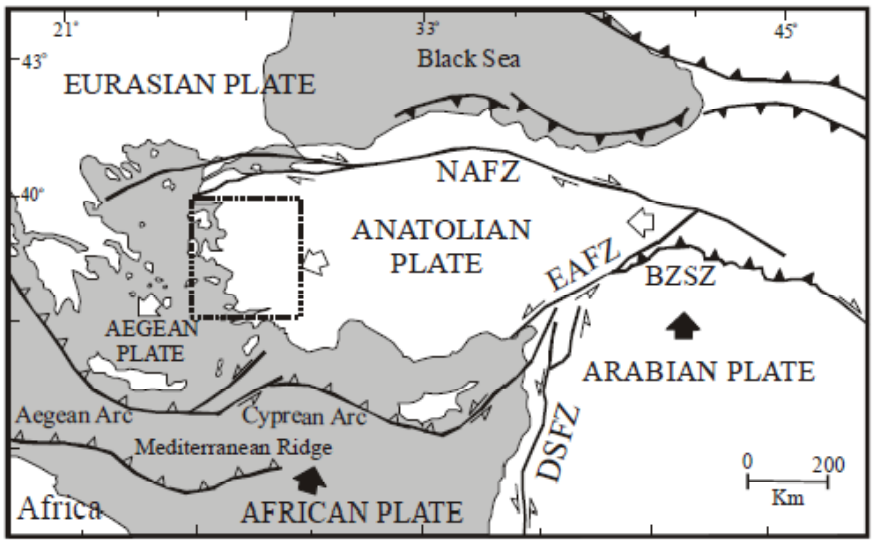
KAYNAKLAR 54

EKLER 58

BÖLÜM BİR
GİRİŞ

1.1 Çalışma Alanı

Ege açılma rejimi içerisinde yer alan Batı Anadolu, deprem aktivitesi yüksek kıtasal kabuk bölgelerinden birisidir. Birçok uygarlığın üzerinde geliştiği Batı Anadolu, tarihsel dönemlerde birçok yıkıcı depremlerin etkisinde kalmıştır. Arap levhasının Avrasya levhasına yaklaşması sonucu Anadolu levhasının batıya doğru hareketine neden olan bir yatay kaçış zonu meydana gelmiştir (Şekil 1.1).



Şekil 1.1 Türkiye ve çevresindeki neotektonik yapılar. DSFZ: Ölü Deniz Fay Zonu, EAFZ: Doğu Anadolu Fay Zonu, NAFZ: Kuzey Anadolu Fay Zonu. Çalışma alanı, kesikli çizgili dikdörtgen ile gösterilmektedir.

Anadolu'nun sağ yanal Kuzey Anadolu (KAFZ) ve sol yanal Doğu Anadolu (DAFZ) doğrultu atımlı fay zonları boyunca batıya kaçışı; Yunanistan'ın batısındaki kıtasal kalınlaşmadan dolayı Anadolu'nun batıya kaçışının engellenmesi ve kuzey ve orta Ege bölgesinde doğu-batı sıkışma oluşması bunun sonucunda Batı Anadolu'nun

saatin tersi yönünde dönerek güneybatı yönünde Hellen yayı üzerine hareket etmesi olarak özetlenmiştir (McKenzie, 1972 ve 1978; Dewey ve Şengör, 1979; Le Pichon ve Angelier, 1979 ve 1981; Şengör vd., 1985; McKenzie ve Yılmaz, 1991; Taymaz vd., 1991; Barka ve Reilinger, 1997; McClusky vd., 2000).

Afrika ve Avrasya levhalarının yakınlaşması nedeniyle Kuzey Anadolu fayı ve Doğu Anadolu fayı ile sınırlı olan Anadolu levhasının batıya doğru hareketinin hızı yılda 2.0 cm' dir. Bu hareketin doğrultusu Ege bölgesindeki Akdeniz okyanusal litosferinin Hellenik yayı boyunca dalması nedeniyle KD-GB'dir (Reilinger ve diğ. 1997). Söz konusu dalma batma nedeniyle Ege Denizi ve çevresi, günümüzde yaklaşık K-G doğrultulu genişleme kuvvetleri etkisinde şekil değiştirmektedir (Bozkurt, 2001).

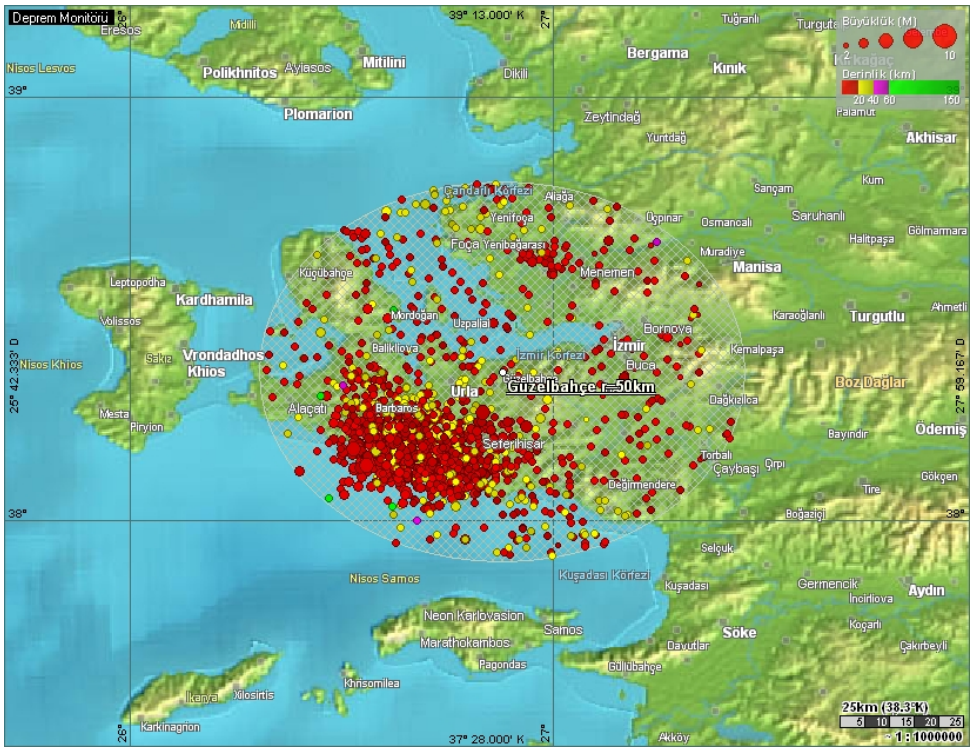
Kaya (1979, 1981) çalışma alanı olan İzmir Körfezinin uzanımının Batı Anadolu'nun D-B gidişli grabenleri ile uyumsuzluk gösterdiğini belirtmiştir. İzmir körfezi D-B gidişli bir iç körfez ile KKB-GGD gidişli bir dış körfezden oluşmaktadır. Gerçekte körfezin KKB-GGD parçasının oluşumu Batı Anadolu'nun bilinen neotektonik rejimi altında günümüze değin yeterince açıklanamamıştır. Kaya (1979 ve 1981) körfezi paleotektonik dönemde K-G, KD-GB gidişli derin oblik faylarla oluşmuş bir çöküntü alanı olarak yorumlamış ve bu paleotektonik yapıların kısmen günümüz Kuvaterner tektoniğinde de etkili olduğunu belirtmiştir.

Günümüzde, kıta içi aktif gerilmenin hızla geliştiği yörelere en iyi örneklerden biri Ege Bölgesinde aktif gerilme yılda 3-4 cm hızla gelişmektedir. Litosferin incelmesiyle bölgede, sismik aktivite birçok yıkıcı depreme neden olmaktadır (Yılmaz, 2000).

Bu çalışma, İzmir'in depremselliğini inceleyebilmek amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla; İzmir'i etkileyebilecek depremlerin 50 km. yarıçapında bir alan içinde meydana geleceği kabul edilmiştir. (25.49-29.15 D- 37.37-39.43 K) koordinatları arasında kalan sismotektonik bölge inceleme alanı olarak seçilmiştir.

1999-2010 yılları arasında gerçekleşen, derinlikleri 2.10-87.60 km arası, büyüklükleri ise 2.9< M <5.6 arasında değişen 632 deprem verisi "Deprem

Monitörü" adlı Türkiye için yaklaşık gerçek zamanlı program kullanılarak elde edilmiştir. Fay hatları ve deprem noktalarının kesişim durumlarına göre yerleşim alanlarının risk analizleri elde edilmeye çalışılmıştır.



Şekil 1.2 1999-2009 yılları arasında İzmir ve çevresinde gerçekleşen depremlerin dağılımı (Gezdirici, 2001), (Deprem Monitörü programından alınmıştır.)

BÖLÜM İKİ
BÖLGENİN JEOLOJİSİ ve DEPREMSELLİĞİ

2.1 Türkiye Neotektoniği

Dünyada birçok bölge coğrafi ve jeolojik yapısı nedeniyle tarih boyunca can ve mal kaybına yol açan büyük doğal afetlere uğramıştır. Ve halen birçok bölgenin afet tehlikesi içerisinde olduğu düşünülmektedir. Ülkemiz coğrafi ve jeolojik yapısı bakımından olası büyük doğal afetlere her zaman uğrayabilecek durumda bulunmaktadır.

Yerküre üzerinde oluşan depremlerin büyüklüğü ve neden oldukları zararlar göz önüne alındığında iki ana deprem kuşağı en çok ilgi çeken bölgelerdir (Şengör, 1980). Bunlardan biri Büyük Okyanusu çevreleyen ve özellikle Japonya üzerinde etkili olan Pasifik Deprem Kuşağı, diğeri ise Cebelitarık'tan Endonezya adalarına uzanan ve Türkiye'nin de içinde bulunduğu Akdeniz-Himalaya deprem kuşağıdır.

Türkiye'nin bulunduğu bölgede büyük levhalar arasında küçük birçok levhanın olması, Türkiye'nin büyük bir bölümünün deprem kuşağı içinde yer almasına neden olmaktadır.

Güneydoğu'da Orta Miyosen (Serravaliyen) esnasında, Çüngüş havzasının da kapanmasıyla, Arabistan-Avrasya çarpışması sonucu oluşan Anadolu bloğunun batıya kaçmaya başlaması ile parçalanan Türkiye orojenik yapısı Paleo-tektonik evrimini tamamlayarak Arabistan-Avrasya çarpışmasının dikte ettiği Neotektonik döneme girmiştir (Şengör ve Yılmaz, 1981).

Şengör (1980), Neotektoniği (Yeni Tektonik); herhangi bir bölgede meydana gelmiş olan son tektonik rejim değişikliğinden günümüze kadar geçmiş olan zaman içerisindeki tektonizmanın tümü olarak tanımlamıştır.

Sismotektonik ise Sismoloji ve Tektonik sözcüklerinin birleştirildiği bir yerbilim sözcüğüdür. Deprem tehlikesini kestirme çalışmalarında öncelikle bir sismotektonik

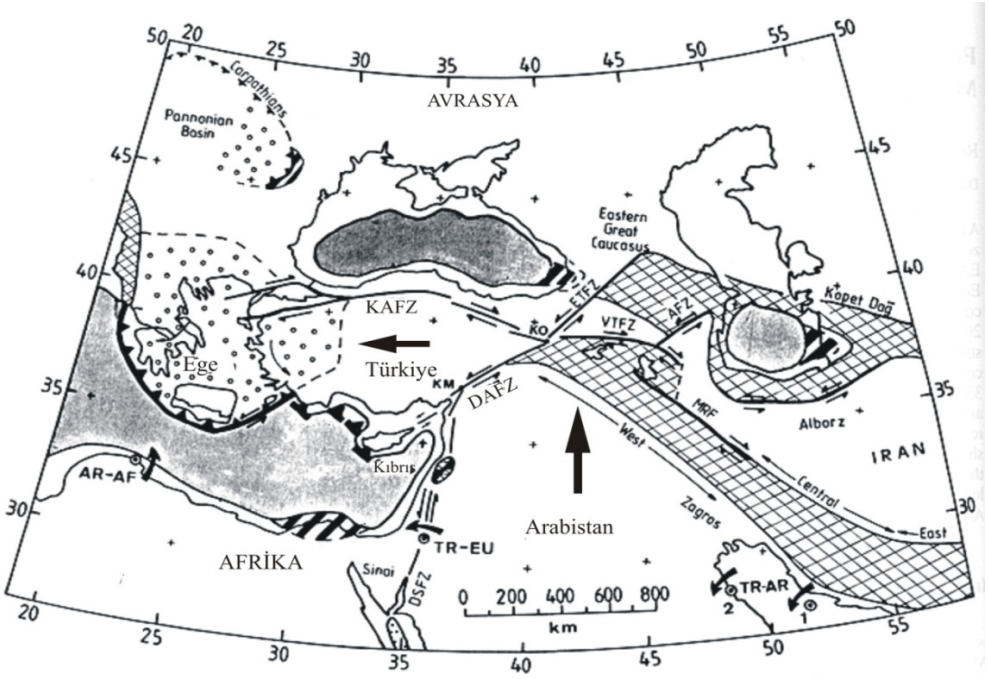
model oluşturulmalıdır. Sismotektonik model Jeofizik ve Jeolojik verilerden üretilen deprem kaynak zonlarını içeren ve tehlike tayinine esas oluşturan bir sismik tehlike modelidir.

Tektonik, jeoloji biliminin bir araştırma alanıdır. Yer kabuğu ve yer yüzeyindeki bölgesel ölçekte yapısal olguların ve deformasyon özeliklerinin (fay, çatlak, kıvrım, levha hareketleri, dağ oluşum, havza oluşum...) kökenini ve oluşum sürecini aydınlatmaya çalışır.

Jeolojik araştırmalar oluşum süreci içinde tektonik tarihi eski (paleo) ve yeni (neo) olarak iki zaman dilimine ayırırlar. Bu tarihlendirme bölgeye göre değişebilir. Türkiye ve çevresinde bu ayrım Orta Miyosen (12 my önce başlayan) dönemi tarafından belirlenir. Orta Miyosen Arab levhasının Anadolu'ya çarptığı ve Anadolu levha kabuğunda geniş alanlara yayılan deformasyonların başladığı dönemdir. Bu dönemde olan her jeolojik olgu neo-tektonik dönem sınıfına sokulur (Eyidoğan, 2003).

2.1.1 Türkiye'yi Etkileyen Levha Hareketleri

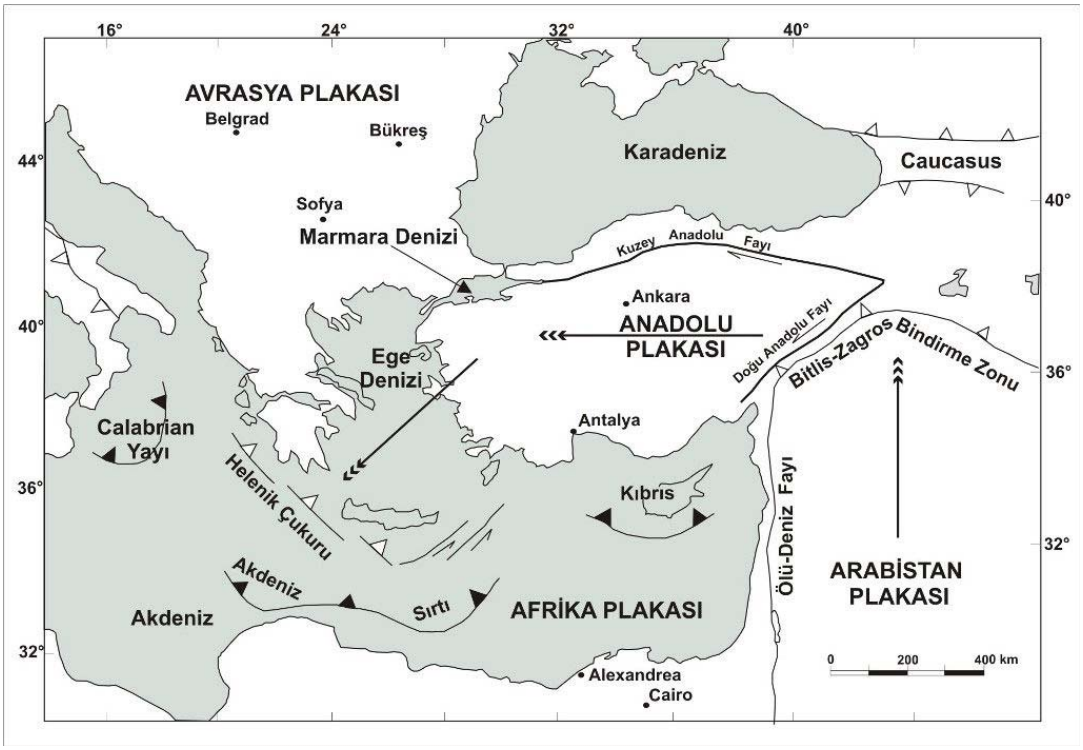
Türkiye, üç büyük levhanın etkisi altında bulunmaktadır; bunlar Avrasya, Afrika ve Arap levhalarıdır. Anadolu'nun büyük bir kısmının yer aldığı Anadolu levhası, Avrasya levhasının küçük bir bölümünü oluşturmaktadır. Afrika levhası, Akdeniz'de Helenik-Kıbrıs Yayı olarak adlandırılan bölgede, Avrasya (veya onun bir parçası olan Anadolu) levhasının altına dalar. Arap levhası ise Kızıldeniz'deki açılma nedeniyle kuzeye doğru hareket eder ve Anadolu levhasını sıkıştırır. Bu sıkıştırma sonucu Bitlis Bindirme Zonu (Bitlis Kenet Kuşağı) oluşmuştur. Orta Miyosen sonunda, Bitlis-Zagros kenet kuşağı boyunca okyanus kapanıp kıta-kıta çarpışması gerçekleşmiş olmasına karşın, daha güneyde Kızıldeniz-Aden körfezi açılması nedeniyle (Le Pichon ve Angelier, 1979), Arap levhasının kuzey-kuzeydoğuya doğru devinimi, Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu Fayları'nın oluşumuyla karşılanmış ve bu olay Türkiye'de Yeni tektonik dönemin başlangıcı olmuştur.



Şekil 2.1 Afrika, Arap ve Avrupa plakalarının durumu ve Türkiye ((NEIC),(Westaway 1994) Deprem Master Planından alınmıştır.

Arap levhasının sıkıştırması sonucu batıya kayan Anadolu levhasının sınırlarında ve Afrika levhasının Avrasya levhasının altına dalması sonucu Akdeniz'de ve Ege Graben Sistemi içersinde depremler meydana gelir. Ancak Arap levhasının sıkıştırması bu bölgelerdeki hareketlenme ile tamamen telafi edilemediği için İç Anadolu ve Doğu Anadolu bölgelerinde de içsel deformasyon nedeniyle depremler olabilmektedir.

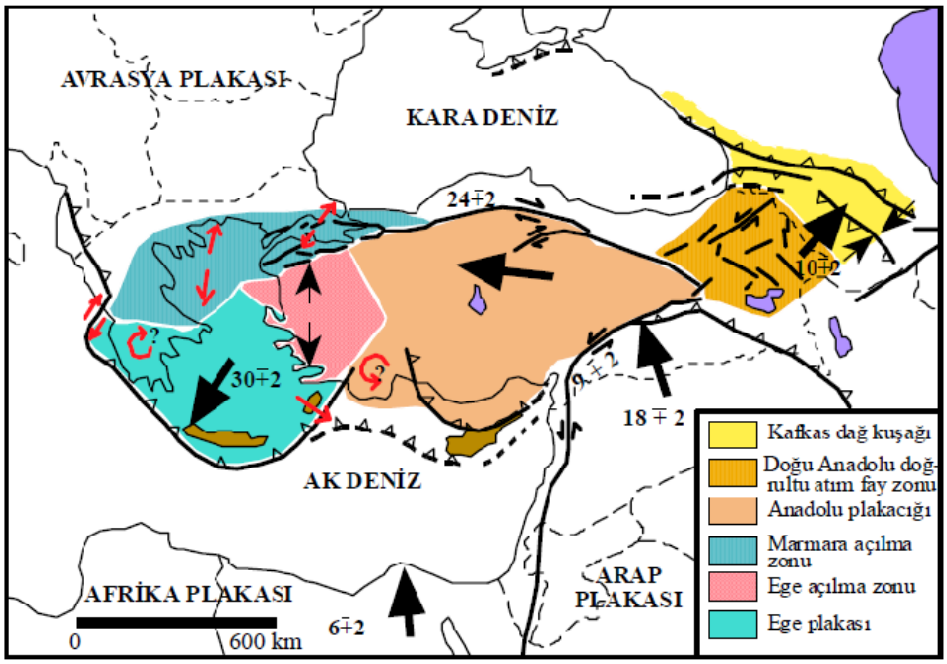
Anadolu plakası; kuzeyde Avrasya Plakası, güneyde Afrika ve Arap Plakaları, doğuda Doğu Anadolu Bloğu ve batıda Ege Bloğu tarafından çevrilmiştir. Avrasya Plakasının hareket etmediği kabul edildiğinde; Afrika plakası yılda 5 milimetrelik bir hızla kuzeye, Arap Plakası 19 milimetre yıllık hızla yine kuzeye doğru hareket etmekte ve Anadolu Plakasını Avrasya Plakasına doğru sıkıştırmaktadır (McKenzie, 1972).



Şekil 2.2 Türkiye'nin aktif tektonik haritası (Okay ve diğer., 2000)

Günümüzden yaklaşık 15 milyon yıl önce (Miyosen) Afrika Levhasına göre kuzey batıya doğru daha hızlı hareket eden Arabistan Levhasının Türkiye Levhasıyla çarpışmasıyla Türkiye'nin neotektonik rejimi başlamıştır. Türkiye'nin doğusunda kıta-kıta çarpışmasıyla oluşan kuzeybatı yönlü basınç gerilmeleri, aynı dönemde Ege Bölgesinde gelişen kuzey-güney doğrultulu çekme gerilmeleriyle dengelenmiştir (Şekil 2.3) (Bektaş ve Eyüboğlu, 2000). Günümüzden yaklaşık 4-5 milyon yıl önce (Pliyosen) ise Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu Faylarının oluşmasıyla Türkiye Levhası daha küçük levhacıklara bölünmüştür (Anadolu Levhası, Karadeniz Levhası, Van Levhası gibi). Doğu Anadolu Bölgesi'nde levhacıkların faylı levha sınırları boyunca kuzeybatı ve kuzeydoğuya doğru oluşturdukları sürekli göreceli hareketler bu sınırlarda kümeleşen depremleri üretmiştir. Kuzey Anadolu Fayı doğudaki basınç gerilmesi veya ters fayların hüküm sürdüğü bir bölgeyi, batıda Ege-Marmara Bölgesi'nde çekme gerilmesi veya normal fayların egemen olduğu bir diğer tektonik bölgeye bağlayan transfer fay niteliğindedir. Anadolu Levhasının Kuzey Anadolu Fayı boyunca oluşturduğu doğudan batıya doğru 24±1mm/yıl'lık güncel kaçma

hareketi veya saat yelkovanı tersi yönündeki dönme hareketi jeodezik olarak Global Positionning System (GPS) ölçümleri ile saptanmıştır (McClusky ve diğer., 2000).



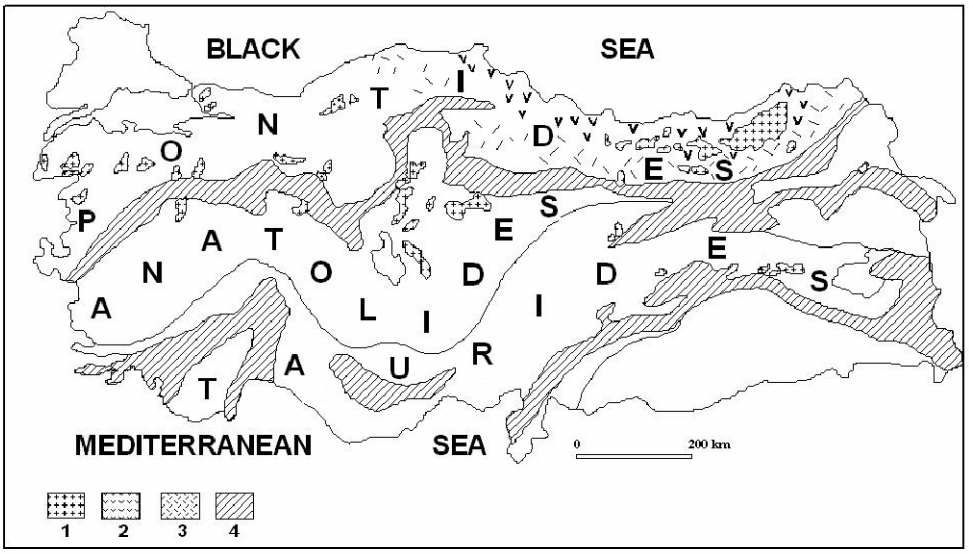
Şekil 2.3 Türkiye ve çevresindeki plakaların göreceli hareketleri (McClusky ve diğer., 2000)

2.1.2 Türkiye'deki Neotektonik Yapılar

Jeolojik konumu nedeniyle birkaç levha üzerinde yer alan Türkiye'nin Neotektonik yapısı Afrika ve Arap levhalarının Anadolu levhasını sıkıştırması ve Arap levhası ile Anadolu levhasının çarpışması sonucu şekillenmiştir. Arap levhasının kuzeye hareketi Anadolu bloğunun batıya ve Kuzeydoğu Anadolu bloğunun doğuya kaçmasına ve bunun sonucu olarak Doğu Anadolu'da bir sıkışmaya neden olmuştur (McKenzie,1972). Anadolu levhasının, Karadeniz levhasına göre batıya hareketi, Batı Anadolu'da doğu-batı yönünde sıkışmaya ve kuzey-güney yönünde de açılmaya neden olmaktadır (Alptekin, 1973; McKenzie, 1978; Dewey ve Şengör, 1979). Bunun bir sonucu olarak depremselliği ile belirginleşen önemli sismotektonik yapılar Batı Anadolu graben bölgesi, KAF, KDAF, DAF ve Güneydoğu Anadolu bindirmesidir (Bitlis Bindirme Kuşağı). Türkiye ve civarındaki Neotektonik olaylar ve Anadolu'nun bugünkü depremselliği

Arap, Afrika ve Avrasya levhalarının göreceli hareketleri sonucunda oluşmuştur (McKenzie, 1972). Ege levhası kuzeydeki Kuzey Anadolu Fayı'nın batı uzantısı ile sınırlanmış olup bu sınır Anadolu çöküntüsü ya da hendeği olarak bilinmektedir (Allan ve Morelli, 1971; McKenzie, 1972). Arap levhasıyla Anadolu levhasının çarpışması sonucu, Kuzey Anadolu Fayı boyunca sağ yönlü, Doğu Anadolu Fay'ı boyunca sol yönlü hareket, Anadolu levhasını batıya doğru hareket ettirmektedir (Dewey, 1976).

Alpin sıradağlar kuşağı içinde yer alan Türkiye, değişik araştırmacılar tarafından jeolojik olarak değişik birliklere ayrılmıştır. Tektonik birliklere ayırma denemeleri çok önceleri başlamıştır: İlk olarak Argand (1924) Anadolu'nun orojenik kuşaklarını Alplere benzeterek kuzeyden güneye doğru, Pontidler, Ara Masifler ve Toridler olmak üzere üç birliğe ayırmıştır. Daha sonraları Arni (1939), Blumenthal (1946) ve Egeran (1947) Anadolu'yu üçten fazla birliğe ayırmışlardır. Ketin (1961, 1983) ise tektonik birlik sayısını dört olarak sınırlamıştır. Dağ kuşaklarının orojenik gelişmeleri esasına dayalı olan bu dörtlü birlik (Şekil 2.4), kuzeyden güneye doğru; Pontidler, Anatolidler, Toridler Ve Kenar Kıvrımları bölgesidir.



Şekil 2.4 Türkiye'nin Neotektonik birimleri (Şengör vd., 1985; Barka, 1992). 1. Granitik kayaçlar, 2. Geç Kretase TH-CA volkanizma, 3. Geç Kretase CA-A (Şoşonitik) volkanizma, 4. Ofiyolitik sütur zonları.

Arap levhası ile Anadolu levhasının çarpışma alanı olan Güneydoğu Anadolu Bindirme zonu, Ketin (1966) tarafından Toridler ve Kenar Kıvrımları olarak adlandırılan tektonik birliklerin de sınırını oluşturmaktadır. Bu bölgedeki bindirmeler genel olarak Toroslar'ın güney kenarını izlemekte ve doğuda Bitlis-Zagros Bindirme kuşağına bağlanmaktadır. Zagros kuşağında oluşan depremlerin çoğu KD-GB yönlü sıkışmaya neden olan ters faylanma mekanizmalarına sahiptir (Canıtez, 1969; McKenzie,1972).

Diğer yandan günümüzde ulaşılmış olan en son ve en yeni bilgi birikimi ışığında, neotektonik rejimlerin türü ve bu rejimleri temsil eden neotektonik yapıların (özellikle diri fayların) özelliklerine göre, Türkiye ve yakın çevresi altı neotektonik bölgeye ayrılır (Şekil 2.5) (T.C Bayındırlık Ve İskan Bakanlığı Deprem Şurası, 2004) :

1. Güneybatı Türkiye neotektonik bölgesi: Genişlemeli neotektonik rejim

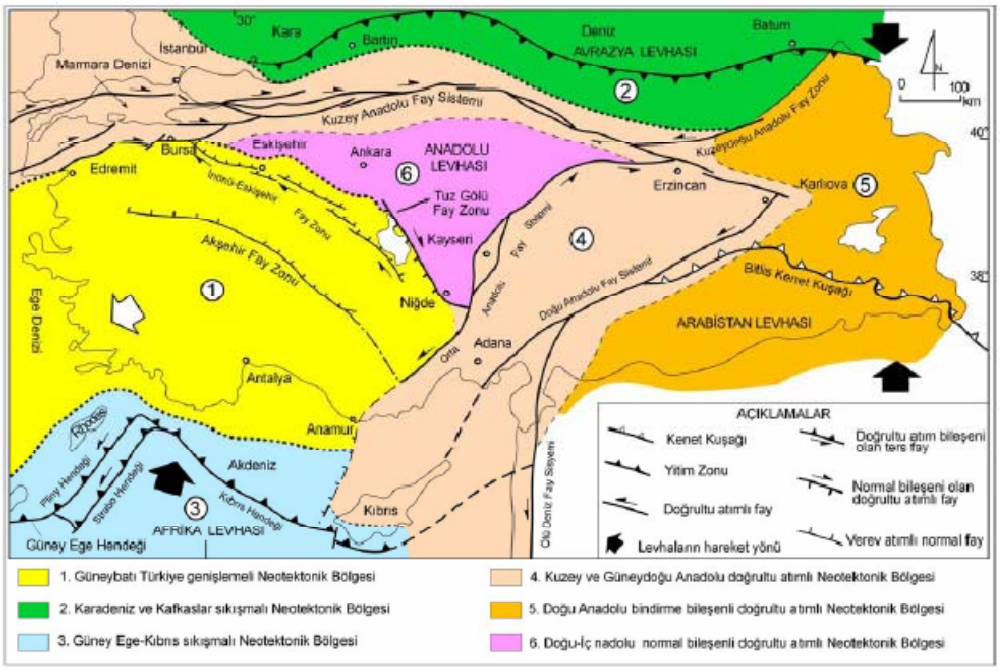
2. Karadeniz ve Kafkaslar neotektonik bölgesi: Sıkışmalı neotektonik rejim

3. Güney Ege-Kıbrıs neotektonik bölgesi: Sıkışmalı neotektonik rejim (Aktif Yitim)

4. Kuzey ve Güneydoğu Anadolu neotektonik bölgesi: Doğrultu atımlı neotektonik rejim

5. Doğu Anadolu neotektonik bölgesi: Bindirme bileşenli doğrultu atımlı neotektonik rejim

6. Doğu İç Anadolu neotektonik bölgesi: Normal bileşenli doğrultu atımlı neotektonik rejim

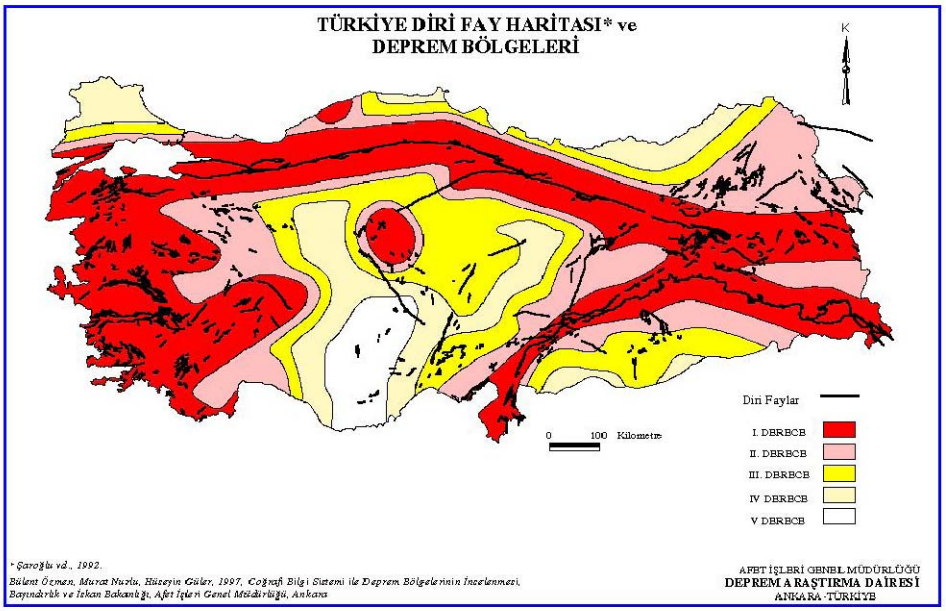


Şekil 2.5 Türkiye ve yakın çevresinin neotektonik sınıflamasını gösteren yalınlaştırılmış neotektonik haritası (T.C Bayındırlık Ve İskan Bakanlığı Deprem Şurası, 2004)

Güneybatı Türkiye neotektonik bölgesi*:* Bu neotektonik bölge eğim atımlı ve verev atımlı faylanmalar sonucu oluşmuş normal faylar ve normal faylarla sınırlı horst-graben sistemleriyle (örneğin: Bat Anadolu horstgraben sistemi, Göller bölgesi horst-graben sistemi ve Batı İç Anadolu horst-graben sistemi gibi) temsil edilmektedir. Bölgede depremlerin kaynağı, yerel ve özel yapısal-tektonik koşullar dışında, bir başka deyişle yapısal düzensizlikler dışında, normal faylanmadır. Sığ odaklı ve normal faylanma kökenli depremlerin Güneybatı Türkiye'de yoğunlaşmış olması da, bu bölgedeki genişlemeli neotektonik rejimin en önemli aletsel verilerinden birini oluşturur. Genişlemeli neotektonik bölgenin bir diğer önemli özelliği de yer kabuğunun incelmekte, buna karşın olarak da yer ısı akısı değerlerinin artmakta oluşudur (T.C Bayındırlık Ve İskan Bakanlığı Deprem Şurası , 2004).

Türkiye'deki diri fayların dağılımı Anadolu Levhası ve yakın çevresini etkileyen neotektonik dönem süreçleriyle ilişkili olup, fayların nitelikleri, dolayısı ile ürettikleri depremlerin özellikleri bulundukları neotektonik bölgeye bağlı olarak

değişmektedir. Güncel depremler bu neotektonik rejimlerin bir sonucu olarak gerçekleşmektedir (T.C Bayındırlık Ve İskan Bakanlığı Deprem Şurası , 2004).



Şekil 2.6 Deprem Bölgeleri Haritası (Şaroğlu ve diğer., 1992) (Bu harita Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi'nin web sitesinden alınmıştır.)

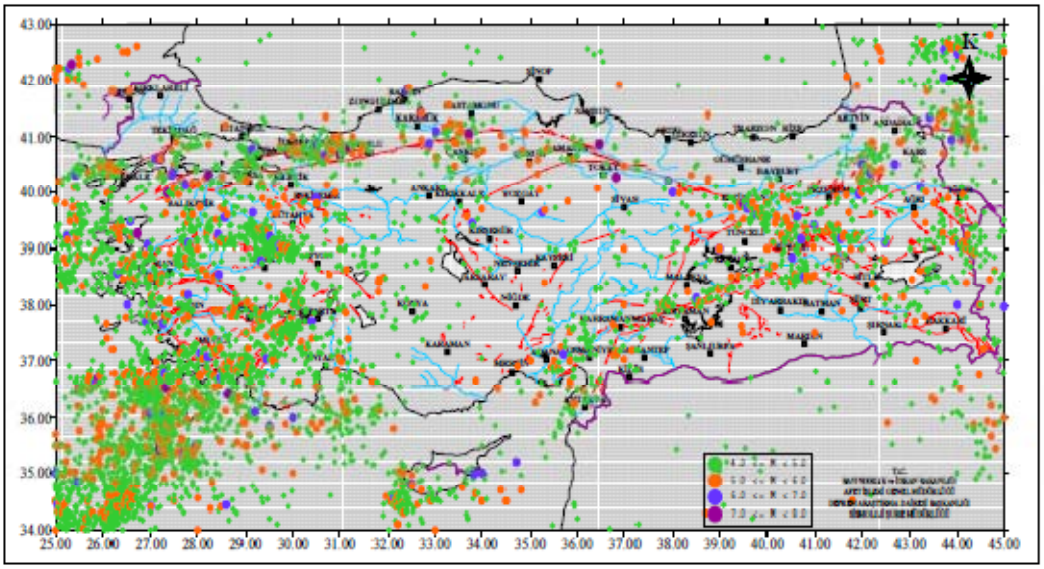
MTA tarafından yayınlanmış Türkiye Diri Fay (Şaroğlu ve diğer., 1992) haritasındaki bilinen diri fayların deprem bölgeleri haritası üzerinde hangi deprem bölgesinde toplam ne kadar uzunluğa sahip olduğunu göstermektedir. (Bu harita 1999 yılı ve sonrası deprem etkinliğini içermemektedir).

Tablo 2.1 Türkiye'nin Deprem Bölgeleri Ve Aktif Fayları (Özmen ve Güler, 1997)

Deprem Bölgesi	Aktif Fayların Uzunluğu (km)	%	Yıkıcı Deprem M ≥ 5.5 Sayısı (1900 - 2000)	%
I	10 606	72	96	75
II	2 762	19	25	20
III	938	6	3	2
IV	275	2	4	3
V	214	1	-	-
Toplam	14 795	100	130	100

Tabloya göre diri fayların %72'si I.derece deprem bölgesine, %19'u II.derece deprem bölgesine, %6'sı III.derece deprem bölgesine, %2'si IV.derece deprem bölgesine, %1'i V.derece deprem bölgesine düşmektedir (Özmen ve diğer., 1997).

Yıkıcı depremlerin (M≥5.5) % 95'i I. ve II. bölgelerde gözlenmiştir. Bu depremleri oluşturan aktif fayların% 91'i, I. ve II. Bölgelerde yer almaktadır (Pündük, 2007).



Şekil 2.7 Türkiye sismotektonik haritası (Veriler; 'Deprem Araştırma Dairesi' Ankara, 2000. Diri faylar; Şaroğlu vd. 1992)

2.2 İzmir ve Yakın Çevresinin Neotektoniği

İzmir ve yakın çevresi Batı Anadolu'da açılmalı tektonik rejimin en önemli yapısal elemanlarından olan Gediz graben sisteminin batısında yer almaktadır.

İzmir ve yakın çevresinin aktif tektoniği, Batı Anadolu ve Ege Denizi'nin aktif tektoniğiyle ilişkilidir. Ege Bölgesinde K-G yönlü genişleme tektoniği sonucu yaklaşık D-B doğrultulu eğim atımlı normal faylar gelişmiş ve grabenler oluşmuştur. İzmir Körfezi de Gediz grabeninin GB ucunda küçük bir çöküntüdür. Ancak, yapılan çalışmalarda Ege Bölgesindeki graben ve fay sistemlerinin yönleri D-B ve KD-GB yönlerinde izlenebilmektedir. Bu nedenle, İzmir ve yakın çevresi Ege bölgesi gibi

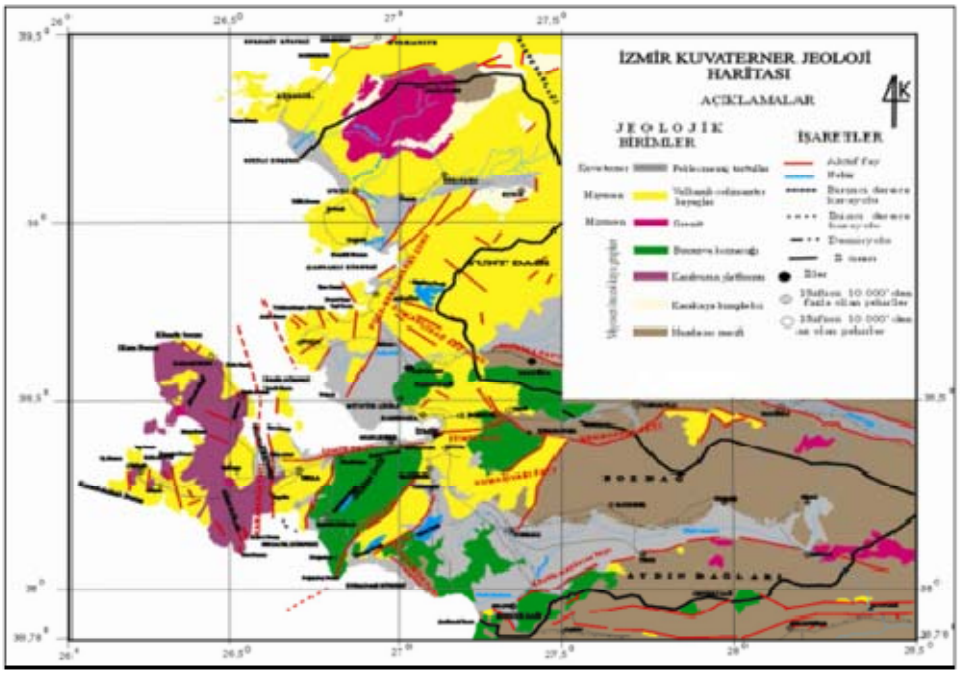
tektonik yapıları itibarıyla Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) ile Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) arasında bir geçiş zonu oluşturmaktadır.

Batı Anadolu'nun en bati ucundaki güncel yapılardan biri olan İzmir Körfezi; KD, KB, K-G ve D-B uzanımlı faylar tarafından denetlenen denizel bir havzadır. Körfezin güney kenarı üzerindeki Konak- Güzelbahçe bölümü İzmir Fayı ile sınırlandırılmıştır. İzmir Fayı bu kesimde yaklaşık D-B uzanımlı birbirine paralel iki ana segmentten yapılıdır ve Balçova'dan Güzelbahçe'ye kadar 1/25.000 ölçeğinde haritalanmıştır. Arazi verilerine göre İzmir Fayı kuzeye eğimli ve oblik atım bileşenli normal fay niteliğindedir. Körfezin kuzey kenarı üzerindeki Bayraklı-Karşıyaka bölümü, İzmir Fayı'nn antitetiği olan Karşıyaka Fayı ile sınırlıdır. Karşıyaka Fayı bu kesimde yaklaşık D-B uzanımlı ve güneye eğimli oblik atımlı normal fay niteliğindedir (Sözbilir ve diğer., 2008).

Ege'nin aktif tektonizması iki önemli jeolojik olayın etkisi altındadır. Bunlar, Ege dalma-batma sistemi ve Arabistan levhasının Bitlis Sütur Zonu boyunca Anadolu'yu kuzey yönünde sıkıştırmasıdır. Ege bölgesinden uzakta olmasına rağmen, Arabistan ile Avrasya levhalarının, yaklaşık 40 milyon yıl önce Bitlis Sutur Zonu boyunca çarpışmaları (Yılmaz, 1993) ve yakınlaşmaya devam etmeleri, hem Anadolu'nun hem de Ege Bölgesinin jeolojik gelişiminde önemli rol oynamıştır (Yılmaz ve diğer., 1998). Yılmaz (2000)' ın aktardığına göre, bu çarpışma ve yakınlaşmanın, Erken Miyosenden itibaren Doğu Anadolu kıta kabuğunu kısaltıp kalınlaştırdığı bilinmektedir. Arabistan ve Avrasya levhalarının çarpışmasının yarattığı sıkışmayla, Doğu Anadolu ve Kuzey Anadolu transform faylarının Karlıova birleşme noktasından itibaren Anadolu levhasının batı yönünde kaçmaya başlamıs ve sıkımsa batıya aktarılmıştır. Ayrıca Yılmaz (2000); Reilinger ve diğer., (1997)'nin GPS verileri ve Muler ve diğer., (1997)'nin çalışmalarına dayanarak, Anadolu levhasının doğuda ve iç kesimlerde batı yönünde yaklaşık 18-22 mm/y, batıda ise saatin tersi yönünde bir rotasyonel hareketle, yılda 40 mm hızla Ege hendeğine doğru ilerlemekte olduğunu belirtmektedirler.

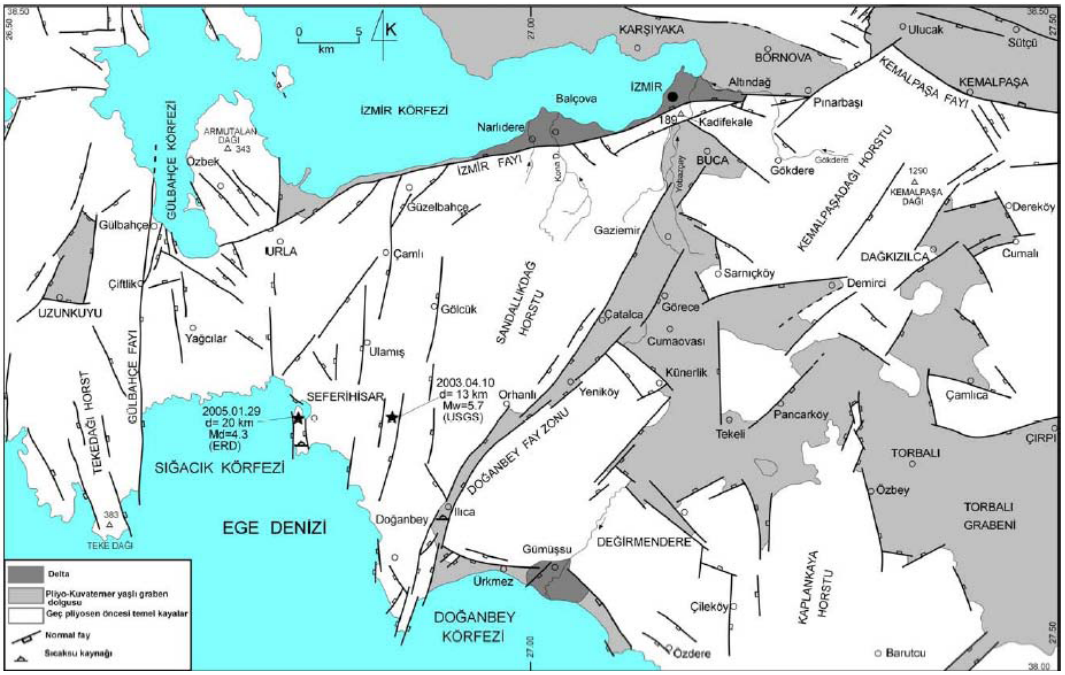
İzmir körfezi D-B gidişli bir iç körfez ile KKB-GGD gidişli bir dış körfezden oluşmaktadır (Ocakoğlu ve Demirbağ, 2005). Gerçekte körfezin KKB-GGD

parçasının oluşumu Batı Anadolu'nun bilinen neotektonik rejimi altında günümüze değin yeterince açıklanamamıştır. Kaya (1979, 1981) körfezi paleotektonik donemde K-G, KD-GB gidişli derin oblik faylarla oluşmuş bir çöküntü alanı olarak yorumlamış ve bu paleotektonik yapıların kısmen günümüz Kuvaterner tektoniğinde de etkili olduğunu belirtmiştir. Diğer bir açıdan, önceki çalışmalarla İzmir körfezi ve yakın çevresindeki deniz ve kara alanlarında haritalanan aktif fay sistemleri de diğer grabenlerin aktif fay sistemlerinden farklıdır. Kuzey ve orta Ege'de Saroz ve Edremit körfezlerinde sağ yanal doğrultu atımlı KAFZ' nun ve kollarının etkileri görülürken (Mc Kenzie, 1978; Taymaz ve diğer., 1991; Boztepe ve diğer., 2001) güneyde Gökova grabeninde olduğu gibi daha çok Hellen yayına bağlı gerilme rejimi hakimdir (Görür ve diğer., 1995; Le Pichon & Angelier, 1979, 1981; Kurt ve diğer., 1999).Bölgede ki faylanma türlerinin Batı Anadolu'nun kuzey ve güney jeodinamikleri arasında; bir geçiş bölgesinde oluştuğu düşünülebilir (Ocakoğlu ve Demirbağ, 2005).



Şekil 2.8 İzmir jeoloji haritası (M.T.A., 2002)

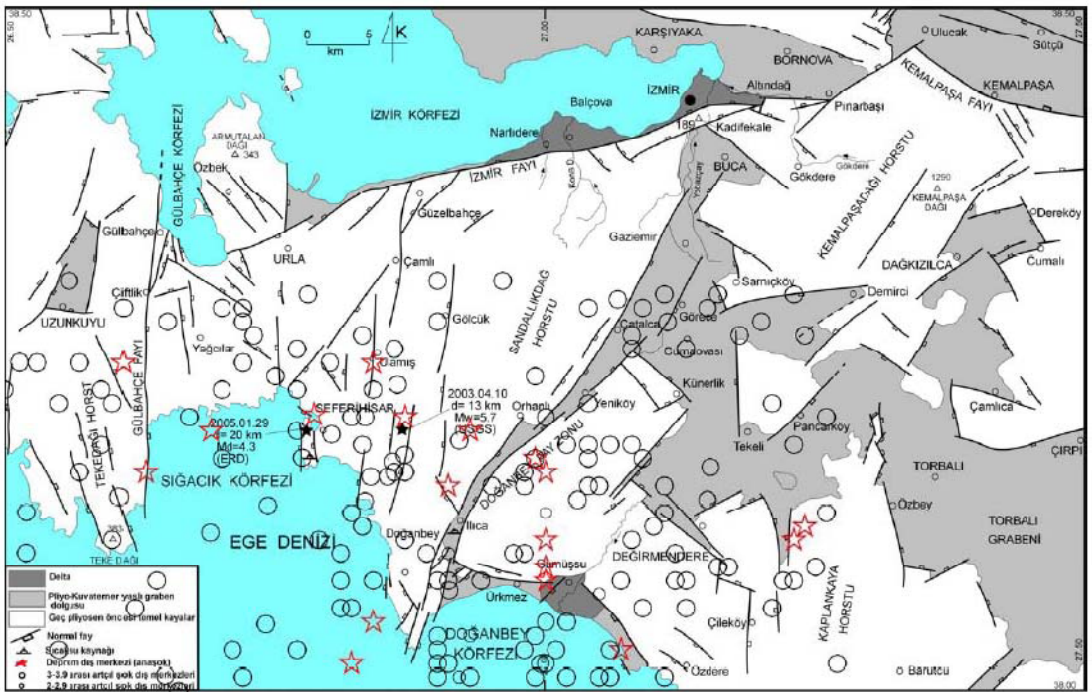
Ocakoğlu ve, Demirbağ (2005) İzmir ve çevresinin konumu için su açıklamayı yapmışlardır; İzmir İlinin bulunduğu yer, Dördüncü zaman başlarında "Egeid" ismi verilen bir kara parçası ile kaplı idi. Ege Bölgesi ve İzmir İlinin bulunduğu alan deniz seviyesinde hafif dalgalı (Penoplen) düzlükler halinde idi. Bu zamanda Doğu Anadolu'nun Yunanistan'a kadar olan bölgesi kuzey ve güneyden Alp kıvrımlarının etkisi ile sıklaştırılmaya başlandı. Şiddetli basınçlarla bazı yerler, örneğin; Anadolu Yarımadası yükselirken, Ege Denizinin bulunduğu Egeid Kıtası alçalmaya ve çökmeye başladı. Bu Kıta parçasının üzeri Akdeniz'in suları ile kaplanmıştır. Çökme sonucu Batı Anadolu Bölgesinde doğu-batı doğrultusunda kırılmalar olmuştur. Sürekli şekilde sıkıştırılan bu bölgede kırıklar arasında kalan bazı yerler yükselerek dağları (Horst), bazı yerlerde alçalarak ovaları (Graben) oluşturdu. Ovalar karaların içine doğru sokulmuş, körfezlerde son buluyordu. Bazı körfezlere dökülen akarsular zamanla körfezi doldururlar. Ege Bölgesi ve İzmir İlinin daha doğrusu Batı Anadolu'nun oluşumu henüz son bulmamıştır. Olaylar aynı şekilde süregelmekte, yer kabuğunun henüz yerleşmediği sık sık olan depremlerden ve onların yarattığı sonuçlardan anlaşılmaktadır.



Şekil 2.9 İzmir ve yakın çevresinin neotektonik haritası (Baysal ve diğer., 2010)

İzmir sismotektonik yöresi Bakırçay, Gediz, Küçük ve Büyük Menderes grabenlerini (Ege graben sistemini) içermesi nedeniyle Batı Anadolu'nun en önemli sismotektonik yöresi durumundadır.

Şekil 2.10' da İzmir ve çevresinde 1970'den günümüze kadar geçen sürede meydana gelen depremler gösterilmiştir. Şekillerde 1970-2005 yılları arasındaki depremler kullanılmış olup, deprem verileri USGS'den alınmıştır. Bölgede sismik moment büyüklüğü 4'den daha büyük olan çok sayıda depremin meydana geldiği, depremlerin büyük çoğunluğunun Karaburun Yarımadası ile Doğanbey Körfezi arasındaki alanda ve Dikili Körfezi ile Çandarlı Körfezi'nin güneybatısında gerçekleştiği gözlenmektedir (Baysal ve diğer., 2010).



Şekil 2.10 İzmir ve yakın çevresinin sismotektonik haritası (Baysal ve diğer., 2010)

Depremler ile deprem kaynakları arasındaki kökensel ve geometrik ilişkileri gösteren haritalar kısaca Sismotektonik haritalar olarak tanımlanır. Sismotektonik haritalar iki grup veri içerir. Bunlardan ilki diri faylar, diğeri ise deprem koordinatları, episantırı, odak derinliği ve fay düzlemi çözümleri gibi sismolojik veri ya da bilgilerdir. Bu nedenle, Sismotektonik haritaların hazırlanabilmesi için, öncelikle eksiksiz ve doğru olarak yapılmış Türkiye Diri Fay Haritası'na daha sonra

da, kısaca deprem parametreleri olarak adlandırabileceğimiz sismolojik bilgilere gereksinim vardır. Sismotektonik haritalar, bir bölgedeki fayların niteliği, genel gidişleri ve aktiviteleri konusunda ön bilgi vermesi açısından önem taşır. Sismotektonik haritaların hazırlanmasında kullanılacak veriler de, Diri Fay haritalarında olduğu gibi, önce 1/ 25.000 ölçekli baz haritalar kullanılarak elde edilmeli, daha sonra bu haritalar üzerindeki Diri Fay ve Sismolojik bilgiler, daha küçük ölçekli (1/50.000, 1/100.000, 1/250.000 ve 1/500.000) haritalar üzerinde birleştirilmelidir.

Jeolojik yapısı ve morfo-tektonik özelliği itibariyle Asor adalarından Endonezya'ya kadar uzanan Alpin Kuşak'ta (Akdeniz-Himalaya Kusağı) yer tutmaktadır. Yöre, özellikle Ege-Hellen Hendeği ve bunun doğu uzantısı durumunda olan Kıbrıs yayı ile Ege graben sistemi, Batı-Kuzey Anadolu Fay sistemi ile bütünlük içinde Batı Anadolu çekme rejiminin denetimi altındadır.

Anadolu'nun batıya hareketi, doğu-batı yönlü sıkışmalara, kuzey-güney yönlü genişlemeye ve dolayısıyla da yöredeki fay sistemlerinin domino taşları gibi birbirini etkileyerek kıpırdanmasına neden olmaktadır. Nitekim, Afrika levhasının Anadolu altına daldığı Ege-Hellen hendeği ve bunun doğu uzantısı durumunda olan Kıbrıs yayı, Ege graben sisteminin fayları, Kuzey Anadolu Fay sisteminin batısındaki faylar, depremlerin tarih boyunca yoğunlaştığı alanlar olarak dikkati çekmektedir (Sezer, 2004).

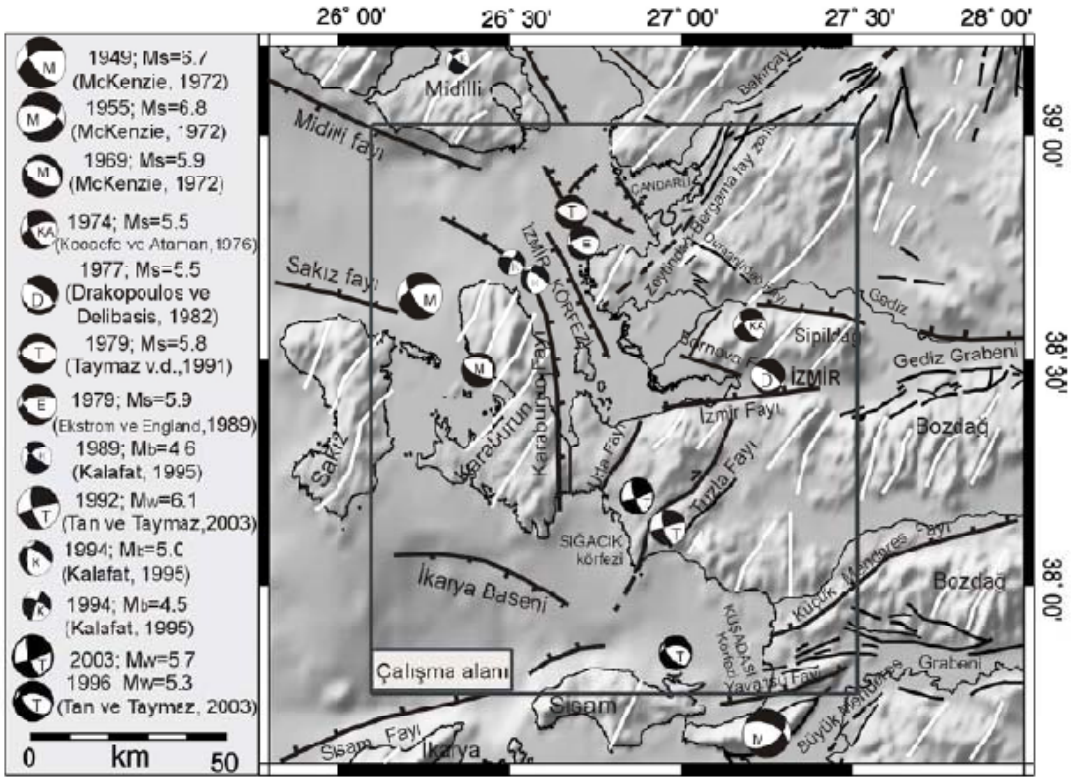
Bu yöre, Türkiye ile birlikte jeolojik yapısı ve morfo-tektonik özelliği itibariyle Alpin Kuşak'ta yer tutmaktadır. Karaburun yöresi, özellikle Ege-Hellen Hendeği ve bunun doğu uzantısı durumunda olan Kıbrıs yayı ile Ege graben sistemini içeren Batı Anadolu çekme rejiminin denetimi altındadır. Anadolu'nun batıya hareketi, doğu-batı yönlü sıkışmalara, kuzey-güney yönlü genişlemeye ve dolayısıyla da yöredeki fay sistemlerinin domino taşları gibi kıpırdanmasına neden olmaktadır. Bilindiği üzere, Batı Anadolu, Post Alpin dönemde Akdeniz Tektoniği / Neotektonik olarak bilinen dikey tektonik hareketlere maruz kalarak parçalanmış, horst-graben sistemleri gelişmiş ve bu arada körfezleriyle birlikte Ege Denizi oluşmuştur (Sezer, 2004).

Sismolojik bakımdan Akdeniz Deprem Kuşağı'da yer alan yöre, magnitüdü 4-8 arasında deprem üretecek uzunluktaki diri faylarıyla Türkiye'de 1- 2. derece deprem bölgelerine dahil olan araziler içermektedir. Tektonik hareketler günümüzde deprem denilen hafif yer hareketleri olarak devam ederek hayatî bir tehlike oluşturmaktadır. Nitekim yapılan analizlere göre, İzmir sismotektonik yöresinde M.S. 11-2000 yılları arasında magnitüdü 4 ve daha büyük 887 deprem kaydedilmiştir. Bu depremlerin 84 kadarı şiddetli (M≥5.5) olmuş, binlerce insan hayatını kaybetmiştir. Depremlerin büyük bir kısmı İzmir Körfezi ve civarında toplanma göstermiştir. Elde edilebilen kayıtlara göre büyük hasarla ve çok sayıda ölümle sonuçlanan depremler

- M.S. 17 (Ege bölgesindeki en büyük felâketlerden biri) ve 688 (20 bin ölüm) İzmir depremleri,
- 23 Şubat 1653 İzmir ve Ege Adaları depremi (2-3 bin ölüm),
- 1668 İzmir depremi (2 bin ölüm),
- 10-12 Temmuz 1688 İzmir depremi (15-20 bin ölüm),
- 29 Haziran 1880 İzmir – Bornova - Menemen – Manisa – Turgutlu depremi,
- 15 Ekim 1883 İzmir - Çeşme depremi (15 bin ölüm),
- 31 Mart 1928 Tepeköy-Torbalı-İzmir depremi,
- 21-22 eylül 1939 Dikili-İzmir depremi (41 ölüm, 13 ağır 55 hafif yaralı),
- 23 Temmuz 1949 Karaburun-İzmir depremi (7 ölüm) ve
- 2 Mayıs 1953 Karaburun-İzmir depremi' dir.

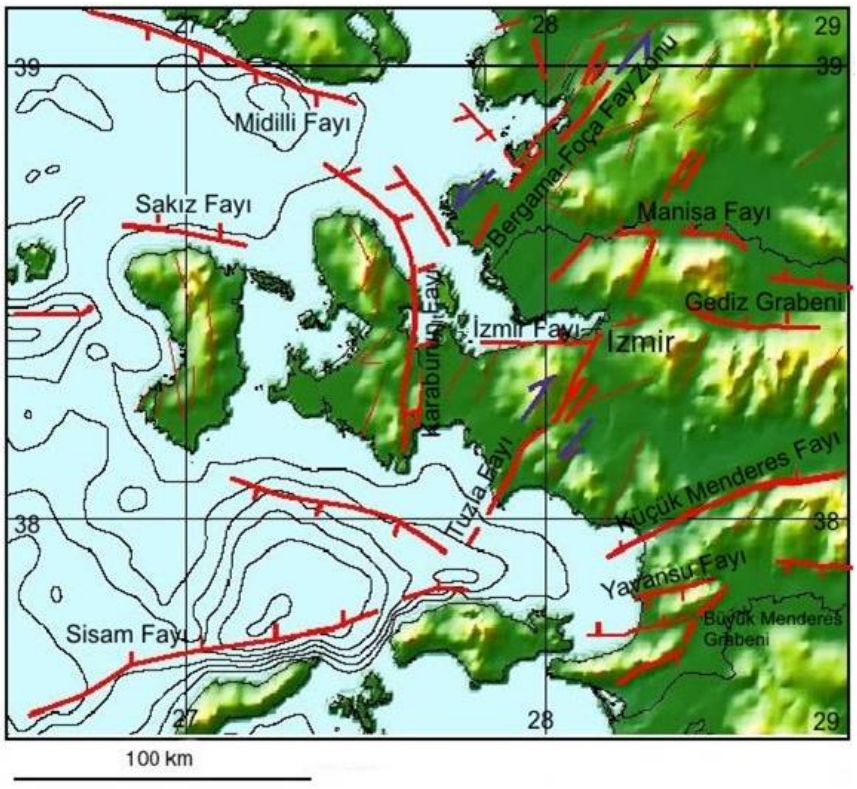
2.2.1 İzmir Yöresi Aktif Fayları

Batı Anadolu ve Ege Denizi'nin belirgin yapıları D-B gidişli grabenler olarak bilinir. Bu grabenlerden başlıcaları, kuzeyden güneye Saroz, Edremit, Bakırçay, Gediz, Küçük Menderes, Büyük Menderes ve Gökova grabenleridir. Bu anlamda çalışma alanındaki faylanma türlerinin Batı Anadolu'nun kuzey ve güney jeodinamikleri arasında; bir geçiş bölgesinde oluştuğu düşünülebilir çünkü İzmir körfezi ve onu çevreleyen kara alanlarında hem D-B gidişli Gediz, Küçük Menderes grabenleri hem de KD-GB gidişli aktif fay sistemleri haritalanmıştır (Şekil 2.11) (Ocakoğlu ve Demirbağ, 2005).



Şekil 2. 11 Çalışma alanı ve yakın civarının aktif fayları, çizgisellikleri (beyaz ile gösterilen) ve aletsel dönemdeki depremlerin fay düzlemi çözümleri (Ocakoğlu ve Demirbağ, 2005)

Bölgedeki diri faylar KD-GB, K-G, KB-GD ve D-B doğrultularında uzanmaktadır. Bunlardan D-B uzanımlı olanlar normal fay, diğer uzanımlardaki faylar ise ağırlıklı olarak doğrultu atımlıdır. Gediz graben sistemi batısındaki faylar ile İzmir fayı bölgedeki normal fayların başlıcalarıdır. KD-GB uzanımlı Tuzla fayı ve Seferihisar fayı ile KB-GD uzanımlı Güzelhisar fayı ve K-G genel uzanımlı Gülbahçe fayları ise doğrultu atımlı faylardır. Gerek tarihsel dönem gerekse son yüzyıldaki aletsel kayıtlar İzmir çevresindeki fayların orta ve büyük manyitüdlü depremler üretebildiğini göstermektedir (Emre ve diğer., 2005).



Şekil 2.12 İzmir yakın çevresi aktif fayları (İzmir Büyükşehir Belediyesi Ve Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi Araştırma Projesi (2000)

2.2.1.1 Gediz Grabeni Batısı Fayları

Turgutlu-Sarıgöl arasında güneye içbükey bir kavisle kabaca KB-GD doğrultusunda uzanan Gediz grabeni Turgutlu yöresinde iki kola ayrılır. Kuzeydeki kol grabenin genel uzanımına uygun olarak KB-GD doğrultusunda Manisa yönünde devam eder. Güney kol ise Turgutlu' dan itibaren batıya döner ve Kemalpaşa yöresinde sonlanır. Kuzey kol Manisa Fayı'na bağlı olarak gelişmiştir. Bu fay, normal eğim atımlı bir fay olup düzlemin eğimi Manisa Dağı kuzeyinde 50-65° arasında değişmektedir.

2.2.1.2 Dumanlıdağ Fayı

Menemen kuzeyindeki Dumanlıdağ volkan kompleksi üzerinde KB-GD doğrultusunda uzanan faylar Dumanlıdağ fay zonu olarak adlandırılmıştır. Zonun uzanımı Manisa Fayı'nın batı ucunun doğrultusuna uyumludur.

2.2.1.3 Bornova Fayı

İzmir körfezi kuzeydoğusunda D-B ve KB-GD doğrultusunda uzanır. Yamanlar dağının Miyosen yaşlı volkanitleri kesmektedir. İzmir fayının konjuget bileşeni olarak düşünebilinir. Normal faydır ancak fayın aktivitesi konusunda yeterli veri yoktur. Bununla beraber neotektonik dönemde gelişmiş bir faydır.

2.2.1.4 İzmir Fayı

İzmir körfezinin doğusunda, körfezi morfolojik olarak güneyden sınırlayan D-B yönlü fay İzmir Fayı olarak adlandırılmıştır. Fay iki parçadan oluşur. Gediz grabeninin batı ucundaki Kemalpaşa Fayı kuzey kolunun devamı şeklindedir. Kentsel yerleşme yoğunluğu nedeniyle fayın niteliğine ve aktivitesine yorumlanabilecek veriler sınırlıdır. Bununla beraber genel jeomorfolojik karakteri normal faylara özgüdür (Ocakoğlu ve diğer., 2005).

2.2.1.5 Cumaovası Fayı

İzmir'in güneydoğusunda yer alır. Gediz grabeni ile Tuzla Fayı arasında kabaca K70°D doğrultusunda uzanır. Doğu ucunda Gediz grabeninin güney koluyla birleşir, batıya doğru D-B doğrultusuna yaklaşır. Cumaovası alüvyonlarında Tuzla Fayı ile olan ilişkisi gözlenememiştir. Bu fay sağ yönlü doğrultu atımlıdır.

2.2.1.6 Karaburun Fayı

İzmir körfezi ile Karaburun yarımadasını ayıran önemli bir yapısal hattır. Bu fay güney kesimde morfolojik olarak Seferihisar koyunu sınırlandırmaktadır. Kuzey ucunda ise fayın doğrultusuna Gülbahçe koyu yerleşmiştir.

2.2.1.7 Gümüldür Fayı

Kuşadası Körfezi'nin KD' sunda yer alan bu fay Tuzla Fayı'na çapraz olarak KB-GD doğrultusuna uzanır. Güney ucunda Menderes Masifi'ni oluşturan kaya topluluklarını kesen fay, Gümüldür yöresine rastlayan kuzey ucunda Miyosen çökellerini keser. Morfolojisi normal fay karakterindedir. Bu fay neotektonik dönem yapısı olmasına karşın aktif özellik taşımamaktadır (Ocakoğlu ve diğerleri, 2004).

2.2.1.8 Tuzla Fayı

İzmir GB'sında, Cumaovası ile Doğanbey burnu arasında KD-GB genel doğrultulu bir yapısal hat uzanır. GB ya doğru doğrultusu kuzeye dönen bu çizgisellik, doğu ucunda Cumaovası Fayı'na birleşir. Batı ucuna rastlayan Doğanbey burnunda ise fay Ege Denizi'ne ulaşır. Denizin taban topoğrafyası, fayın aynı doğrultuda deniz içerisinde de devam ettiğini göstermektedir. Bu çizgiselliğin GB ucuna rastlayan yaklaşık 15 km'lik bölümü aktif faylara özgü tüm yapısal ve morfolojik öğelere sahiptir (Ocakoğlu ve diğer.,2004, 2005).

2.2.1.9 Seferihisar Fayı

İzmir'in güneybatısında Seferihisar yöresindeki Sığacık Körfezi ile Güzelbahçe arasında uzanır. Ocakoğlu ve diğerleri, 2004, 2005 'e göre, sualtı verileri fayın deniz tabanında da devam ettiğini göstermektedir.

2.2.1.10 Gülbahçe Fayı

İzmir körfezi ile Karaburun yarımadasını yapısal ve morfolojik olarak ayırır. K-G doğrultulu fayın karadaki uzunluğu 15 km dir. Sualtındaki bölümleri ile birlikte fayın tamamı 70 km'yi bulur (Ocakoğlu ve diğerleri, 2004, 2005).

2.3 İzmir Körfezi Ve Civarının Depremselliği

İzmir çevresinin jeolojisi ve tarihsel depremleri, İzmir'in günümüzde deprem riski yüksek bölgelerden biri olduğu göstermektedir.

Tarihsel ve aletsel dönem depremlerinin iyi bilinmesi Batı Anadolu' nun tektoniğinin anlaşılması açısından son derece önemlidir. Fay sistemlerine bağlı olarak Batı Anadolu' da yoğun bir deprem aktivitesi görülmektedir. Çok sayıdaki eski uygarlıkların yerleşim birimlerine ait çeşitli veriler ve tarih kaynaklarından elde edilen bilgilere göre, bölgenin tarihsel dönemde (1900 yılı öncesi) birçok yıkıcı depremin etkisinde kaldığı ortaya çıkmaktadır (Altunel ve Barka, 1997).

Batı Anadolu'da sismotektonik ve sismogravitasyonal yüzey deformasyonları oluşturan yıkıcı depremler tarihsel ve aletsel dönemde kaydedilmiştir. Tarihsel dönemde yüzey deformasyonları sunan en önemli deprem 1899 Menderes depremidir (Altunel, 1999).

2.3.1 Tarihsel Dönemde Meydana Gelen Depremler (1899 ve öncesi)

İzmir ve yakın çevresi, Doğu Akdeniz'de tarihsel çağlarda pek çok uygarlığın hüküm sürdüğü bir bölge olması nedeniyle tarihsel dönem deprem kayıtlarının en fazla olduğu bölgelerimizden biridir. Kayıtlar, İzmir kent merkezi ve yakın çevresindeki çoğu yerleşim yerinin tarihsel dönemde çok sayıda depremden etkilendiğini ortaya koyar. Araştırılan kayıtlar İzmir kentinin çoğu depremden etkilenmiş olmasına rağmen özellikle bazı depremlerde çok büyük hasarların meydana geldiğini göstermektedir. Tarihsel depremler açısından M.S. 17 depremi, İzmir yöresi için en önemli depremlerden birisidir. Bu depremler dışında özellikle 1688 depremi İzmir'de büyük ölçüde can kaybı ve hasara sebep olmuştur. Ayrıca, 1739 ve 1778 depremleri de yine İzmir yakınlarında meydana gelmiştir (Ambraseys ve Finkel, 1995).

M.S. 1-2000 yılları arasında İzmir Körfezi ve civarında meydana gelen magnitüdü 4'e eşit ve daha büyük 269 depremin 92'si bu dönemde kaydedilmiştir. Bu az sayıdaki tarihsel deprem kayıtlarının % 73'ü 5.5 M'nin (şiddeti VII'nin) altındadır. 10000'den çok can kaybının olduğu depremler genellikle İzmir ve civarında kaydedilmiştir. Örneğin 688 İzmir, 23 Şubat 1653 Batı Anadolu, 10 Temmuz 1688 İzmir, 15 Ekim 1883 Çeşme depremlerinde 10000'den fazla insan hayatını kaybetmiştir. Depremlerin zaman içinde yoğunlaştığı dönemler hakkında bilgi edinmek amacıyla yapılan frekans analizlerine göre, % 54'ü insanların genellikle

zamanlarının çoğunluğunu kapalı ortamlarda geçirdiği ve ısınma araçlarının yandığı ve dolayısıyla da yangın tehlikesinin yüksek olduğu serin-soğuk dönemde meydana gelmiştir (Sezer, 2004).

1900 Öncesi (Tarihsel Depremler)

- M.S. 110 IX İzmir, Efes
- 178 X İzmir, Sakız, Sisam
- 688 IX İzmir
- 1389 IX İzmir, Sakız
- 1688 X İzmir (Yenikale)
- 1739 IX İzmir
- 1873 IX İzmir, Sisam
- 1880 IX İzmir, Menemen
- 1881 X Ege Denizi, Sakız
- 1883 IX Ege Denizi, Çeşme
- 1889 IX İzmir, Sakız, Midilli

2.3.2 Aletsel Dönemde Meydana Gelen Depremler (1900-Günümüz)

1900'lü yılların başından itibaren "Aletsel Dönem" olarak adlandırılan ve günümüze kadar ki dönemi içeren zaman diliminde İzmir kenti ve yakın çevresini etkileyen çok sayıda deprem meydana gelmiştir. İzmir kenti merkez olmak üzere yaklaşık 50km yarıçaplı bir daire içerisinde kalan alanda, 1900 yılından günümüze kadar magnitüdü 4.0'ten büyük 190 deprem meydana gelmiştir. Bu depremlerin bazıları bölgede can kaybı ve büyük maddi hasarlara sebep olmuştur.

Son yüzyıl içinde İzmir ve çevresini etkileyen üç yıkıcı deprem meydana gelmiştir. 1928 Torbalı Depremi (M=6.5) Solomon - Calvi (1940), 1949 Karaburun Depremi Pınar, (1950); Jackson and McKenzie (1984) ve 1992 Seferihisar Depremi (M=6.0) Türkelli vd. (1994); Pınar (1995) daha çok İzmir'in güneyindeki alanlarda etkili olmuştur. 2003 yılında meydana gelen Seferihisar Depremi (Mw:5,7) ise Seferihisar'da az hasara sebep olmuştur. İzmir kent yerleşkesi orta büyüklükte de

olsa çevresinde oluşan bu depremlerden etkilenebilecek bir coğrafik konumdadır (Baykal, 2006).

M.S. 1-2000 yılları arasında İzmir Körfezi ve civarında meydana gelen magnitüdü 4 ve daha büyük 269 depremin 177'si bu dönemde kaydedilmiştir. % 95 inin magnitüdü 5.5 M ve daha küçüktür. % 86'sının odak derinliği 0-30 km arasındadır. M.S. 1900-2000 tarihleri arasında olmak üzere 9 kez 5.5 M sınırı erişilip aşılmıştır, yani 9 kez şiddetli deprem olmuştur. Bunların arasında 100 ve daha çok ölümle sonuçlanana deprem, 23 Nisan 1970 Manisa depremidir. En aktif yıllar depremle 1976 (11 deprem), 1994 (11 deprem) ve 1992 (10 deprem) yılları olmuştur. Depremlerin episantrları tarihsel dönemdekinin aksine kuzeyde ve kıyı kesimlerinde faylara bağlı toplanma göstermiştir (Sezer, 2004).

1900 Sonrası (Aletsel Depremler)

- 18.11.1919 Ayvalık M = 7.0
- 16.07.1925 Söke, Aydın 7.0
- 31.03.1928 İzmir, Torbalı 7.0
- 22.09.1939 İzmir, Dikili 7.1
- 23.07.1949 İzmir,K.Burun 7.0
- 06.04.1969 Karaburun 5.6
- 01.02.1974 İzmir 5.2
- 16.12.1977 İzmir 5.3
- 14.06.1979 Foça 5.9
- 06.11.1992 İzmir, Doğanbey 6.0
- 10.04.2003 Urla, Seferihisar 5.6
- 17.10.2005 Urla, Seferihisar 5.7
- 20.10.2005 Urla, Seferihisar 5.7-5.9

BÖLÜM ÜÇ
MATERYAL VE YÖNTEMLER

Günümüzde doğal kaynakların araştırılması, çevresel analizler, doğal tehlikelerin tesbiti ve değerlendirilmesi gibi Yerbilimleri'ne ait önemli çalışma alanları, Yer'in üç boyutlu modellerinin oluşturulmasını gerekli kılmaktadır.

Yeryüzünün veya bir bölümünün üç boyutlu modellerinin kurulması, bunlar üzerinde değişiklikler yapılması, görselleştirilmesi ve simulasyonlarının gerçekleştirilerek analiz edilmesi, hem yerbilimleri açısından, hem de bilgi teknolojileri açısından önemli çalışma alanları yaratmaktadır.

Jeolojik ve Jeofizik çalışmalar ile dolaylı olarak üretilen bilgiler ile Yer'in iç yapısı anlaşılmaya çalışılmaktadır. Depremler sonucu oluşan veya yapay olarak oluşturulan sismik dalgaların, farklı yapılardaki farklı davranışları ile bilgi edinilmeye çalışılan Yer'in katmanları arasındaki tam olarak modellenemeyen devinim, Litosfer'deki levhaların hareket etmesine neden olmaktadır.

Bu hareketleri tanımlamaya çalışan Jeofiziksel modeller ile, GPS'in kullanımından itibaren kurulabilen Jeodezik (kinematik) modeller bulunmaktadır. Söz konusu hareketlerin niteliğinin tam olarak saptanması, depremlerin zamanının önceden kestirilmesi için gereklidir.

3.1 Coğrafi Bilgi Sistemleri

Haritalandırma, görüntüleme ve analiz etme işlemlerini bilgisayar aracılığıyla kolay hale getiren Coğrafi Bilgi Sistemleri; fiziksel çevre analizleri ve sosyal analizleri bir araya getirip sentezleyerek ve tabloları, grafikleri bu haritalara bağlayarak, günümüz bilgi çağında, mühendislerin, şehir plancılarının ve yöneticilerin kullanacağı yardımcı bir araçtır. Coğrafi Bilgi Sistemleri, program, donanım, yardımcı araçlar ve kullanıcılardan oluşur. Bunlar yardımıyla coğrafi olarak referansı olan mekansal veriyi doğal ve yapay çevre içinde yer kaplayan sabit

ve dinamik varlıkların yerlerini, konumlarını, mekansal etkileşimlerini ve coğrafi ilişkilerini belirleyerek bu verileri bilgiye çevirir (Yalçıner, 2002).

3.1.1 CBS İle İlgili Tanımlamalar

CBS'yi yeryüzüne ait bilgileri belirli bir amaca yönelik olarak toplama, bilgisayar ortamında depolama, güncelleştirme, kontrol etme, analiz etme ve görüntüleme gibi işlemlere olanak sağlayan bir bilgisayar sistemi olarak tanımlamak mümkündür. Bu sistemin genellikle yazılım ve donanımdan oluştuğu kanaati hakim olmasına rağmen, CBS'nin temelini oluşturan veriler elde edilmediği sürece, sistemin hiçbir şey yapamayacağı bilinmelidir (Tecim, 2008).

> Modern anlamda CBS'nin ilk tanımı Burrough (1998) tarafından yapılmıştır. Burrough'a göre ***CBS****, belirli bir amaç ile yeryüzüne ait gerçek verilerin toplanması, depolanması, sorgulanması, transferi ve görüntülenmesi işlevlerini yerine getiren araçların tümüdür.*
>
> Star ve Estes (1990) CBS'yi *konumsal veya coğrafi koordinatları referans alan ve bu veriler ile çalışmaları dizayn eden bir bilgi sistemi* olarak tanımlamaktadır. Grimshaw (1994) ise CBS'yi *işletmelerdeki faaliyetleri desteklemek amacıyla konumsal olan ve olmayan verilerin girişini, depolanmasını, sorgulanmasını, haritalanmasını ve coğrafi analiz edilmesini sağlayan bir grup işlemler* olarak tanımlamaktadır.

Yapılan tanımlamalardan anlaşılacağı üzere, yeryüzü referanslı *verileri analiz etme ve saklama* bütün CBS tanımlamalarının temel karakteristiğini oluşturmaktadır. Verilerin elde edilmesi, düzenlenmesi ve görüntülenmesi tanımlamaları farklı terminolojiler kullanılarak vurgulanmıştır. Genel bir tanım yapılırsa CBS, coğrafi içeriği olan problemleri çözmede yardımcı olan bir sistemdir (Tecim, 2008).

3.1.2 CBS Ne İşe Yarar?

CBS, coğrafi yapıya sahip olan problemleri çözmeyi amaç edinmekte ve aşağıdaki basit soruların yanında daha kompleks yapıdaki sorulara da çözüm arayabilmektedir:

- Deprem riski taşıyan bölgeler nerelerdir? Olası bir depremde tehlike altında olacak binalar, bunların yıkılma olasılıkları ve tehlike altında olan kişiler kimlerdir?
- Benim verilerim ne gibi bir dağılım göstermekte?

Doğal olarak bilgilerin sayısal olarak artışıyla bunları kontrol etmek ve yorumlamak da zorlaşmaktadır. Buradan hareketle CBS *nokta, çizgi ve alan* konseptine dayandığından, kuruluşların coğrafi tabana dayanan bilgilerinde karar vermelerine yardımcı olmayı hedeflemektedir.

CBS sadece konuma ait bilgileri değil konumsal olmayan bilgileri de alıp konum ile ilişkilendirerek analize tabi tutmaktadır. Mantıksal kısıtlarla poligonların birleştirilmesi, vektör haritalarında belirlenen oranda koruma alanlarının belirlenmesi, sınırlarının oluşturulması ve ağ analizi (network analysis) gibi fonksiyonlar CBS'nin analitik kapasitesini ortaya koymaktadır (Tecim, 2008).

3.1.3 CBS'nin Temel Bileşenleri ve Görevleri

CBS, genel anlamda bir sistem olarak dört ana unsuru içermektedir, bu unsurlar CBS'nin bileşenleri olarak da ifade edilmektedirler.

(a) donanım ve yazılım araçları,
(b) coğrafi veriler,
(c) personel ve
(d) belirlenmiş bir problem için amaç (hedef).

Bu dört unsur birbirleriyle sıkı ilişki halindedirler ve her biri CBS'nin başarısı için eşit oranda önemlidir.

Tanımlamalarda belirtildiği üzere CBS'nin bir çok unsuru ve bu unsurların özel amaçları vardır. Sonuçta CBS'nin üç temel görevi olduğu ifade edilebilir:

1. Yeterince fazla sayıda verilerin saklanması, yönetilmesi ve entegre edilmeleri. Konumsal olan ve olmayan veriler, sonraki konularda detaylarıyla açıklanacağı gibi değişik şekillerde birbirleriyle ilişkilendirip analiz edilebilme imkanına sahip olmaktadır.
2. CBS'in ikinci esas amacı coğrafi tabanlı verileri analiz etmektir.
3. CBS'nin üçüncü önemli amacı oldukça fazla sayıda ve çeşitte olan verilerin kullanıcılara en uygun bir şekilde bilgi verebilmesi için organize edilip yönetilmesini sağlamaktır (Tecim, 2008).

3.1.4 CBS Veri Tabanı

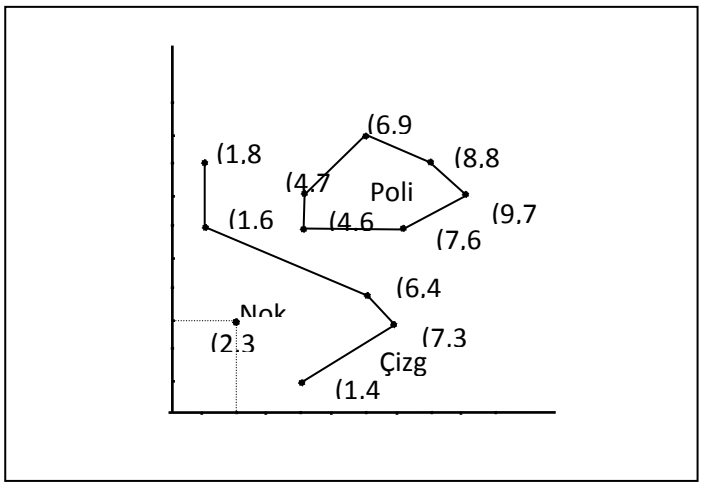
Coğrafi veriler, belirli bir konum ile ilişkilendirilen veriler olarak tanımlanabilir. Belirli bir *ormanda* bulunan ağaç sayısı, bir *şehrin* nüfusu, belli bir *adreste* oturanlar örnek olarak verilebilir. CBS'de önemli olan nokta verilerin devamlı olarak bir konum ile mutlaka ilişkilendirilmek zorunda olmasıdır. Bu süreç *coğrafi kodlama (geocoding)* olarak adlandırılmaktadır. Kurulacak her veri tabanında, her bir veri dizini mutlaka coğrafi konumu gösteren bir element içermelidir. Bu element genellikle harita koordinatları olmakla birlikte, posta kodları ve adresler de bu görevi görmektedir. İşte veri içerisinde coğrafi yeri veya konumu tanımlayan bu elemente *coğrafi kod (geocode)* adı verilmektedir. Kullanılmak istenilen her türlü veri kendisinin konumunu tanıtan element ile uyarlandıktan sonra CBS'de kullanılabilir (Tecim, 2008).

CBS'nin temelinde kullanılan veriler, vektör ve raster olmak üzere iki değişik yapıda olabilmektedir.

3.1.4.1 Vektör Veri Tabanı

Vektör veri taban; nokta, çizgi ve poligon özelliklerindeki nesneleri belli bir koordinat sistemine göre bilgisayar ortamında tutan ve her bir nesneye ait öznitelik bilgilerinin de tutulabildiği veri tabanıdır. Bu verilerin mantığı, noktalar prensibine dayanmaktadır (Tecim, 2008). Üç tip vektör verisi vardır:

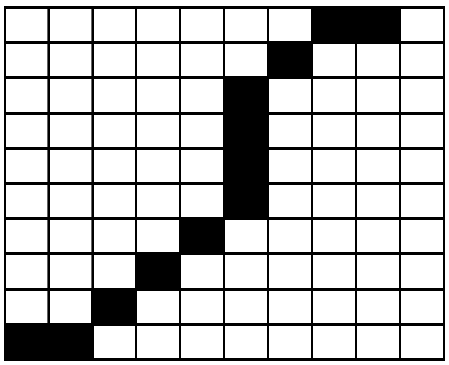
- *Nokta* veriler. Elektrik direklerinin bulundukları yerler, şehirde bunan bankalar, okullar gibi tek bir olguyu belirten veriler coğrafya üzerinde bir nokta ile ifade edilebilmektedirler.
- *Çizgi* veriler. Elektrik hatları, telefon hatları, yollar, su ve kanalizasyon şebekeleri, nehirler gibi bir çok noktanın birleşmesi ile oluşan verilerdir.
- *Poligon* veya *alan* veriler. Her bir elektrik santralının kapsadığı veya dağıtımını yaptığı bölgeler, göller, ormanlar gibi noktaların tekrar birleşmesi ile ifade edilen belirli ve bir noktadan başlayıp tekrar aynı noktada son bulan poligon şeklindeki verilerdir.



Şekil 3.1 Vektör verilerin grafiksel olarak gösterimi

3.1.4.2 Raster Veri Tabanı

Görüntülerin ufak olarak algılanması ve küçük parçalara ayrılıp *Grid* denen *ızgaralar* şeklinde *hücreler* oluşturularak saklanmasını öngören *raster* veri tabanı, CBS'nin ikinci veri sistemini oluşturmaktadır. Bu veri yapısında her bir hücre bölgenin öznitelik bilgilerinin o hücreye düşen değerini göstermekte olup sadece bir değer alabilmektedir (Tecim, 2008).



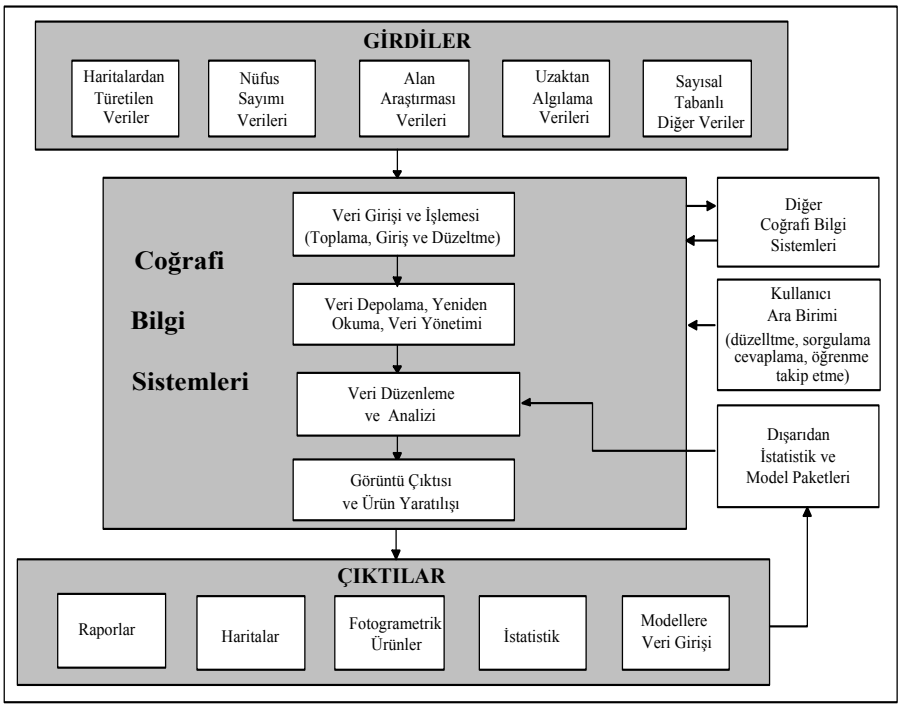
(a)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	0	0	0	0	0	0	**1**	**1**	0
2	0	0	0	0	0	0	**1**	0	0	0
3	0	0	0	0	0	**1**	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	**1**	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	**1**	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	**1**	0	0	0	0
7	0	0	0	0	**1**	0	0	0	0	0
8	0	0	0	**1**	0	0	0	0	0	0
9	0	0	**1**	0	0	0	0	0	0	0
10	**1**	**1**	0	0	0	0	0	0	0	0

(b)

Şekil 3.2 Raster veri yapısında (a) grafik verilerin
(b) hücrelerde sayısal olarak gösterimi

CBS için gerekli olan unsurları ortaya koymaktaydı. CBS'nin yapısını oluşturan yazılım elementleri Şekil 3.3'te toplu halde gösterilmiştir.



Şekil 3.3 Coğrafi Bilgi Sistemlerinin yazılım elementleri (Fisher ve Nijkamp, 1993)

3.2 CBS' nin Jeoloji Mühendisliğinde Uygulama Alanları

Doğal kaynakların araştırılması, çevresel analizler, doğal tehlikelerin tesbiti ve değerlendirilmesi gibi Yer bilimleri'ne ait önemli çalışma alanları, Yer'in üç boyutlu modellerinin oluşturulmasını gerekli kılmaktadır. Bu üç boyutlu modellerinin kurulması, bunlar üzerinde değişiklikler yapılması, görselleştirilmesi ve simulasyonlarının gerçekleştirilerek analiz edilmesi, hem Yer bilimleri açısından, hem de bilgi teknolojileri açısından önemli çalışma alanları yaratmaktadır (Yalçıner, 2002).

CBS, bilgi teknolojilerindeki hızlı veri işleme, geniş bant aralığı, büyük hacimli depolama kapasiteleri, mobil teknolojiler ve gerçek zamanlı ağ iletişimi gibi gelişmelerden faydalanmış, önce iş-istasyonlarından kişisel bilgisayarlara ve oradan da Web'e taşınmıştır.

CBS'nin gücü, birbirinden farklı verileri, bu veriler arasındaki ilişkiden bir sonuca ulaşmak için, konuma bağlı olarak ilişkilendirebilme özelliğinden gelmektedir. Bugün, Yer bilimlerinde atmosfer, okyanus ve kara parçalarının bir bütün olduğu gerçeği ve bunlar arasındaki ilişkilerin incelenmesi için CBS'nin gerekliliği anlaşılmıştır.

Deprem mekanizmasını anlayabilmek için cok disiplinli çalışmalardan elde edilen verilerin birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, farklı kaynaklardan elde edilen verilerin (jeodezik, jeolojik, jeofizik vb) CBS içinde birleştirilmesinin, deprem araştırmalarına katkısı büyüktür (Garagon Doğru ve diğer., 2005).

Levha hareketlerinin incelenmesi ile depremlerin nerelerde meydana gelebileceği yüksek olasılıkla belirlenebilmektedir. Ancak zamanlarının kestirilebilmesi için levha sınırlarındaki davranışların detaylı olarak araştırılması gerekmektedir. Bu da geniş aralıkta elde edilmiş ve farklı disiplinlerden gelen verilerin anlamlı olarak bütünleşmesi ile mümkün olacaktır. Bu geniş bakış açısının içinde, diğer Yer bilimleri disiplinleri ve teknoloji ile arakesitler oluşturan mesleğimiz -dünyadaki değişen adı ile Geomatik Bilimi- Yer'e ait bilginin toplanması, analiz edilmesi, dağıtılması ve kullanılması bilimi ve teknolojisidir şeklinde tanımlanmaktadır (Garagon Doğru ve diğer., 2007).

Deprem mekanizmasını anlayabilmek için cok disiplinli çalışmalardan elde edilen verilerin birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, farklı kaynaklardan elde edilen verilerin (jeodezik, jeolojik, jeofizik vb) CBS içinde birleştirilmesinin, deprem araştırmalarına katkısı büyüktür.

Böyle bir çalışma, hem depremin hemen ardından etkin ve hızlı bir müdahalenin yapılabilmesi için (ulaşım, iletişim, kurtarma vb), hem de depremden sonra kendini gösterecek daha uzun soluklu çalışmalarda (barınma, onarım vb) doğru çözümlerin belirlenip hayata geçirilmesi için gerekmektedir. Depremsellik göz önünde bulundurularak yapılacak şehir ve bölge planlama çalışmalarında da CBS'nin yeri büyüktür. Depremlerin nasıl ve neden oluştuğunu anlamak ve olası bir depremi önceden belirleyebilmek için yapılan araştırmalar kapsamında da CBS, özellikle dünyada yapılan örneklere bakıldığında önem taşımaktadır.

Yer bilimlerinde CBS sayesinde, multi-disipliner veriler arasındaki ilişkilerden çeşitli sonuçlara ulaşmak çok kolay olmaktadır. Verilerin üstüste bindirilmesi, öznitelik bilgilerine göre görselleştirilmesi ve basit sql sorgulamalar ile anlamlı sonuçlara kısa sürede varmak mümkün olmaktadır (Garagon Doğru ve diğer., 2007).

BÖLÜM DÖRT
VERİ TOPLAMA ve ANALİZLER

4.1 Veri Toplama Yöntemleri

Türkiye'de depremlerin ülke kapsamında izlenmesi ve incelenmesi konusunda ulusal ve uluslararası platformda tanınmış iki kamu kuruluşu vardır:

- Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü (KRDAE)

- T.C. Başbakanlık Afet Ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Deprem Dairesi Başkanlığı (AFAD)

Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, 'Ulusal Sismik Ağ' işlevini geleneksel olarak yüklenerek depremlerle ilgili bilgileri yetkililere ve kamuoyuna bildirmek görevini üstlenmiş bir kuruluş niteliğini taşımaktadır. Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü'nün deprem istasyon ağı, Batı Anadolu ağırlıklı olmak üzere, tüm ülkeyi kapsamaktadır. Bu istasyonların bir bölümü bilgisayar bağlantılıdır (on-line). Başbakanlık Afet Ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı Deprem Dairesi Başkanlığı, Kuzey Anadolu Fayı'nın orta bölümlerini ve ülkenin bazı bölgelerini kapsayan daha sınırlı bir sismik ağı ile ülkenin tümünü kapsayan ulusal nitelikli bir 'Kuvvetli Hareket Kayıt Ağı' çalıştırmaktadır. Bu istasyonların da bir bölümü bilgisayar bağlantılıdır (Pündük, 2007).

Bu kurumlarda, 1930'lu yıllardan beri birikmiş analog deprem kayıtları bulunmaktadır. Bilimsel ve tarihi değeri olan bu analog kayıtların bir bölümü, olumsuz koşullara rağmen muhafaza edilmeye çalışılmaktadır. Bu tür verilerin, diğer makrosismik bilgilerle birlikte derlenerek arşivlenmesi gereği vardır.

Bilimin her alanında olduğu gibi yer bilimlerinde de veriler toplanır ve çeşitli araçlar kullanılarak işlenir, modellenir, analiz edilir ve dağıtılır. Tez kapsamında verileri Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma

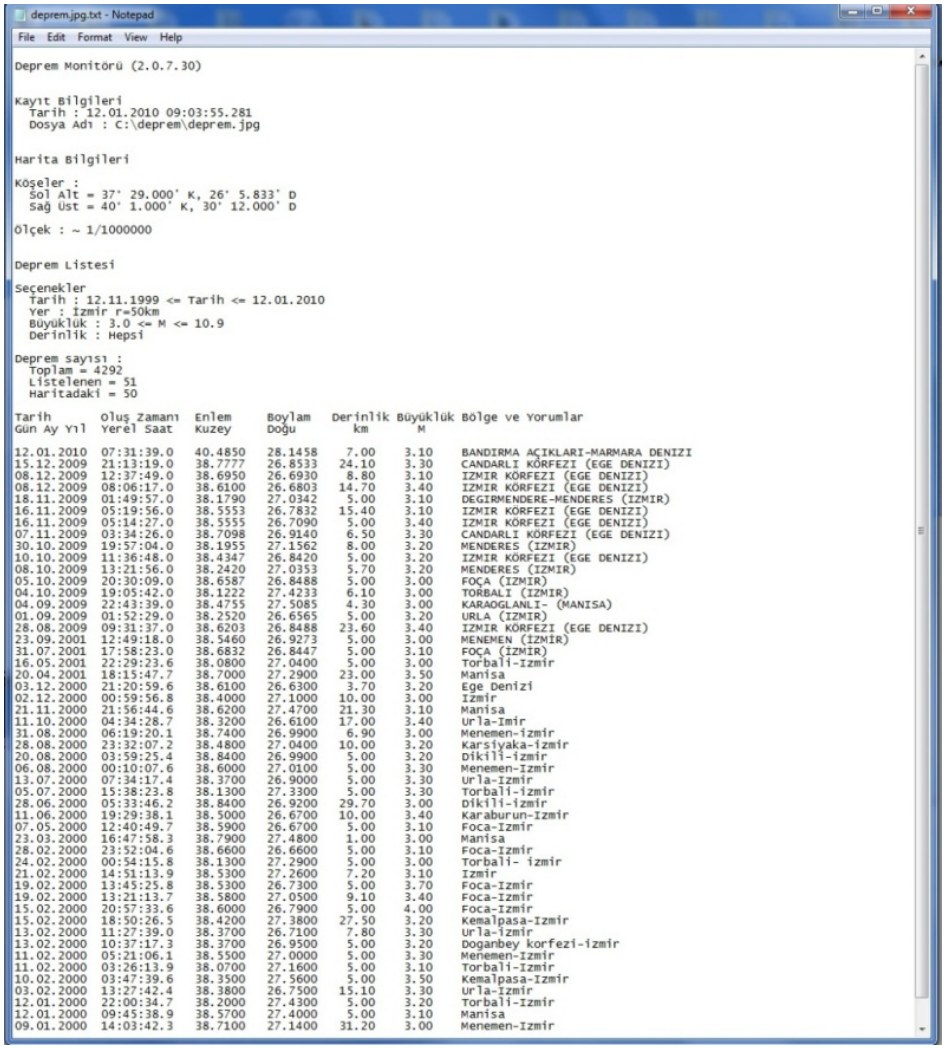
Enstitüsünün web sayfasından anlık elde ettiği deprem verilerinden elde edilmiştir, bu veriler aşağıda detaylı olarak incelenen Deprem Monitörü programı kullanarak elde edilmiştir.

4.1.1 Deprem Monitörü

Türkiye İçin Yaklaşık Gerçek Zamanlı Deprem Monitörü, Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü'nün web sitesindeki gerçek zamana yakın olarak güncellenen hızlı çözümlerin yayınlandığı deprem listesini kullanarak Türkiye ve komşu ülkelerin 3 boyutlu raster haritaları üzerinde gösterir. Yeni depremler oluşunca kullanıcıya haber verir ve bilgisayarına kaydeder. Depremler tarih, saat, yer, büyüklük ve derinliklerine göre seçilip görüntülenebilir. Ayrıca gösterilen harita ve seçilen depremler dosyaya kaydedilebilmektedir.

4.2 Verilerin Elde Edilmesi

Çalışma kapsamında depremlerin büyüklükleri $2.9<M<5.6$ arasında ve derinlikleri 2.10 ile 87.60 km arasında ve İzmir ili Konak ilçesi merkez olmak üzere 50 km yarıçapında 1999 - 2010 tarihleri arasında bulunan tüm depremler deprem monitörü programından dosya formatında elde edilmiştir (Şekil 4.1).



deprem.jpg.txt - Notepad

File Edit Format View Help

Deprem Monitörü (2.0.7.30)

Kayıt Bilgileri
  Tarih : 12.01.2010 09:03:55.281
  Dosya Adı : C:\deprem\deprem.jpg

Harita Bilgileri

Köşeler :
  Sol Alt = 37° 29.000' K, 26° 5.833' D
  Sağ Üst = 40° 1.000' K, 30° 12.000' D

Ölçek : ~ 1/1000000

Deprem Listesi

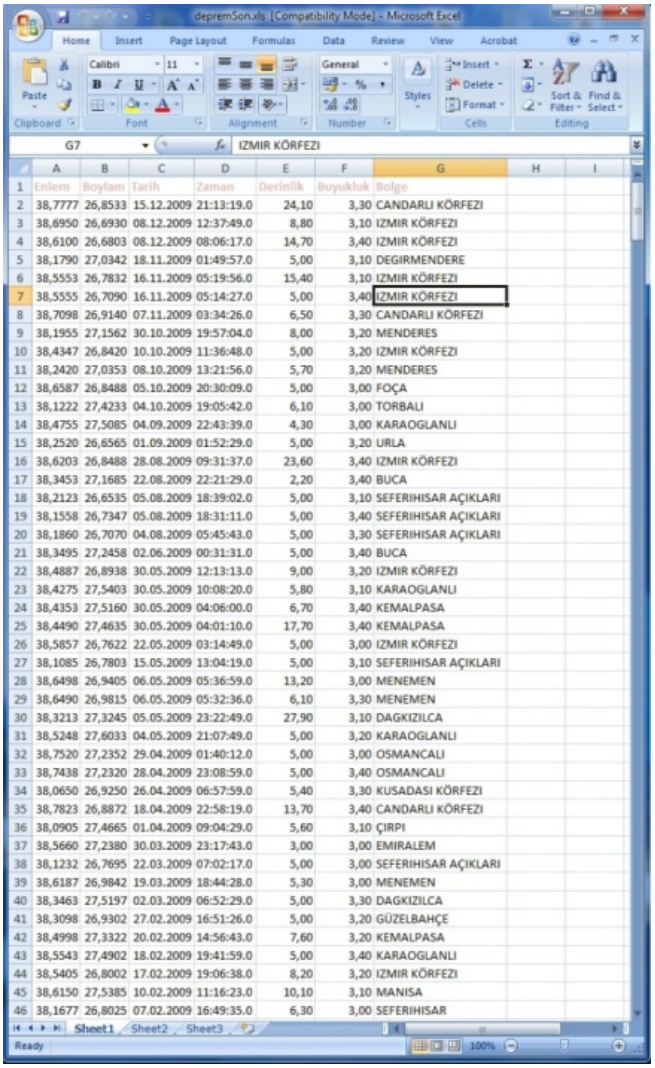
Seçenekler
  Tarih : 12.11.1999 <= Tarih <= 12.01.2010
  Yer : İzmir r=50km
  Büyüklük : 3.0 <= M <= 10.9
  Derinlik : Hepsi

Deprem sayısı :
  Toplam = 4292
  Listelenen = 51
  Haritadaki = 50

Tarih Gün Ay Yıl	Oluş Zamanı Yerel Saat	Enlem Kuzey	Boylam Doğu	Derinlik km	Büyüklük M	Bölge ve Yorumlar
12.01.2010	07:31:39.0	40.4850	28.1458	7.00	3.10	BANDIRMA AÇIKLARI-MARMARA DENIZI
15.12.2009	21:13:19.0	38.7777	26.8533	24.10	3.30	CANDARLI KÖRFEZI (EGE DENIZI)
08.12.2009	12:37:49.0	38.6950	26.6930	8.80	3.10	IZMIR KÖRFEZI (EGE DENIZI)
08.12.2009	08:06:17.0	38.6100	26.6803	14.70	3.40	IZMIR KÖRFEZI (EGE DENIZI)
18.11.2009	01:49:57.0	38.1790	27.0342	5.00	3.10	DEGIRMENDERE-MENDERES (IZMIR)
16.11.2009	05:19:56.0	38.5553	26.7832	15.40	3.10	IZMIR KÖRFEZI (EGE DENIZI)
16.11.2009	05:14:27.0	38.5555	26.7090	5.00	3.40	IZMIR KÖRFEZI (EGE DENIZI)
07.11.2009	03:34:26.0	38.7098	26.9140	6.50	3.30	CANDARLI KÖRFEZI (EGE DENIZI)
30.10.2009	19:57:04.0	38.1955	27.1562	8.00	3.20	MENDERES (IZMIR)
10.10.2009	11:36:48.0	38.4347	26.8420	5.00	3.20	IZMIR KÖRFEZI (EGE DENIZI)
08.10.2009	13:21:56.0	38.2420	27.0353	5.70	3.20	MENDERES (IZMIR)
05.10.2009	20:30:09.0	38.6587	26.8488	5.00	3.00	FOÇA (IZMIR)
04.10.2009	19:05:42.0	38.1222	27.4233	6.10	3.00	TORBALI (IZMIR)
04.09.2009	22:43:39.0	38.4755	27.5085	4.30	3.00	KARAOGLANLI- (MANISA)
01.09.2009	01:52:29.0	38.2520	26.6565	5.00	3.20	URLA (IZMIR)
28.08.2009	09:31:37.0	38.6203	26.8488	23.60	3.40	IZMIR KÖRFEZI (EGE DENIZI)
23.09.2001	12:49:18.0	38.5460	26.9273	5.00	3.00	MENEMEN (IZMIR)
31.07.2001	17:58:23.0	38.6832	26.8447	5.00	3.10	FOÇA (IZMIR)
16.05.2001	22:29:23.6	38.0800	27.0400	5.00	3.00	Torbali-Izmir
20.04.2001	18:15:47.7	38.7000	27.2900	23.00	3.50	Manisa
03.12.2000	21:20:59.6	38.6100	26.6300	3.70	3.20	Ege Denizi
02.12.2000	00:59:56.8	38.4000	27.1000	10.00	3.00	Izmir
21.11.2000	21:56:44.6	38.6200	27.4700	21.30	3.10	Manisa
11.10.2000	04:34:28.7	38.3200	26.6100	17.00	3.40	Urla-Imir
31.08.2000	06:19:20.1	38.7400	26.9900	6.90	3.00	Menemen-izmir
28.08.2000	23:32:07.2	38.4800	27.0400	10.00	3.20	Karsiyaka-izmir
20.08.2000	03:59:25.4	38.8400	26.9900	5.00	3.20	Dikili-izmir
06.08.2000	00:10:07.6	38.6000	27.0100	5.00	3.30	Menemen-Izmir
13.07.2000	07:34:17.4	38.3700	26.9000	5.00	3.30	Urla-Izmir
05.07.2000	15:38:23.8	38.1300	27.3300	5.00	3.30	Torbali-izmir
28.06.2000	05:33:46.2	38.8400	26.9200	29.70	3.00	Dikili-izmir
11.06.2000	19:29:38.1	38.5000	26.6700	10.00	3.40	Karaburun-Izmir
07.05.2000	12:40:49.7	38.5900	26.6700	5.00	3.10	Foca-Izmir
23.03.2000	16:47:58.3	38.7900	27.4800	1.00	3.00	Manisa
28.02.2000	23:52:04.6	38.6600	26.6600	5.00	3.10	Foca-Izmir
24.02.2000	00:54:15.8	38.1300	27.2900	5.00	3.00	Torbali- izmir
21.02.2000	14:51:13.9	38.5300	27.2600	7.20	3.10	Izmir
19.02.2000	13:45:25.8	38.5300	26.7300	5.00	3.70	Foca-Izmir
19.02.2000	13:21:13.7	38.5800	27.0500	9.10	3.40	Foca-Izmir
15.02.2000	20:57:33.6	38.6000	26.7900	5.00	4.00	Foca-Izmir
15.02.2000	18:50:26.5	38.4200	27.3800	27.50	3.20	Kemalpasa-Izmir
13.02.2000	11:27:39.0	38.3700	26.7100	7.80	3.30	Urla-izmir
13.02.2000	10:37:17.3	38.3700	26.9500	5.00	3.20	Doganbey korfezi-izmir
11.02.2000	05:21:06.1	38.5500	27.0000	5.00	3.30	Menemen-Izmir
11.02.2000	03:26:13.9	38.0700	27.1600	5.00	3.10	Torbali-Izmir
10.02.2000	03:47:39.6	38.3500	27.5600	5.00	3.50	Kemalpasa-Izmir
03.02.2000	13:27:42.4	38.3800	26.7500	15.10	3.30	Urla-Izmir
12.01.2000	22:00:34.7	38.2000	27.4300	5.00	3.20	Torbali-Izmir
12.01.2000	09:45:38.9	38.5700	27.4000	5.00	3.10	Manisa
09.01.2000	14:03:42.3	38.7100	27.1400	31.20	3.00	Menemen-Izmir

Şekil 4.1 Deprem Monitörü programından alınan deprem listesi

Dosya formatı metadata verileri temizlenerek excel dosyasına aktarılmıştır. Aktarılan veriler Excel programında sütunlara dönüştürülerek ArcGIS programın kullanacağı şekle uygun hale getirilmiştir. Veriler Şekil 4.2'de gösterildiği gibi düzenlenmiştir. Enlem ve boylam sütunları ileride deprem verilerinin nokta şekilde gösterilmesi için kullanılacaktır. Bu sebeple veri türü kesirli sayı şeklinde saklanmıştır "Kesir (10,6)", Kandilli Rasathanesi deprem verilerini koordinatı "WGS_1984_UTM_Zone_35N" olacak şekilde yayınlamıştır. Bu sebeple ArcGIS progamına aktarırken aynı koordinat sistemi seçilmiştir.

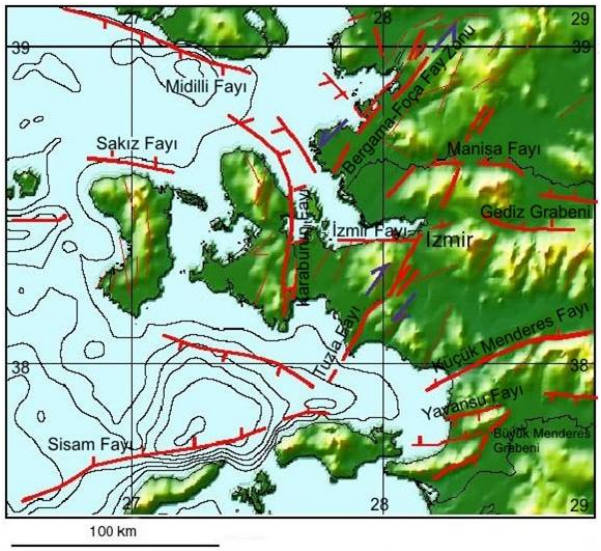


depremSon.xls [Compatibility Mode] - Microsoft Excel

	Enlem	Boylam	Tarih	Zaman	Derinlik	Buyukluk	Bolge
2	38,7777	26,8533	15.12.2009	21:13:19.0	24,10	3,30	CANDARLI KÖRFEZI
3	38,6950	26,6930	08.12.2009	12:37:49.0	8,80	3,10	IZMIR KÖRFEZI
4	38,6100	26,6803	08.12.2009	08:06:17.0	14,70	3,40	IZMIR KÖRFEZI
5	38,1790	27,0342	18.11.2009	01:49:57.0	5,00	3,10	DEGIRMENDERE
6	38,5553	26,7832	16.11.2009	05:19:56.0	15,40	3,10	IZMIR KÖRFEZI
7	38,5555	26,7090	16.11.2009	05:14:27.0	5,00	3,40	IZMIR KÖRFEZI
8	38,7098	26,9140	07.11.2009	03:34:26.0	6,50	3,30	CANDARLI KÖRFEZI
9	38,1955	27,1562	30.10.2009	19:57:04.0	8,00	3,20	MENDERES
10	38,4347	26,8420	10.10.2009	11:36:48.0	5,00	3,20	IZMIR KÖRFEZI
11	38,2420	27,0353	08.10.2009	13:21:56.0	5,70	3,20	MENDERES
12	38,6587	26,8488	05.10.2009	20:30:09.0	5,00	3,00	FOÇA
13	38,1222	27,4233	04.10.2009	19:05:42.0	6,10	3,00	TORBALI
14	38,4755	27,5085	04.09.2009	22:43:39.0	4,30	3,00	KARAOGLANLI
15	38,2520	26,6565	01.09.2009	01:52:29.0	5,00	3,20	URLA
16	38,6203	26,8488	28.08.2009	09:31:37.0	23,60	3,40	IZMIR KÖRFEZI
17	38,3453	27,1685	22.08.2009	22:21:29.0	2,20	3,40	BUCA
18	38,2123	26,6535	05.08.2009	18:39:02.0	5,00	3,10	SEFERIHISAR AÇIKLARI
19	38,1558	26,7347	05.08.2009	18:31:11.0	5,00	3,40	SEFERIHISAR AÇIKLARI
20	38,1860	26,7070	04.08.2009	05:45:43.0	5,00	3,30	SEFERIHISAR AÇIKLARI
21	38,3495	27,2458	02.06.2009	00:31:31.0	5,00	3,40	BUCA
22	38,4887	26,8938	30.05.2009	12:13:13.0	9,00	3,20	IZMIR KÖRFEZI
23	38,4275	27,5403	30.05.2009	10:08:20.0	5,80	3,10	KARAOGLANLI
24	38,4353	27,5160	30.05.2009	04:06:00.0	6,70	3,40	KEMALPASA
25	38,4490	27,4635	30.05.2009	04:01:10.0	17,70	3,40	KEMALPASA
26	38,5857	26,7622	22.05.2009	03:14:49.0	5,00	3,00	IZMIR KÖRFEZI
27	38,1085	26,7803	15.05.2009	13:04:19.0	5,00	3,10	SEFERIHISAR AÇIKLARI
28	38,6498	26,9405	06.05.2009	05:36:59.0	13,20	3,00	MENEMEN
29	38,6490	26,9815	06.05.2009	05:32:36.0	6,10	3,30	MENEMEN
30	38,3213	27,3245	05.05.2009	23:22:49.0	27,90	3,10	DAGKIZILCA
31	38,5248	27,6033	04.05.2009	21:07:49.0	5,00	3,20	KARAOGLANLI
32	38,7520	27,2352	29.04.2009	01:40:12.0	5,00	3,00	OSMANCALI
33	38,7438	27,2320	28.04.2009	23:08:59.0	5,00	3,40	OSMANCALI
34	38,0650	26,9250	26.04.2009	06:57:59.0	5,40	3,30	KUSADASI KÖRFEZI
35	38,7823	26,8872	18.04.2009	22:58:19.0	13,70	3,40	CANDARLI KÖRFEZI
36	38,0905	27,4665	01.04.2009	09:04:29.0	5,60	3,10	ÇIRPI
37	38,5660	27,2380	30.03.2009	23:17:43.0	3,00	3,00	EMIRALEM
38	38,1232	26,7695	22.03.2009	07:02:17.0	5,00	3,00	SEFERIHISAR AÇIKLARI
39	38,6187	26,9842	19.03.2009	18:44:28.0	5,30	3,00	MENEMEN
40	38,3463	27,5197	02.03.2009	06:52:29.0	5,00	3,30	DAGKIZILCA
41	38,3098	26,9302	27.02.2009	16:51:26.0	5,00	3,20	GÜZELBAHÇE
42	38,4998	27,3322	20.02.2009	14:56:43.0	7,60	3,20	KEMALPASA
43	38,5543	27,4902	18.02.2009	19:41:59.0	5,00	3,40	KARAOGLANLI
44	38,5405	26,8002	17.02.2009	19:06:38.0	8,20	3,20	IZMIR KÖRFEZI
45	38,6150	27,5385	10.02.2009	11:16:23.0	10,10	3,10	MANISA
46	38,1677	26,8025	07.02.2009	16:49:35.0	6,30	3,00	SEFERIHISAR

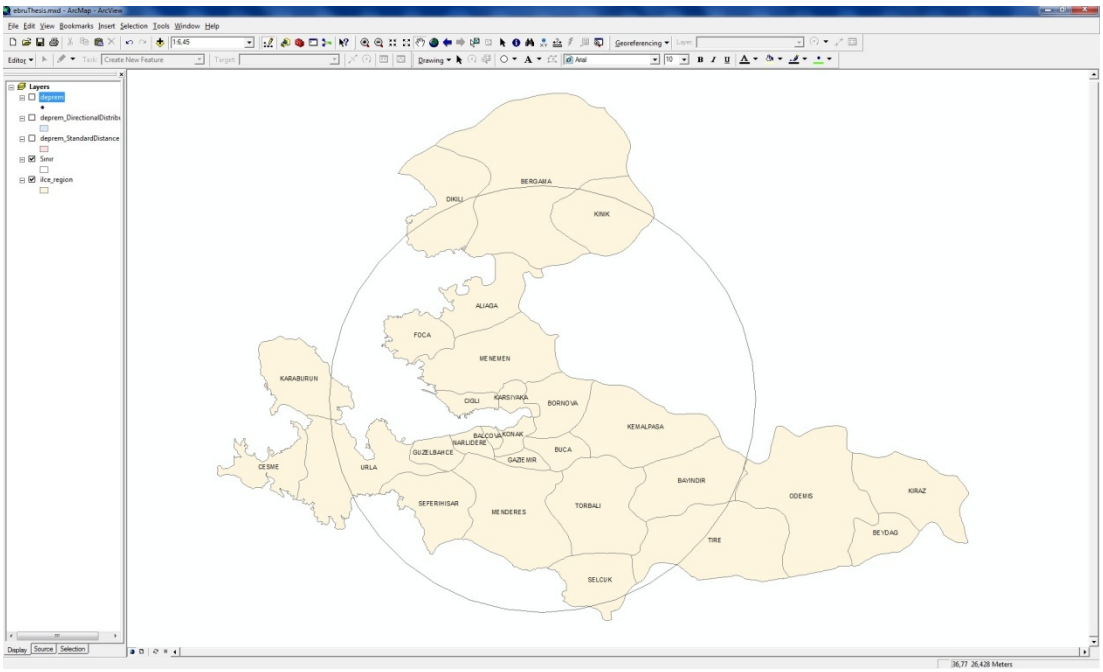
Şekil 4.2 Excel dosyasına aktarılan deprem verileri

Risk analizi çalışmasında deprem noktaları toplandıktan sonra önemli bir diğer husus olan fay hatlarının elde edilmesi gerekmektedir. Fay haritaları sayısal ortamda bulunmadığından Coğrafi Bilgi Sistemleri teknikleri kullanılarak elde edilmesi gerekliliği görülmüştür. İzmir ve çevresi fay haritası Deprem Master Planından elde edilen raster görüntülerinin vektör haritalara dönüştürülmesi ile oluşturulmuştur.



Şekil 4.3 İzmir yakın çevresi aktif fayları (İzmir Büyükşehir Belediyesi Ve Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi Araştırma Projesi, 2000)

Deprem noktaları ve fay hatları elde edildikten sonra bunlara altlık oluşturacak olan İzmir İlçe sınırları haritası (Şekil 4.4) Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim dalı CBS Ar-ge laboratuvarından alınmıştır.

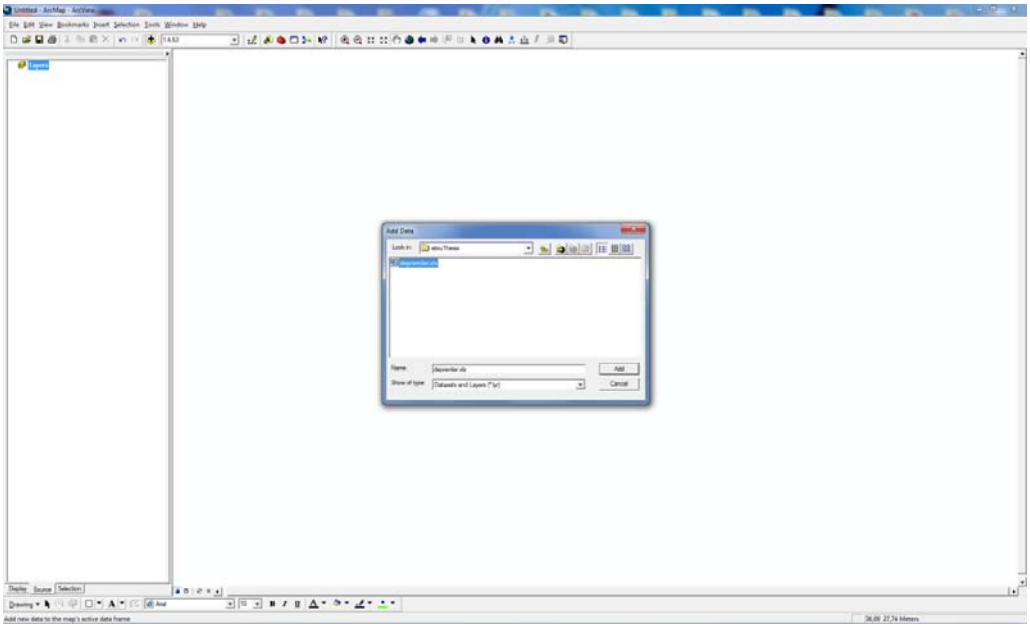


Şekil 4.4 İzmir ilçe sınırları haritası

4.3 Veri Analizleri

Tez kapsamında analiz çalışmaları Coğrafi Bilgi Sistemi yazılımı olan ArcGIS 9.3 programı kullanılarak hazırlanmıştır. Coğrafi Bilgi Sistemleri kısaca konumu belli olan nesneleri ve bu nesne ile ilgili verileri saklamaya ve bunları çeşitli biçimlerde sorgulayıp belirli ilişkiler kurmaya ve sonuçlar çıkarmaya yarayan bir bilgi teknolojisidir.

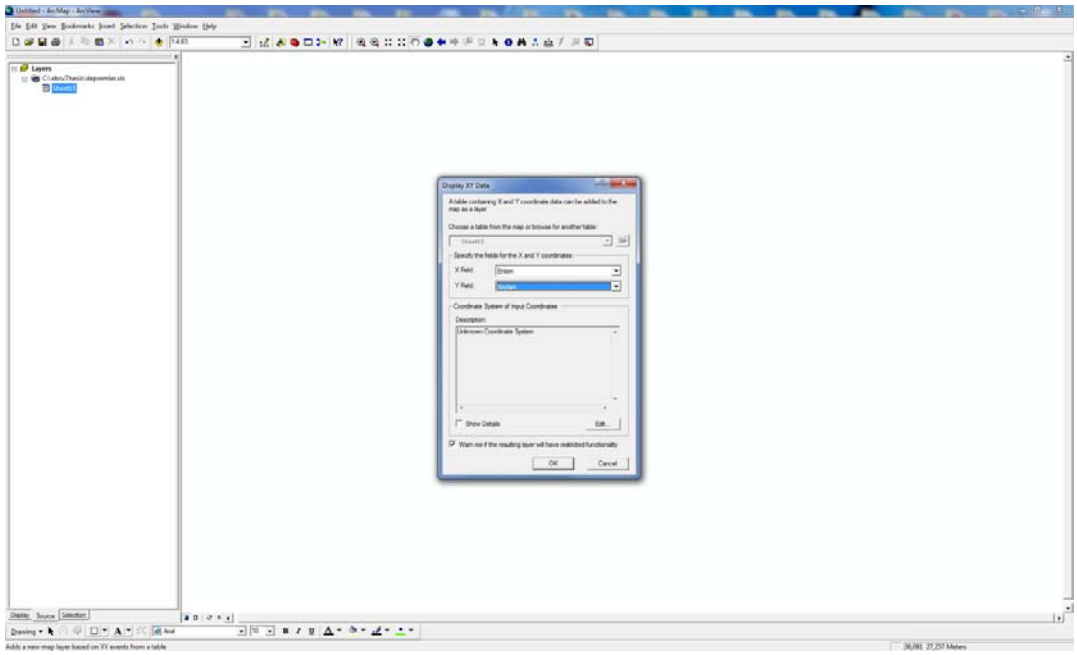
Öncelikle "Deprem Monitörü" adlı programdan yukarıda bahsedilen teknikler kullanılarak deprem verilerinin listesi Excel dosyası haline getirilmiştir ardından Excel dosyası ArcGIS programına (Şekil 4.5) veri ekle komutu kullanılarak aktarılmıştır.



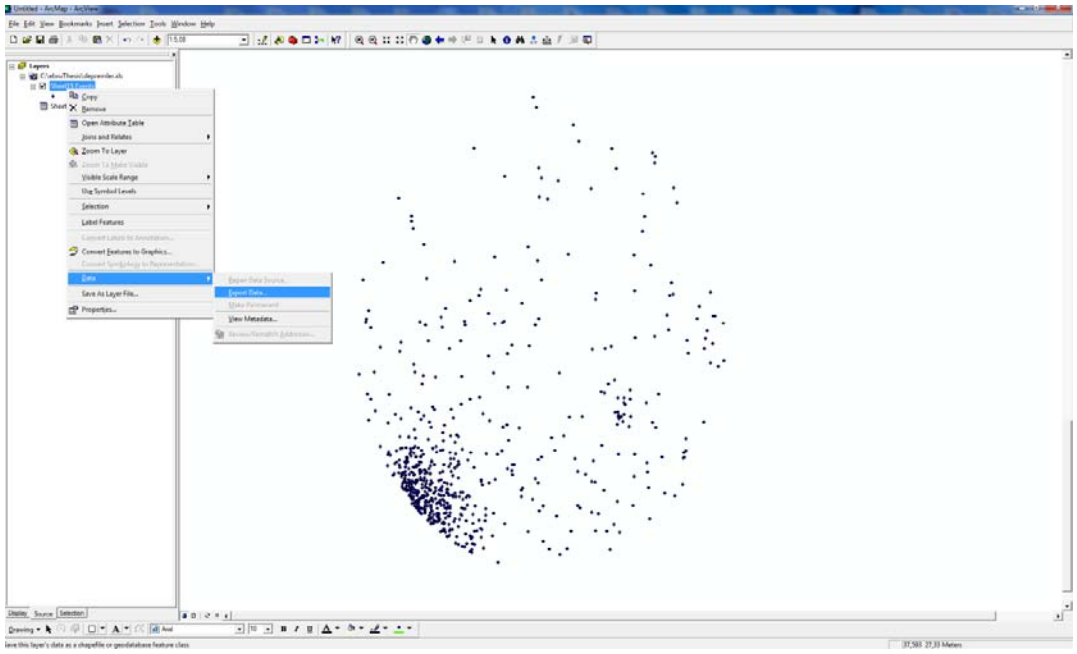
Şekil.4.5 Excel dosyasının ArcGIS programına aktarılması

Aktarılan Excel verisi hali hazırda mekansal özelliğe sahip bir veri seti değildir. Bu verinin mekansal veri haline dönüştürülmesi için ArcGIS programının verileri XY formatında koordinatlandırdığı (Display XY Data) (Şekil 4.6) aracı kullanılmıştır. Bu araç veri içerisinde enlem ve boylam verilerinin tutulduğu sütunları kullanarak her bir satırı bir noktaya dönüştürmüştür aynı zamanda bu verilerin Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamında kullanılması için uygun koordinat sistemi seçilmesi gerekmektedir, yukarıda bahsedildiği üzere veriler

WGS_1984_UTM_Zone_35N koordinat sistemi seçilerek "Export Data" komutu kullanılarak (Şekil 4.7) ArcGIS programının formatı olan Shape (deprem.shp) dosyası formatına dönüştürülmüştür.

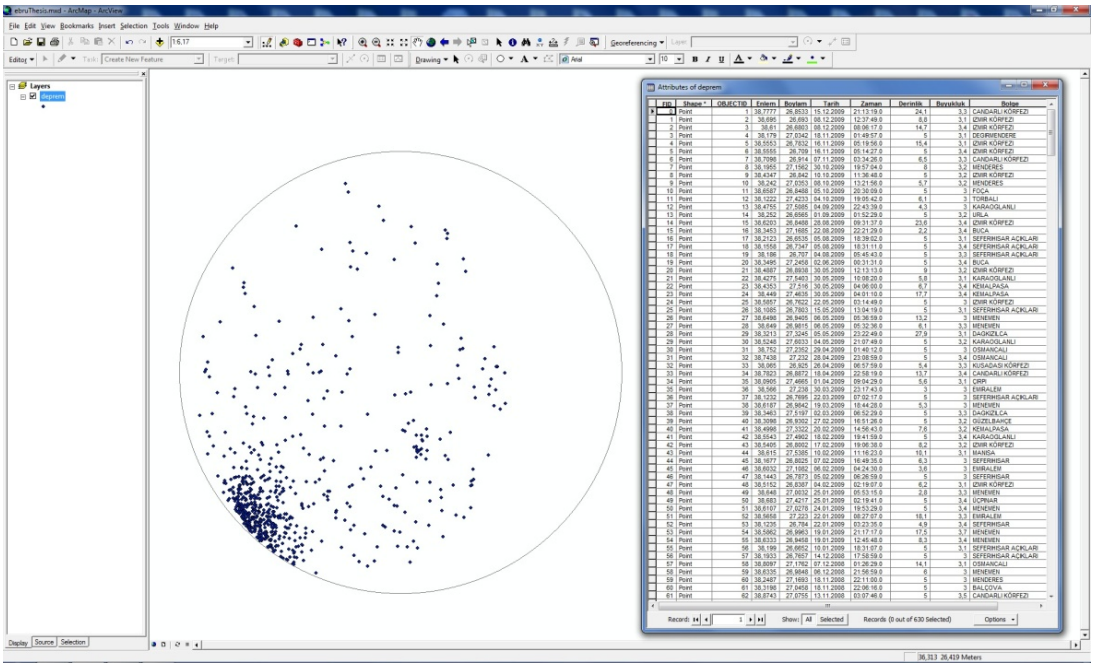


Şekil 4.6 Verilerin meksansal veri'ye dönüştürülmesi



Şekil 4.7 Verilerin Shape formatına dönüştürülmesi

Deprem noktaları mekansal veri haline dönüştürüldükten sonra analiz çalışmalarında mekansal verilerin sözel (attribute) verileri (Şekil 4.8) kullanılacaktır ; bunlara örnek olarak deprem noktalarının büyüklük ve derinlik verileri gibi veriler gösterilebilir.

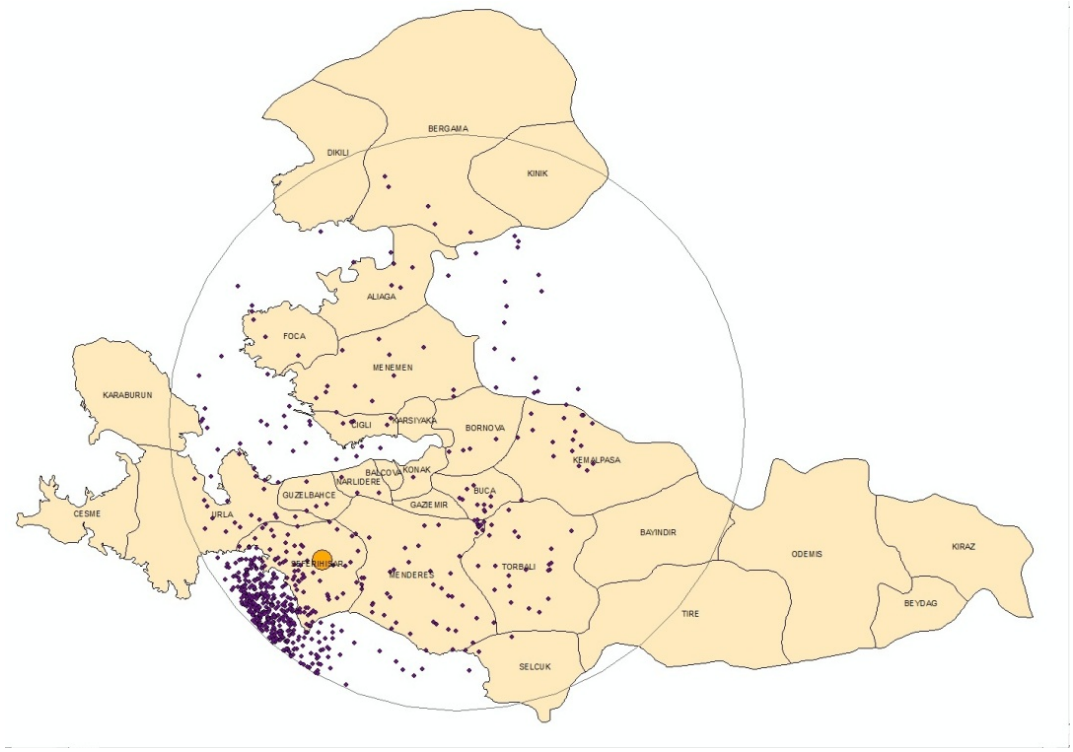


Şekil 4.8. Verilerin mekansal ve sözel gösterimi

Tüm bu veriler katmanlar halinde eklenerek yapılacak mekansal analiz çalışmalarına altlık olmuştur. Mekansal analizler 8 ana başlık altında toplanmıştır. Bunlar Ortalama Merkez (Mean Center), Ağırlıklı Ortalama Merkez (Weighted Mean Center), Standart Uzaklık (Standard Distance), Ağırlıklı Standart Uzaklık (Weigthed Standard Distance), Standard Sapma Elipsi (Standard Deviation Ellipse), Nokta Yoğunluğu Analizi, Deprem Noktalarının Sınıflandılıması ve Buffer Analizi gibi belli başlı mekansal analiz teknikleridir. Tüm analizler deprem noktalarının nerelerde daha yoğun ve daha fazla risk oluşturduğunu gösterecek bunun sonucunda; İzmir ili ve çevresinin depremselliğini ortaya çıkarılmış olacaktır.

4.3.1 Ortalama Merkez

Mekansal verilerin merkezi eğilim durumları ortalama merkez ve medyan merkezi yöntemleriyle incelenmektir. Bu çalışmada deprem noktalarının hangi bölgede daha çok yoğun olduğu ortalama merkez yöntemi kullanılarak ortaya çıkarılmıştır, İzmir ili ve çevresinde olan depremlerin ortalama noktası (26.8309,35.4035) koordinatlı Seferihisar ilçesi sınırları (Şekil 4.9) içinde olduğu gözlenmiştir.

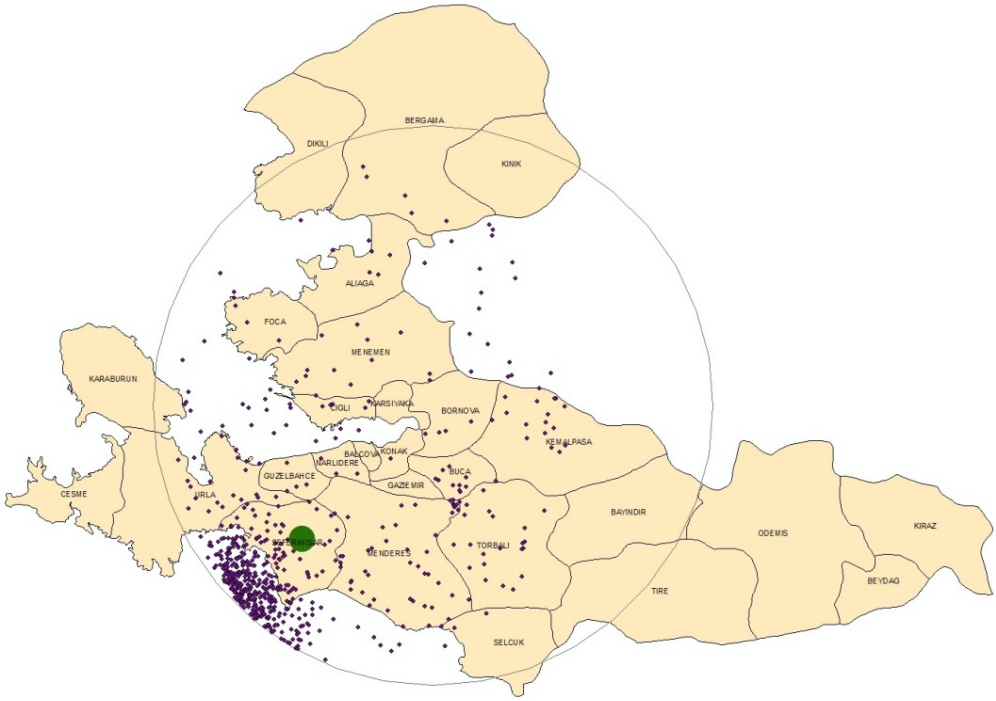


Şekil 4.9 Deprem noktalarının ortalama merkezi

4.3.2 Ağırlıklı Ortalama Merkez

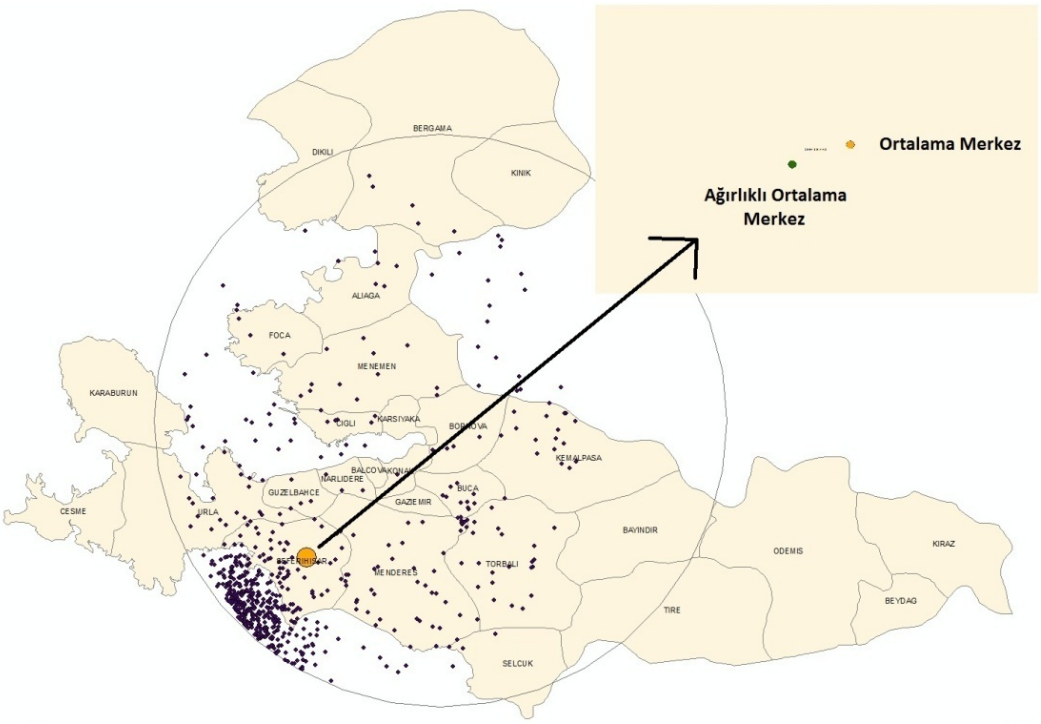
Ağırlıklı ortalama merkez ortalama merkezin bir katsayı ile çarpılması sonucu elde edilmektedir. Deprem verilerinin ortalama merkezini almak bu depremlerin mekansal istatistik açıdan orta noktalarını bulmak anlamına gelmektedir fakat depremlerin büyüklük değerleri bu çalışma kapsamında risk haritaları oluşturulmasında önemli bir ağırlık olarak belirlenmiştir. Örnek olarak bir bölgede depremlerin sık yaşanması o bölgenin çok riskli olması olarak değerlendirmek için

yeterli bir kriter değildir bunun yanında oluşan depremlerin büyüklükleri bu değerlendirmede etkili rol oynamaktadır. Bu sebeple ortalama merkez alındıktan sonra aynı deprem noktalarını kullanarak deprem büyüklükleri katsayısı kullanılarak ağırlıklı ortalama merkezi (Şekil 4.10) bulunması sağlanmıştır.



Şekil 4.10 Deprem noktalarının ağırlıklı ortalama merkezi

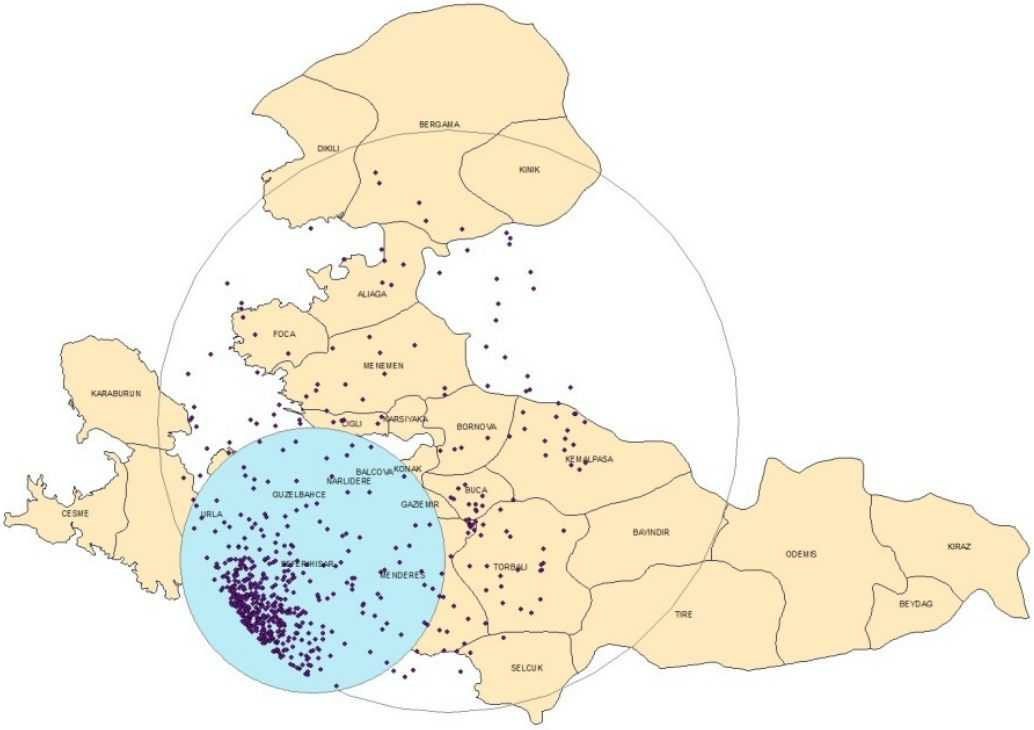
Her iki yöntem ortalama merkez ve ağırlıklı ortalama merkezin kullanılması bize deprem noktalarının dağılımının iki farklı şeklini göstermesi açısından fayda sağlamıştır. Sonuç olarak her iki ölçümünde birbirine çok yakın noktalar (Şekil 4.11) olarak çıkması bu bölgede depremlerin oluşum sıklığı ve büyüklüğünün de aynı oranda olduğu gözlenmiştir.



Şekil 4.11 Ağırlıklı ortalama merkez ve ortalama merkez noktalarının karşılaştırılması

4.3.3 Standart Uzaklık

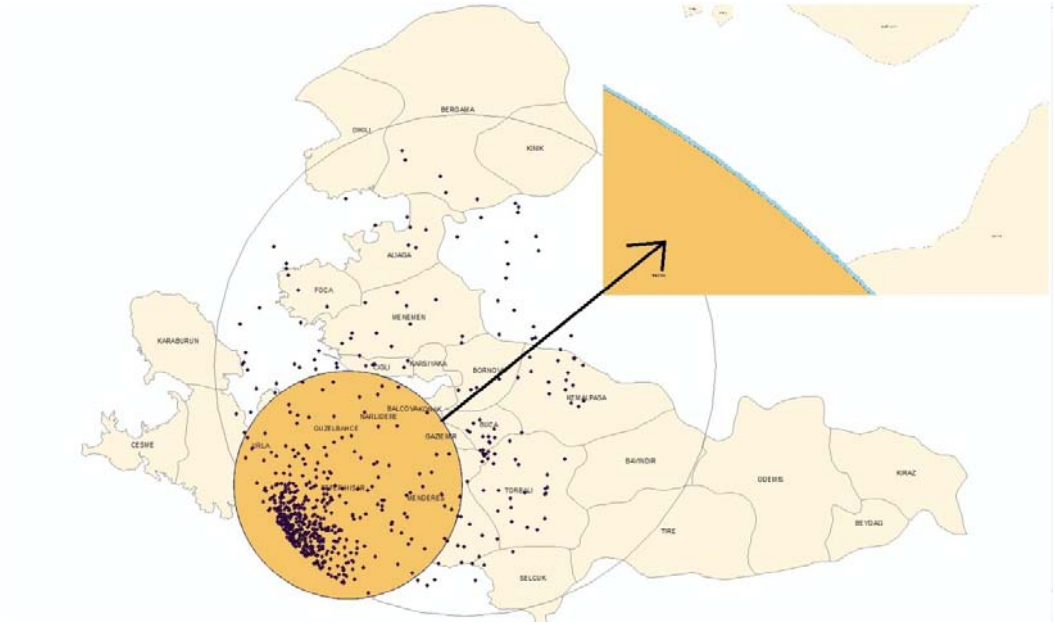
Mekansal yayılmanın veya dağılımın en önemli ölçeği standart mesafedir ki bu tek boyutlu ve mekansal özellik taşımayan veri setlerindeki standart sapmaya denk gelir (McGrew ve Monroe, 1993:58-60). Standard Uzaklık deprem noktalarının ortalama merkezden dağılımlarının yayılımını bize göstermektedir. Standart Uzaklık çemberi deprem noktalarının dağılımı içerisinde küçük bir alanda olması bize depremlerin hep aynı bölgede yoğunlaştığını göstermektedir. Ortalama Merkez ve Ağırlıklı ortalama merkezin çıktığı Seferihisar ilçesi sınırlarından Kuzeyde Konak ilçesi doğuda Menderes ilçesi batıda ise Urla ilçesi sınırları içerisinde güneyde ise Seferihisar kıyılarını içerisinde kalacak şekilde bir dağılım gösterdiği ortaya çıkmıştır.



Şekil 4.12. Deprem noktalarının standart uzaklığının belirlenmesi

4.3.4 Ağırlıklı Standart Uzaklık

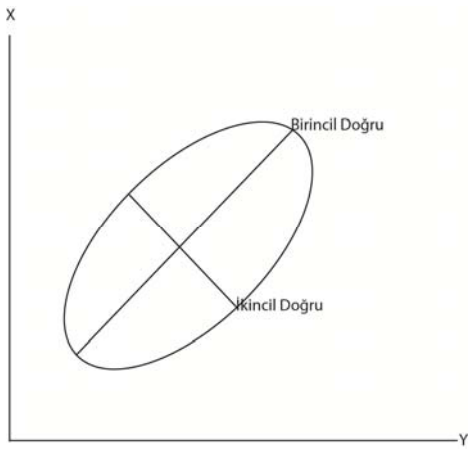
Standard Uzaklık deprem noktalarının ortalama merkezden dağılımlarının yayılımını bize göstermektedir ağırlıklı standart uzaklık ise yukarıda ortalama merkezin ve ağırlıklı ortalama merkezin bulunmasında kullanılan yöntemlerle aynı şekilde yapılmaktadır. Standart Uzaklıkta deprem büyüklüğü katsayısı ile orantılı olarak standart uzaklığın ne kadar genişleyeceğini belirler. Şekil 4.13'te görüldüğü üzere standart uzaklık ile ağırlıklı standart uzaklık birbirlerine çok yakın değerler çıkmıştır bunun sebebi yukarıda açıkladığımız depremlerin aynı bölgede hem sık görülmesi hemde büyüklük olarak fazla olması olarak belirlenmiştir.



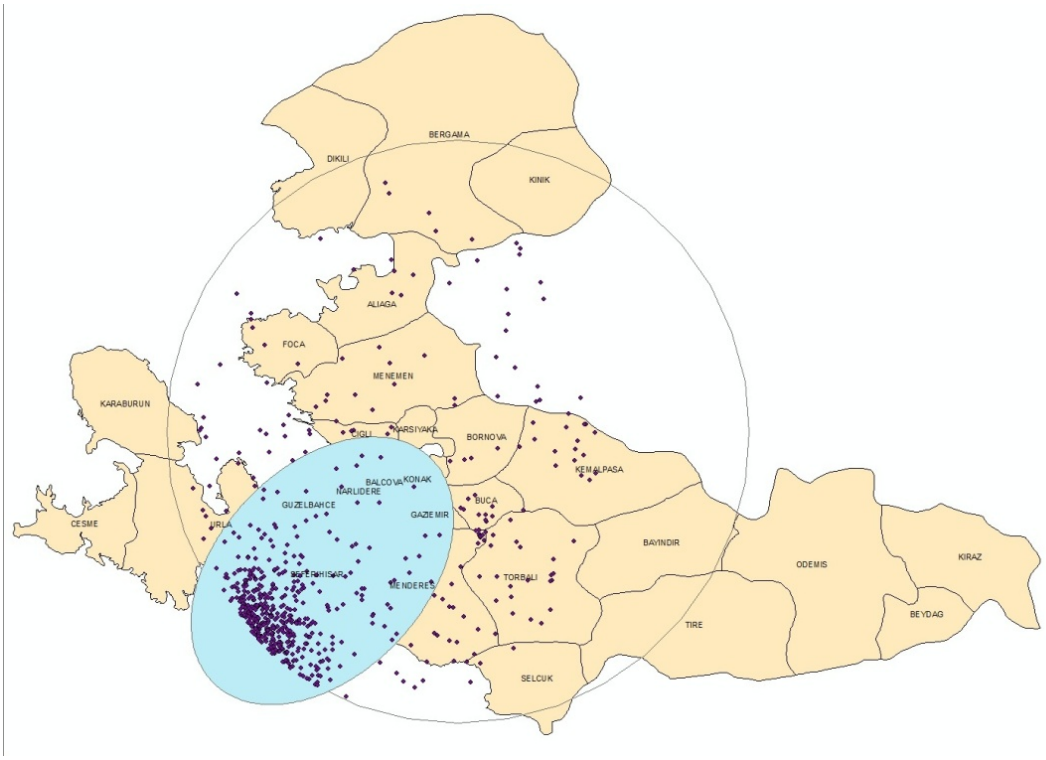
Şekil 4.13 Deprem Noktalarının Standart Uzaklık ve Ağırlıklı Standart Uzaklık'ların gösterilmesi

4.3.5 Standard Sapma Elipsi

Standard Sapma Elipsi verilerin yayılımının belirli bir yönde olup olmadığının anlaşılmasında kullanılır. Ortaya çıkan Standart Sapma elipsinden anlaşıldığı üzere deprem noktalarının birincil doğru (Şekil 4.14) üzerinde kuzeydoğu - güneybatı aksı ikincil doğru üzerinde ise kuzeybatı - güneydoğu yönünde eğilim göstermiştir. Sonuç olarak deprem noktaları Seferihisar ve Konak ilçeleri arasında ve ağırlıkla Seferihisar kıyılarında yoğunlaştığı gözlenmiştir (Şekil 4.15).



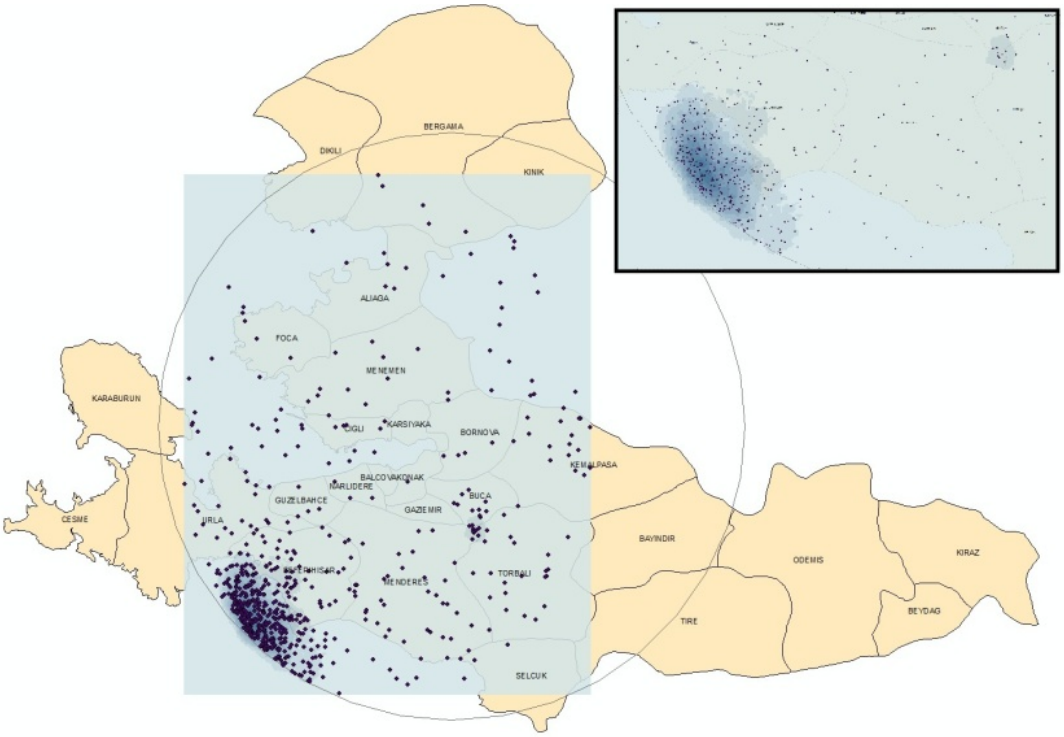
Şekil 4.14 Standart sapma elipsi



Şekil 4.15 Deprem Noktalarının Standart Sapma Elipsinin gösterilmesi

4.3.6 Nokta Yoğunluğu Analizi

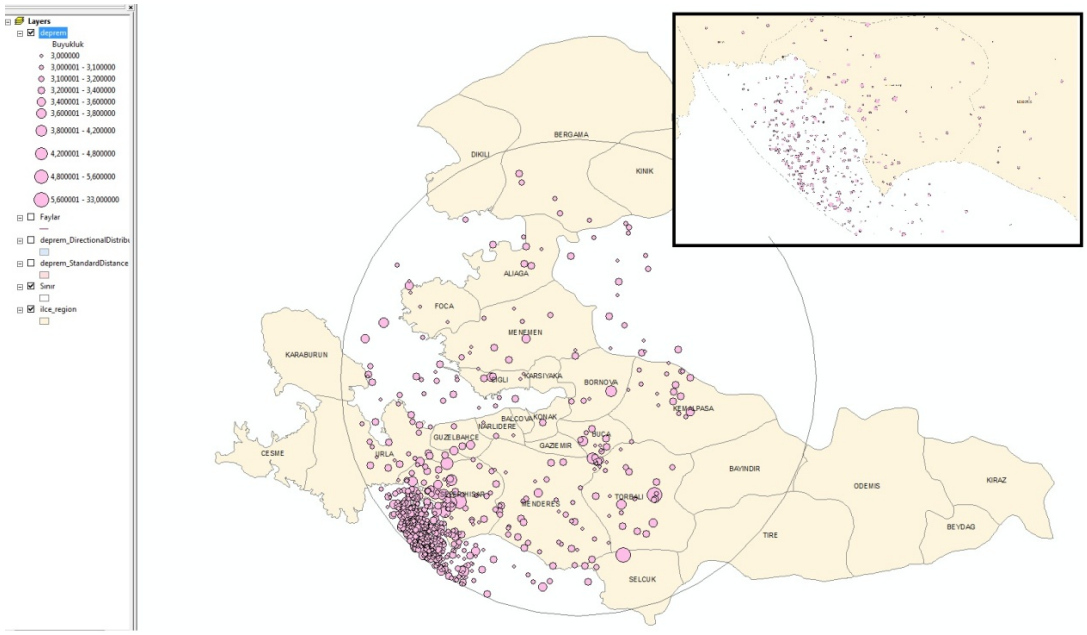
Yoğunluk fonksiyonu nokta ve çizgi yoğunluklarını belirlemek için kullanılır. Örneğin kilometrekareye düşen nüfus yoğunluğu vb. Yoğunluk analizi sayılabilir nesneler (işyerleri, ağaçlar, deprem merkezleri vb.) ve bunların öznitelikleri (işyerinde çalışan kişi sayısı, ağaççç tipleri, deprem merkezi büyüklükler, vb.) üzerinde uygulanır. (ArcGIS Mekansal Analiz Kitabı). Nokta Yoğunluğu analizi ArcGIS programında Spatial Analyst Araçları içerisinde Point Density (Şekil 4.16) aracını kullanarak yapılmıştır. Bu analizin sonucunda yukarıda yapılan analizlerle uyumlu bir sonuç ortaya çıkmıştır.



Şekil 4.16. Deprem Noktaların Nokta Yoğunluğunun hesaplanması

4.3.7 Deprem Noktalarının Sınıflandırılması

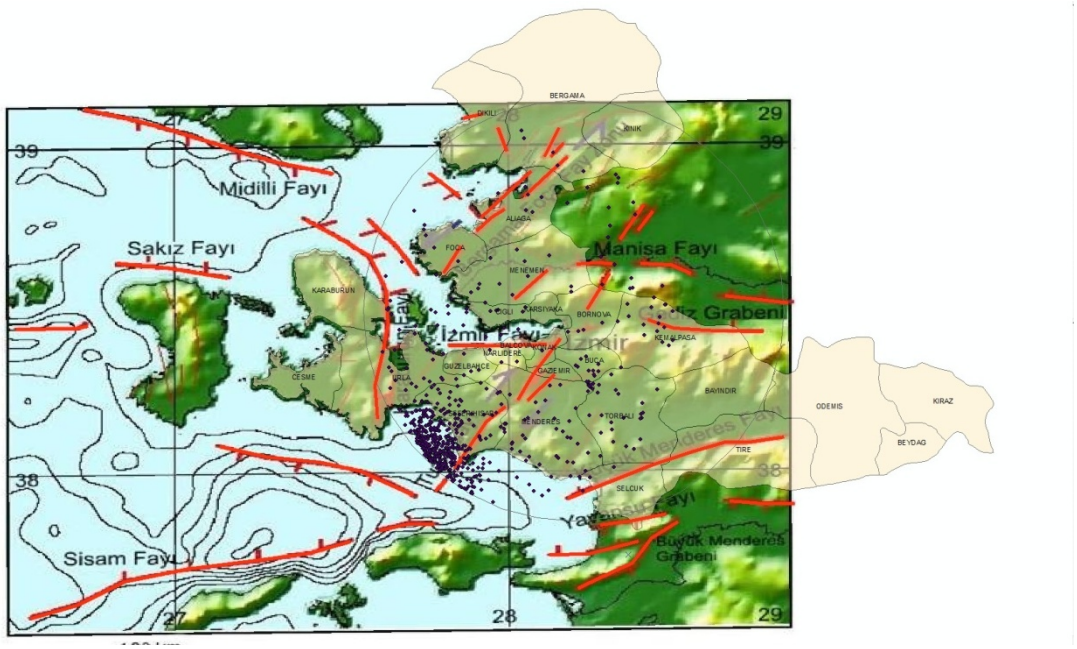
Deprem noktalarının sınıflandırılması için ArcGIS programının tematik harita aracı kullanılmıştır. Deprem noktaları büyüklük değerlerine göre sınıflandırılarak depremlerin küçükten büyüğe nerelerde yoğunlaştığı izlenmiştir (Şekil 4.4) . Yapılan sınıflandırma yukarıdaki yapılan analizlerle paralel olarak gelişerek aynı sonuçlar alınmıştır. Depremlerin Seferihisar ilçesi sınırları içerisinde yoğunlaştığı görülmüştür.



Şekil 4.17 Deprem noktalarının sınıflandırılmasının gösterilmesi

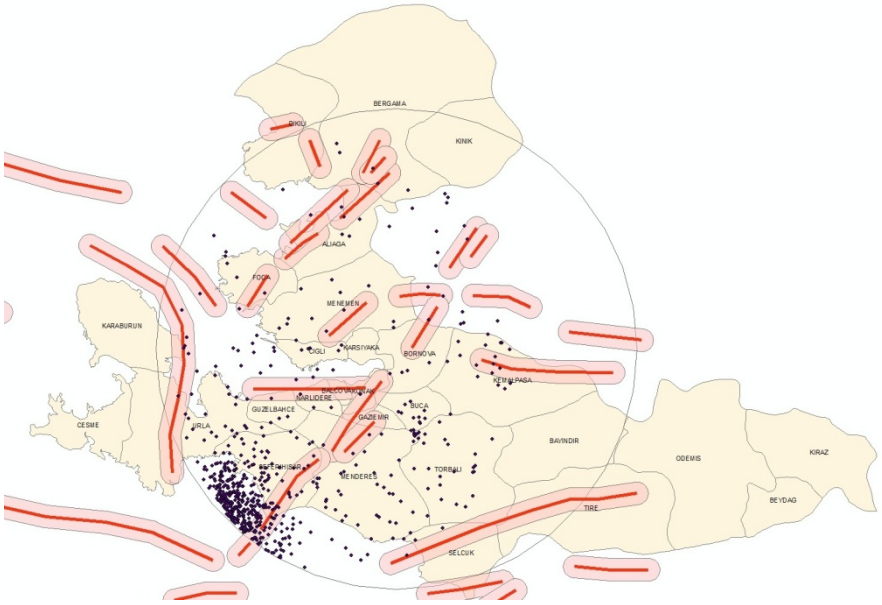
4.3.8 Buffer Analizi

Tez kapsamında yapılan analiz çalışmalarında fay hatlarına buffer analizi yapılarak fay hatları ile deprem noktalarında arasında bir ilişki olup olmadığı incelenmiştir. Fay hatlarına buffer analizi yapmak için ilk olarak fay hatlarını elde edilen İzmir ve Çevresi Fay haritası (Deprem Master Planı) raster görüntüsünden sayısallaştırılarak vektörel formata dönüştürülmüştür. Sayısallaştırma işlemi ilk olarak ArcGIS programının georeferencing aracı kullanılarak İzmir ilçesi sınırları altlığı referans alınarak raster görüntü koordinatlı hale getirilmiştir. Koordinatlandırılmış olan görüntü üzerinde bulunan fay hatları yeni bir katman (fayHatları.shp) oluşturularak çizilmiştir (Şekil 4.18).



Şekil 4.18 Fay hatlarının sayısallaştırılması

Fay hatları ile deprem noktalarının ilişkisini belirlemek için coğrafi bilgi sistemleri'nde sık kullanılan bir analiz aracı olan buffer analizi yapılması düşünülmüştür. Buffer analizinde fay hatlarına 3 km'lik bir buffer atılarak bu buffer ile deprem noktaların ne kadar çakışıyor gözlemlenmiştir. Sonuç olarak deprem noktalarının fay hatlarına atılan buffer zone'ların etrafında yoğunlaşmadığı gözlemlenmiştir (Şekil 4.19).



Şekil 4.19 Fay hatlarına uygulanan buffer analizinin gösterilmesi

BÖLÜM BEŞ
SONUÇ

Dünyada çok yaygın olarak kullanılan ülkemizde de kullanılmaya başlanılan Coğrafi Bilgi Sistemlerinin bize sunduğu, mekansal istatistiksel analiz, katmanların üst üste çakıştırılması, sınıflandırma v.b. işlemlerinden yararlanarak bu çalışmada elde edilen aşağıda detaylı olarak açıklanan sonuçlar bulunmuştur.

İzmir ili ve çevresinde son 10 yıl içerisinde gerçekleşen depremlere bakıldığında, şehir merkezi odaklı 50 kilometrelik alan içerisinde kalan kısımda yapılan bu çalışmada kullanılan 8 mekansal analiz yöntemi ile deprem merkezlerinin mekansal dağılımının ölçülmesi, deprem noktalarının dağılımı, yoğunluğu ve şehrin depremselliği incelenerek risk oluşturabilecek alanlar belirlenmiştir.

Elde ettiğimiz verilere bağlı olarak yaptığımız analizlerde deprem noktalarının ağırlıklı olarak yoğunlaştığı bölgenin İzmir iline bağlı Seferihisar ilçesi kıyı şeridi olduğu belirlenmiştir. Deprem noktalarının mekansal olarak dağılımı ise yine Seferihisar ilçesi merkez ve birincil doğru kuzeydoğu - güneybatı aksı ikincil doğru üzerinde ise kuzeybatı - güneydoğu olarak ortaya çıkartılmıştır. Bu sonuç ta bize İzmir ilinin Güney tarafının deprem hareketliliği açısından son 10 yılda daha aktif bir durumda olduğunu ortaya çıkarmıştır.

KAYNAKLAR

Allan, T.D. ve Morelli, C., (1971). Geophysical Study of the Mediterranean Sea, *Bull. Geol. Teor. Appl.,13*, 50, 99-142

Altunel, E. ve Barka, A. A., (1997), Hierapolis'teki Arkeosismik hasarlarin değerlendirilmesi, *Türkiye Jeoloji Dergisi*.

Alptekin, O. (1973). *Focal mechanism of earthquakes in western Turkey and their tectonic implications*. PhD Thesis New Mexico Inst. Of Mining and Tech., Soccoro, New Mexico, 189 p.

Ambraseys, N.N., ve Finkel, C.F. (1995). *The seismicity of Turkey and adjacent areas, a historical review*, 1500-1800. Eren Yayıncılık, İstanbul.

Armijo, R. B. Meyer, G.C.P., King, A, Rigo, & Panastassiou, D., (1996). Quaternary evolution of the gulf of corinth rift and its implications for the late cenozoic evolution of the Aegean. *Geophys. J.R. Astron. Soc.,* 126, 11-53.

Arni, P. (1939). Şarki Anadolu fayı ile ilgili baz gözlemler ve düşünceler, *MTA Dergisi, 4*, Ankara.

Barka, A., (1992). The north anatolian fault zone, annal. *Tectonica, Special Issue 6,* 164–195.

Barka, A. ve Reilinger, R. (1997). Active tectonics of the Eastern Mediterranean Region: Deduced from GPS, neotectonic and seismicity data, *Annelis de Geofisica*, 40, 3, 587-610.

Baykal, M., (2006). *Seferihisar-Urla bölgesi'nin güncel depremselliği ve gerilme tensör analizi,* Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.

Baysal, D., Aktuğ, B., Koçyiğit, A.(2010). GPS nokta koordinatlarındaki zamana bağlı değişimlerin analizi ve yorumu: İzmir bölgesinde uygulama, *Harita Dergisi Sayı 144,* 06 Ekim 2010*,* http://www.hgk.msb.gov.tr/dergi/makaleler/144_3.pdf

Bektaş, O., Eyüboğlu, Y. (2000). *Kuzey Anadolu Fayının deprem serisi –deprem çifti modeli ve deprem tahminleri,* Makale 23 Aralık 2000 Tarihli 718 sayılı Cumhuriyet Gazetesi Bilim Teknik Ekinde Yayınlanmıştır.

Blumenthal, M.,(1946). Der Karanfil Dagern Markantes Bauglied de Sclicis Chen Taurus, *MTA Dergisi*,36, Ankara.

Bozkurt, E., (2001). Neotectonics of Turkey – a synthesis. *Geodinamica Acta, 14*, 3-30.

Bozkurt, E. (2006). Büyük ölçekli normal fayların oluşumu ve evrimi, *Prof.Dr. Aykut Barka'yı Anma Toplantısı*, İTÜ/AYBE

Boztepe, G. A., Yılmaz, Y., Demirbağ, E., Ecevitoğlu, B., Arzuman, S., ve Kuscu, İ. (2001). Reflection seismic study across the continental shelf of Baba Burnu promontory of Biga Peninsula, Northwest Turkey, *Marine Geology, 176*, 75-85

Demirtaş, R., Erkmen, C., Yaman, M., Eravcı, B., Aktan, T., Tepeuğur, E., Özdemir, F., (2004). *Pamukkale fayı Paleosismolojik çalışmaları Kocadere hendek çalışması ön sonuçları*, T. C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı. Ankara.

Dewey, J.F., (1976). Seismicity of Northern Anatolia, *Bull. Seismol Soc. Am*., 66, 843-868.

Dewey, J. F. ve Sengör. A.M.C. (1979)., Aegean and surrounding regions: complex multi-plate and continuum tectonics in a convergent zone, *Geol. Soc. America Bull. Part 1*. 90., 84-92 p.

Egeran, N., (1947). *Tectoniqu de la Turquie et Relation Entre Les Unites Tectoniques et Les GitesMetalliferes de la Turquie*, 1, 8, 197p, These, Nancy.

Emre, Ö., Doğan, A., Özalp, S.,Yıldırım, C., (2005). *17 Ekim 2005 Sığacık (İzmir) depremleri ön değerlendirme raporu,* Rapor No: 10756, Maden Tetkik Ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı.

Eyidoğan, H., (2003). Tektonik ve deprem tehlikesi, *Beşinci Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, 26-30 Mayıs 2003, İstanbul*

Garagon Doğru, A., Toz, G., Özener, H., (2005). Coğrafi Bilgi Sistemlerinin jeodinamik çalışmalardaki yeri ve önemi, *Yer Bilimleri ve Bilgi Teknolojileri, 11. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, Ankara.

Garagon Doğru, A., Toz, G., Özener, H. (2007). Yer bilimleri ve bilgi teknolojileri, *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 11. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı* 2-6 Nisan 2007, Ankara

Gezdirici, Y. (2001). *Türkiye için yaklaşık gerçek zamanlı Deprem Monitörü* Copyright (c)

Gorur, N., Sengor, A.M.C., Sakınc, M., Tuysuz, O., Akkok,R., Yiğitbas, E., Oktay, F., Barka, A., Sarıca, N., Ecevitoğlu, B., Demirbağ, E., Ersoy, S., Algan, O., Guneysu, C., ve Aykol, A. (1995). Rift formation in the Gokova Region, Southwest Anatolia: Implications from the opening of the Aegean Sea, *Geological Magazine, 132,* 637- 650.

İzmir Büyükşehir Belediyesi Ve Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi Araştırma Projesi (2000). *İzmir deprem senaryosu ve deprem master planı*., 30 Nisan 2009, http://www.izmir.bel.tr/izmirdeprem/izmirrapor.htm

Jakson, J. and McKenzie, D.(1984). Active tectonics of the Alphine- Himalayan Belt between Western Turkey and Pakistan, *Gephys. J.R. Astr. Soc. 77*, 185-264.

Kaya, O., (1979). Ortadoğu Ege çöküntüsünün (Neojen) stratigrafisi ve tektoniği. *TJK Bülteni, 22*, 35-58.

Kaya, O., (1981). Miocene reference section for the coastal parts of West Anatolia. *Newsletters on Stratigraphy, 10*, 164-191.

Ketin, İ., (1961). Türkiyede magmatik faaliyet, *TJK Bülteni*, 2, 7.

Ketin, İ., (1966). Tectonic units of Anatolia (Asia Minor), *MTA Bulletin, 66*, 23-24.

Ketin, Y., (1968). Türkiye'nin genel tektonik durumu ile başlıca deprem bölgeleri arasındaki ilişkiler, *MTA Enst. Derg., 71*, 129-134 s.

Ketin, İ., (1983). *Türkiye jeolojisine genel bakış*, İTÜ Yayınları, Sayı 259, İstanbul.

Kurt, H, Demirbağ, E., Kuşçu, İ. (1999). Investigation of the submarine active tectonism in the Gulf of Gökova, Southwest Anatolia-Southeast Aegean Sea, by Multi-Channel Seismic Reflection Data, *Tectonophysics,* 305, 477-496.

Le Pichon, X. ve Angelier, J. (1979). The Aegean arc and trench system: a key to the neotectonic evolution of the eastern Mediterranean area. *Tectonophysics, 60*, 1-42.

Maden, N., Gelişli, K., Bektaş, O., ve Eyüboğlu, Y., (2005). Anadolu'da kabuk yapısı ve tektonik yapı ile ilişkisi., *II. Mühendislik Bilimleri Genç Araştırmacılar Kongresi MBGAK 2005*

McClusky, S., Balassanian, S., Barka, A., Demir, C., Ergintav, S., Georgiev, I., Gurkan, O., Hamburger, M., Hurst, K., Kahle, H., Kastens, K., Kekelidze, G., King, R., Kotzev, V., Lenk, O., Mahmoud, S., Mishin, A., Nadariya, M., Ouzounis, A., Paradissis, D., Peter, Y., Prilepin, M., Reilinger, R., Sanli, I., Seeger, H., Tealeb, A., Toksöz, M.N. ve Veis, G. (2000). Global positioning system constraints on plate kinematics and dynamics in the Eastern Mediterranean and Caucasus, *Journal of Geophysical Research*, 105, B3, 5695-5719.

McGrew, J.C., Monroe, C.B. (1993). *Statistical problem solving in geography*, Ww C. Brown Publishers, Oxford-England.

McKenzie, D.P. (1972). Active tectonics of Mediterranean Region, *Geophysical Journal of Royal Astronomical Society,* 30, 109-185.

McKenzie, D.P.(1978). Active tectonics of the Alpine-Himalayan Belt: The Aegean sea and its surronding regions, *Geophys. J. R. Astr. Soc., 55*, 217-254

McKenzie, D.P. ve Yılmaz, Y. (1991). Deformation and Volcanism in Western Turkey and the Aegean, *Bulletin Technical University*, 44, 345-373, İstanbul.

Muller, S., Kahle, H. G., & Barka, A. (1997). *Plate tectonic situation in the Anatolian- Aegean Region.* In: Schindler, C., Pfister, M. (Eds). Active tectonics of Northwestern Anatolia-The Marmara poly-project VDF, Hoschschulverlag AG an der ETZ, Zurich, 13-28.

Ocakoğlu, N., Demirbağ, E. (2005). İzmir körfezi ve dolaylarının aktif tektonizmasının sismik yansıma verileri ile incelenmesi. *İtüdergisi/d Mühendislik* Cilt:4, Sayı:6, 93-104

Okay, A. İ., Kaslılar-Ozcan, A., İmren, C., Boztepe-Guney, A., Demirbağ, E., ve Kuscu, İ. (2000). Active faults and evolving strike-slip basin in the Marmara sea, Northwest Turkey: a multichannel seismic reflection study. *Tectonophysics, 321,* pp. 189-218.

Özmen, B., Nurlu, M., Güler, H.(1997). *Coğrafi Bilgi Sistemi ile deprem bölgelerinin incelenmesi*, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara

Pampal, S., Özmen, B., (2006). Türkiye deprem bölgeleri haritaları, *17. Uluslararası Jeofizik Kongre ve Sergisi Konferansı ,* 14-17 Kasım, TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası, MTA Kültür Sitesi, Ankara-Türkiye., 11 Kasım 2011, http://www.deprem.gazi.edu.tr/upload/20071103144345.pdf

Pampal, S., Özmen, B. (2007). Türkiye deprem bölgeleri haritalarının gelişimi , *Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, 16-20 Ekim 2007, İstanbul*, 09 Nisan 2011, http://www.deprem.gazi.edu.tr/upload/20080605140453.pdf

Pündük, P., (2007). *Kuzeybatı Ege Bölgesi depremlerinin mekanizma incelemesi ve sismotektonik anlamı.* 13 Ocak 2009, http://jeofizik.comu.edu.tr/yayin/umes2007/ppunduk.pdf

Reilinger, R. E., Mcclusky, S. C., Oral, M. B., King, W. ve Toksöz, M. N. (1997). Global positioning system measurements of present crustal movements in the Arabia- Africa-Eurasia plate collision zone*: J. Geophys. Res., 102*, 9983-9999.

Sezer, L., İ., (2004). İzmir sismotektonik yöresinin depremselliği, *Ege Coğrafya Dergisi*, 13, 29-46, 19 Mart 2009, http://cografya.ege.edu.tr/13-4-%20sezer.pdf

Salomon - Calvi, W. (1940). 21-22 Eylul 1939 tarihinde vukua gelen Dikili-Bergama Zelzelesi. Maden Tetnik Arama Enstitusu (MTA) yayini, Seri B, 5, 31-45.

Sözbilir H., Uzel B., Sümer Ö., İnci U., Ersoy E.Y., Koçer T., Demirtaş R. Ve Özkaymak Ç. (2008). D-B uzanımlı İzmir Fayı ile KD-uzanımlı Seferihisar Fayı'nın birlikte çalıştığına dair veriler: İzmir Körfezi'ni oluşturan aktif faylarda kinematik ve paleosismolojik çalışmalar, Batı Anadolu. *Türkiye Jeoloji Bülteni, C:51 S:2*

Sözbilir H., Sümer Ö., Uzel B., Ersoy Y., Erkül F., İnci U., Helvacı C. ve Özkaymak Ç. (2009). 17-20 Ekim 2005-Sığacık Körfezi (İzmir) depremlerinin sismik jeomorfolojisi ve bölgedeki gerilme alanları ile ilişkisi, Batı Anadolu. *Türkiye Jeoloji Bülteni, C:52 S:2*

Şaroğlu, F., Emre, Ö. ve Kuşçu, İ. (1992). *Türkiye diri fay haritası*. Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü (MTA), Türkiye.

Şengör, A.M.C., (1980), *Türkiye'nin neotektoniğinin esasları*, Türkiye Jeoloji Kurumu,Ankara.

Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y. (1981). Tethyan evolution of Turkey: A plate tectonic approach. *Tectonophysics, 75*, 181-241.

Şengör, A.M.C, Görür, N., Şaroğlu, F. (1985). Strike-Slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a Case Study, *in Strike-Slip Deformation, Basin Formation and Sedimentation*, Eds. Biddle, K.T. and Christie- Blick, N., *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication,* 37, 227- 64.

Taymaz, T., Jackson, J.A., McKenzie, D. (1991). Active tectonics of the north and Central Aegean Sea, *Geophysical Journal of Interiour,* 106, 433- 490.

T.C Bayındırlık Ve İskan Bakanlığı Deprem Şurası (2004). *Afet bilgi sistemi komisyonu raporu*, Ankara. 25 Mart 2010, http://www.deprem.gov.tr/sarbis/DDK/Belgeler/AFET_BILGI_SISTEMI_KOMISYONU_RAPORU.pdf

Tecim, V. (2008). *Coğrafi bilgi sistemleri harita tabanlı bilgi yönetimi,* İzmir

Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası, (1996). T.C. Bayındırlık Ve İskan Bakanlığı - Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi, Ankara.

Yalçıner, Ö. (2002). Depreme dayanıklı kentler için coğrafi bilgi sistemler*, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.* Cilt 17, No:3, 153-165

Yılmaz, Y. (1990). Allochthous terranes in the Tethyan Middle East Anatolia and the surrounding regions. *Phil. Trans. R oyal Society of London, A331*, 611-624.

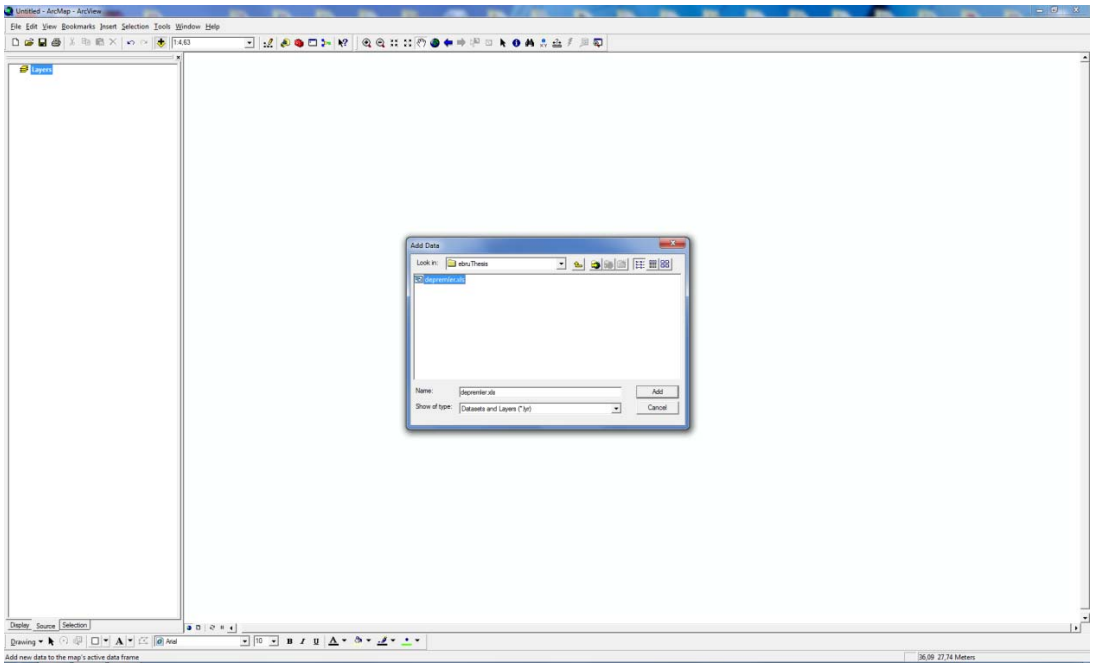
Yılmaz, Y. (1993). New evidence and model on the evolution of the South East Anatolian orojen. *Geol. Soc. America Bull. 105*, 251-271.

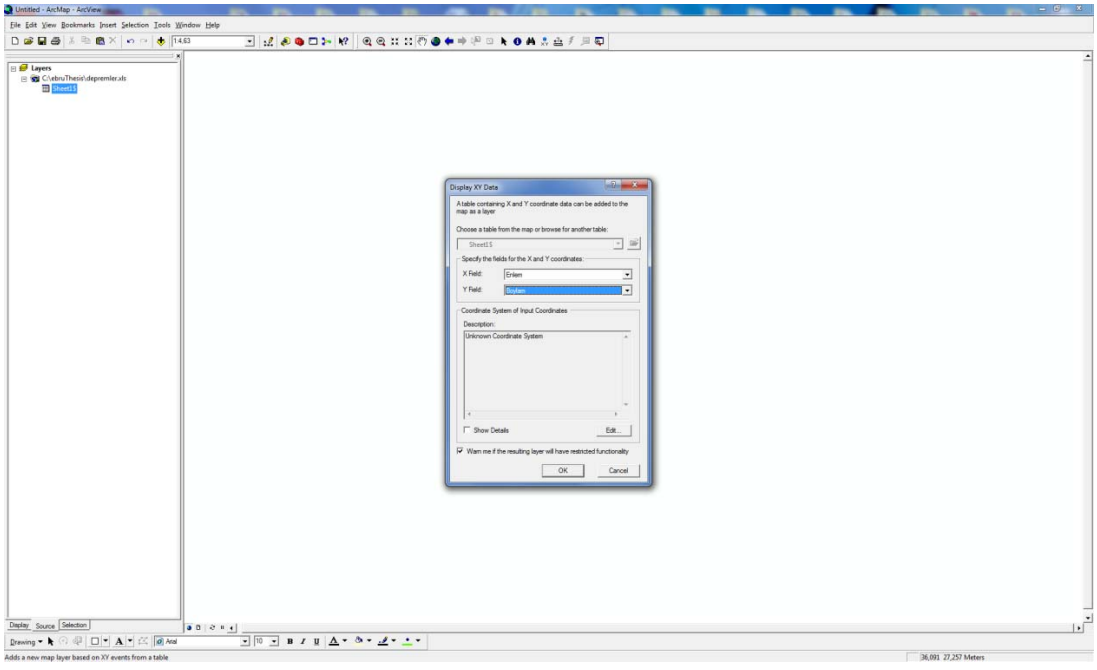
Yılmaz, Y., Genc, S., Gurer, F., Karacık, Z., Altunayak, S., Bozcu, M., Yılmaz, K., ve Elmas, A. (1998). *Ege Denizi ve Ege Bolgesinin Jeolojisi ve Evrimi Turkiye Denizlerinin Cevre Alanlarının Jeolojisi*, Tubitak Ulusal Deniz Jeoloji ve Jeofiziği Prog., 211-236.

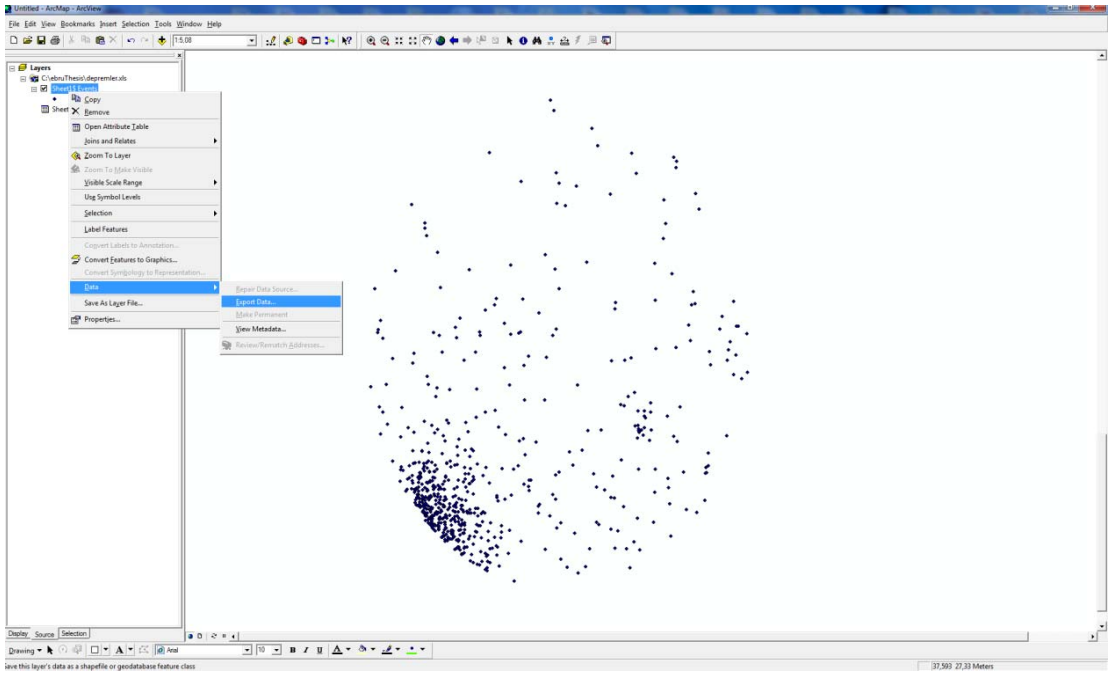
Yılmaz, Y. (2000). Ege Bolgesinin Aktif Tektoniği. *Batı Anadolu'nun Depremselliği Sempozyumu, Bildiri Özleri*, 3-14.

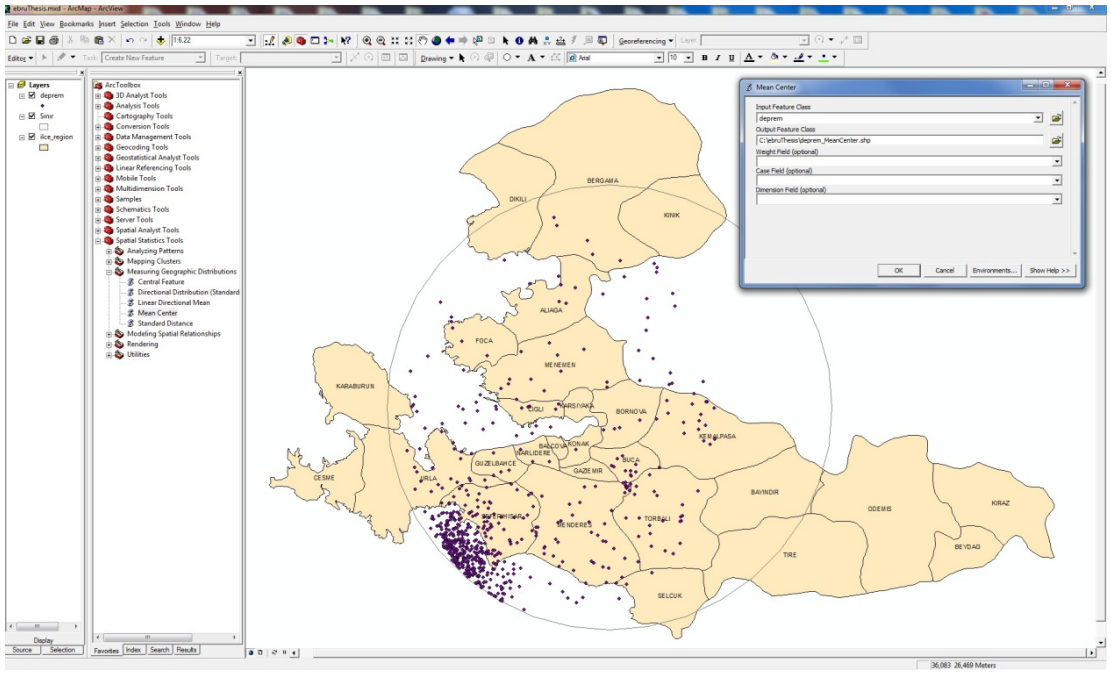
EKLER

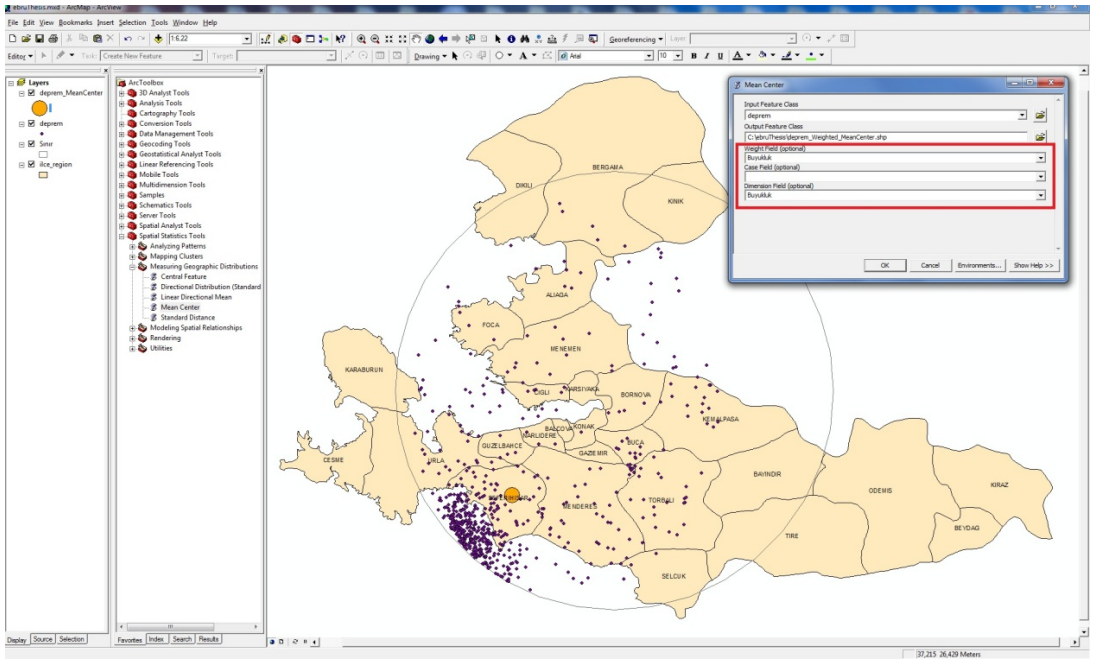
Tezin analiz çalışmalarında kullandığımız tekniklerin uygulanması esnasında alınan ekran görüntüleri ekte yer almaktadır.

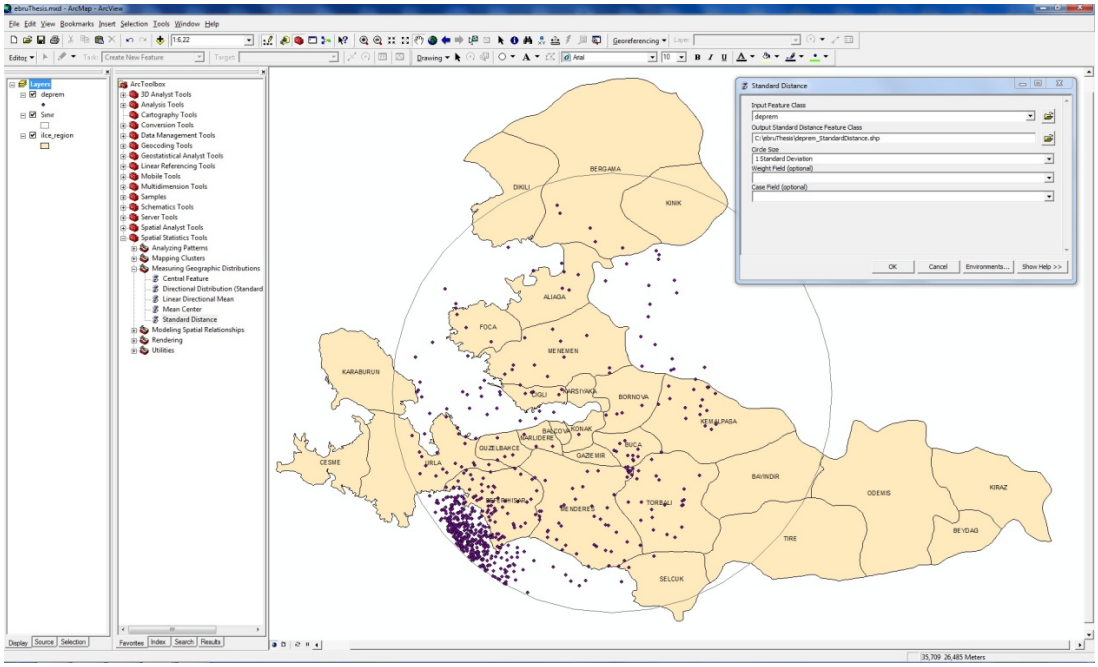


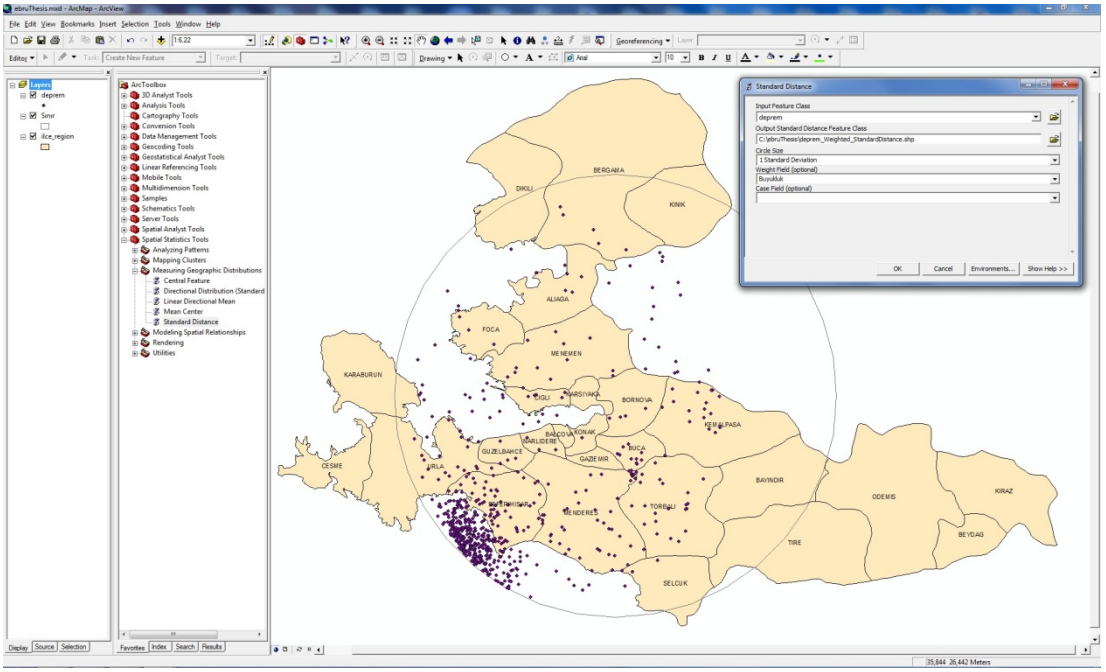


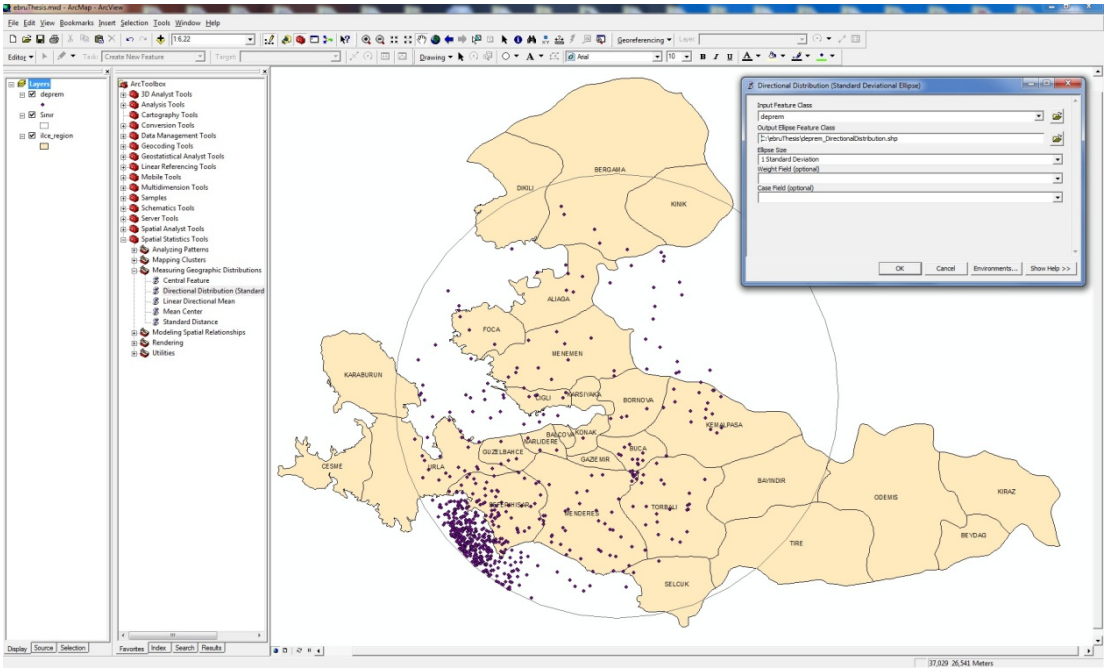

Export Data...
Open Attribute Table
Zoom To Layer
Selection
Label Features
Convert Features to Graphics...
Data
Save As Layer File...
Properties...

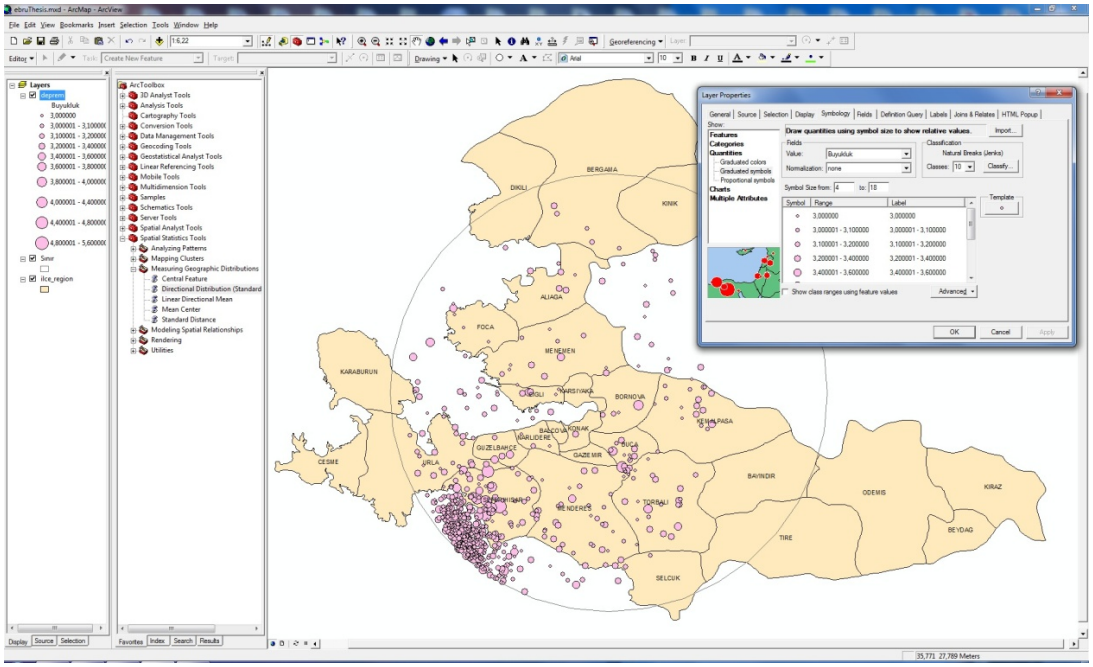

Mean Center
Input Feature Class
deprem
Output Feature Class
C:\ebru\Thesis\deprem_MeanCenter.shp
Weight Field (optional)
Case Field (optional)
Dimension Field (optional)
OK
Cancel
Environments...
Show Help >>
BERGAMA
DIKILI
KINIK
ALIAGA
FOCA
MENEMEN
KARABURUN
BORNOVA
BAYINDIR
ODEMIS
KIRAZ
TIRE
BEYDAG
SELCUK
CESME

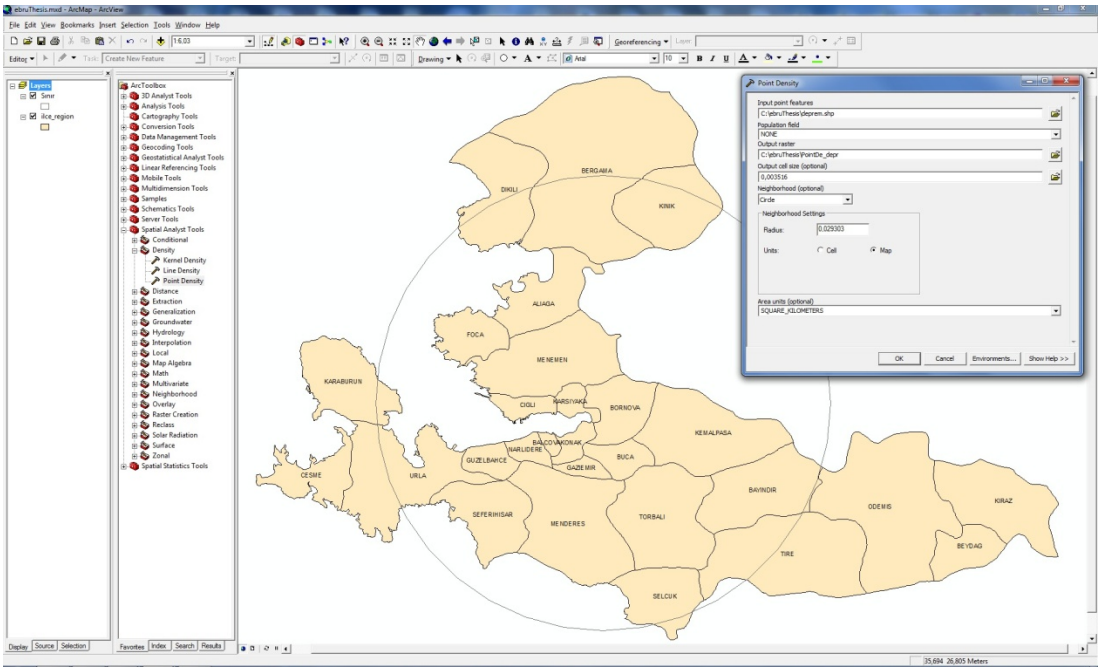

Mean Center
Input Feature Class
deprem
Output Feature Class
C:\ebruThesis\deprem_Weighted_MeanCenter.shp
Weight Field (optional)
Buyukluk
Case Field (optional)
Dimension Field (optional)
Buyukluk
OK
Cancel
Environments...
Show Help >>
BERGAMA
DIKILI
KINIK
ALIAGA
FOCA
MENEMEN
KARABURUN
BORNOVA
KEMALPASA
GUZELBAHCE
GAZIEMIR
CESME
BAYINDIR
ODEMIS
KIRAZ
TORBALI
TIRE
BEYDAG
SELCUK

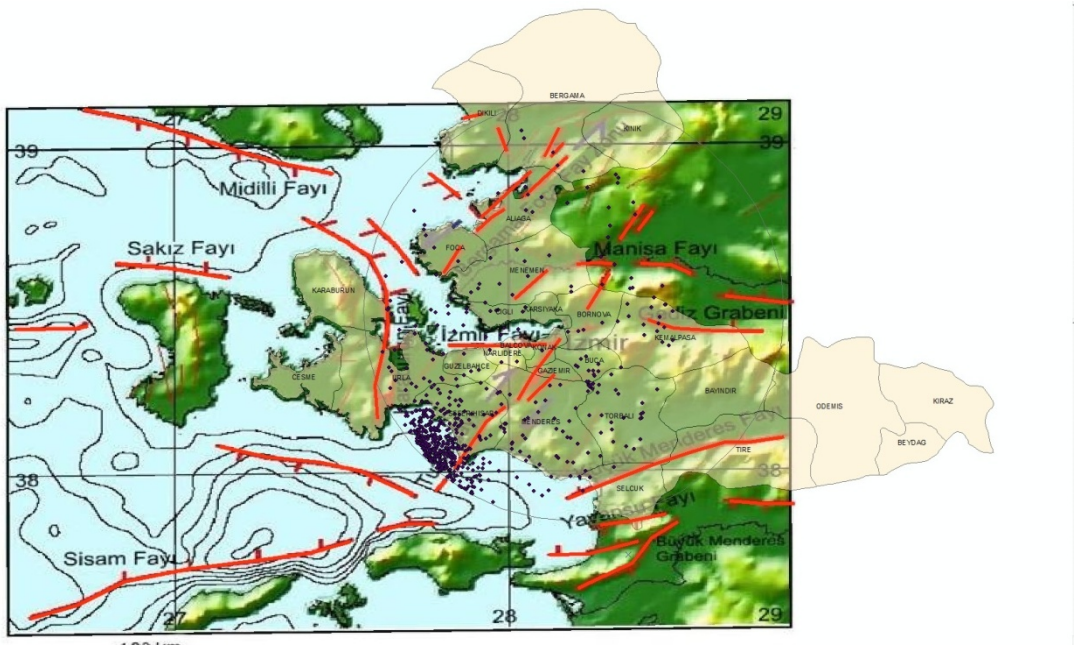

Standard Distance
Input Feature Class
deprem
Output Standard Distance Feature Class
C:\ebruThesis\deprem_StandardDistance.shp
Circle Size
1 Standard Deviation
Weight Field (optional)
Case Field (optional)
OK
Cancel
Environments...
Show Help >>
BERGAMA
DIKILI
KINIK
ALIAGA
FOCA
MENEMEN
KARABURUN
BORNOVA
KEMALPASA
GUZELBAHCE
GAZIEMIR
CESME
BAYINDIR
ODEMIS
KIRAZ
TORBALI
TIRE
BEYDAG
SELCUK

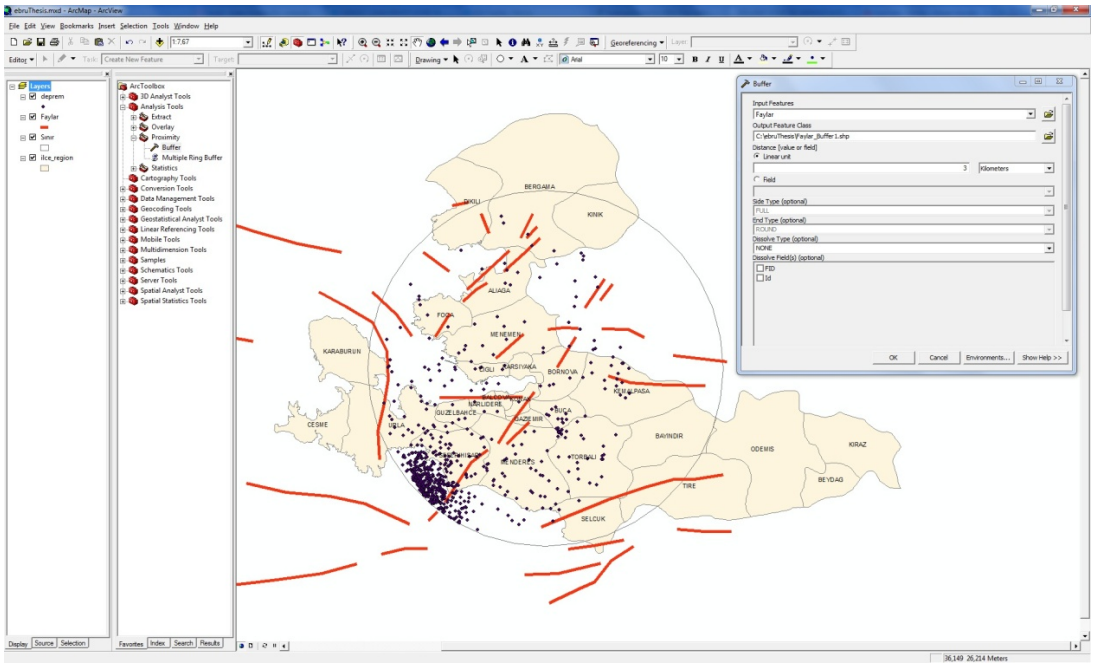

Standard Distance
Input Feature Class
deprem
Output Standard Distance Feature Class
C:\ebru\Thesis\deprem_Weighted_StandardDistance.shp
Circle Size
1 Standard Deviation
Weight Field (optional)
Buyukluk
Case Field (optional)
OK
Cancel
Environments...
Show Help >>
BERGAMA
DIKILI
KINIK
ALIAGA
FOCA
MENEMEN
KARABURUN
BORNOVA
KEMALPASA
BALCOVA
KONAK
GUZELBAHCE
GAZIEMIR
CESME
BAYINDIR
ODEMIS
KIRAZ
TIRE
BEYDAG
SELCUK
MENDERES
TORBALI


Directional Distribution (Standard Deviational Ellipse)
Input Feature Class
deprem
Output Ellipse Feature Class
C:\ebru\Thesis\deprem_DirectionalDistribution.shp
Ellipse Size
1 Standard Deviation
Weight Field (optional)
Case Field (optional)
OK
Cancel
Environments...
Show Help >>
BERGAMA
DIKILI
KINIK
ALIAGA
FOCA
MENEMEN
KARABURUN
BORNOVA
KEMALPASA
BALCOVA
KONAK
GUZELBAHCE
GAZIEMIR
CESME
BAYINDIR
ODEMIS
KIRAZ
TIRE
BEYDAG
SELCUK
MENDERES
TORBALI


BERGAMA
DIKILI
KINIK
ALIAGA
FOCA
MENEMEN
KARABURUN
CIGLI
NARSIVAKA
BORNOVA
KEMALPASA
BALCOVA/NARLIDERE
GUZELBAHCE
BUCA
GAZEMIR
CESME
URLA
SEFERIHISAR
MENDERES
TORBALI
BAYINDIR
ODEMIS
KIRAZ
BEYDAG
TIRE
SELCUK
Layer Properties
Point Density


BERGAMA
DIKILI
KINIK
ALIAGA
FOCA
MENEMEN
KARABURUN
CIGLI
NARSIVAKA
BORNOVA
KEMALPASA
BALCOVA/NARLIDERE
GUZELBAHCE
BUCA
GAZEMIR
CESME
URLA
SEFERIHISAR
MENDERES
TORBALI
BAYINDIR
ODEMIS
KIRAZ
BEYDAG
TIRE
SELCUK
Point Density


Midilli Fayı
Sakız Fayı
Manisa Fayı
İzmir Fayı
Gediz Grabeni
Sisam Fayı
Büyük Menderes Graben
BERGAMA
DIKILI
KINIK
ALIAGA
FOCA
MENEMEN
KARABURUN
CESME
BORNOVA
BUCA
BAYINDIR
ODEMIS
KIRAZ
BEYDAG
TIRE
SELCUK
TORBALI
29
39
38
28
27


ebruThesis.mxd - ArcMap - ArcView
ArcToolbox
Buffer
Input Features
Output Feature Class
Distance [value or field]
Linear unit
Kilometers
OK
Cancel
Environments...
Show Help >>
BERGAMA
DIKILI
KINIK
ALIAGA
FOCA
MENEMEN
KARABURUN
CESME
BORNOVA
BUCA
BAYINDIR
ODEMIS
KIRAZ
BEYDAG
TIRE
SELCUK
TORBALI