

BURSA AND AROUND THE EARTHQUAKE HAZARD

AND

NİLÜFER MUNICIPALITY EARTHQUAKE PREDICTION PROJECT

BURSA VE ÇEVRESİNDE DEPREM TEHLİKESİ

VE

NİLÜFER BELEDİYESİ DEPREMİ ÖNCEDEN BELİRLEME PROJESİ

Fuat Agalday¹ Özden Işık² Oğuz Gündoğdu³

ABSTRACT

The occurrence of earthquakes in the world and in our country there is a specific order. This arrangement has proven many observations explained by plate tectonics. We also place crust on the mantle layer consists of several plates and these plates are moving. Here the sheet edge during this movement and energy is accumulated in the inner plate and shell strength of the energy lost in the moment of being exposed and earthquakes occur. When it looks at the environment of Turkey and seismotectonic features is almost 80% due to the devastating earthquake threat. This seismotectonics structure forming the two main fault systems. The first is the North Anatolian Fault (NAF), the second is the East Anatolian Fault Zone (EAFZ) stop. All development is under the control of these two tectonic fault zones. NAFZ August 17, 1999 Kocaeli-Golcuk earthquake (Mw7.6) launched the activities of the Marmara phase. When this is viewed from east to west, respectively, in Gemlik, Bursa, virtue, arms in the second degree in Canakkale and intra-plate earthquakes are under the influence of NAFZ. Looking at the data, the results obtained from the GPS data, especially in the work done in this regard, particularly in the area presumed to late 1855 earthquake, crustal strain studies were identified. Under this imminent danger earthquake studies in order to determine in advance, with the support of Nilüfer Municipality Nilüfer district of earthquake monitoring stations it has been established. Physical changes of underground rocks before an earthquake, with different characteristics observed above ground and is detected by sensors. These electrostatic fields formed from stresses in among the rocks, self potential, magnetic field changes the electrical resistance of the earth (resistivity), where the strain they (GPS) measurements, underground radon and methane gas output, changes occurring on the ionosphere, atmospheric changes, changes in wells changes in animal behavior and so on. parameters earthquake took place in the literature as a guide in predicting. Possible earthquake, including multi-disciplinary measures on both sides of the fault segment of the Nilüfer district to estimate 20 "Earthquake Leading Signs Monitoring Stations" was established with the cooperates of Nilüfer Municipality, the purpose of the work done in the framework of the project is to minimize disaster damage potential of an earthquake.

Key Words: Earthquake Prediction, seismology, Seismotectonics, Disaster, Risk

¹Fuat Agalday Natural Movements Research Association(DOHAD) president, fuat.agalday@dohad.org

²Özden Işık, DOHAD of Board Member and Education Coordinator, ozden2010@gmail.com,
ozden3016@gmail.com

³Yard.doç d. Oguz Gündoğdu, Istanbul University, oguzgundogdu5@gmail.com

ÖZET

Depremlerin oluşumunun dünya genelinde ve ülkemizde belirli bir düzeni vardır. Levha tektoniği ile açıklanan bu düzen birçok gözlemlerle kanıtlanmıştır. Manto dediğimiz yer katmanının üzerindeki kabuk birçok levhadan oluşmakta ve bu levhalar hareket halindedir. İşte bu hareketler sırasında levha kenarlarında ve levha içlerinde enerji birikmekte ve kabuk mukavemetinin yenildiği anda enerji açığa çıkmakta ve depremler oluşmaktadır. Türkiye ve çevresinin sismotektonik özelliklerine bakıldığında, yıkıcı deprem tehdidi hemen hemen %80 dolayındadır. Bu sismotektonik yapıyı oluşturan, iki ana fay sistemidir. Bunlardan birincisi: Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ), ikincisi ise Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ)dur. Bütün tektonik gelişmeler bu iki fay zonunun denetimi altındadır. KAFZ, 17 Ağustos 1999 Kocaeli- Gölcük Depremi (M_w7.6) Marmara Fazının aktivitesini başlatmıştır. Bu da doğudan batıya bakıldığında sırasıyla Gemlik, Bursa, Erdek, Çanakkale bölgelerinde ki ikinci derece kollar ve levha içi depremler, KAFZ'in etkisi altındadır. Bu bağlamda yapılan çalışmalarda özellikle GPS verilerinden alınan sonuçların verilerine bakıldığında, özellikle 1855 Depremlerinin geçtiği düşünülen alan içinde, kabuksal yamulmalar tespit edilmiştir. Bu yakın tehlike depremi önceden belirleme amacıyla yapılan çalışmalar kapsamında, Nilüfer Belediyesinin desteğiyle, Nilüfer İlçesine, deprem izleme istasyonları kurulmuştur. Deprem öncesinde yer altındaki kayaların fiziksel değişimleri, yer üstünde farklı özelliklerde gözlemlenir ve duyargalarla algılanır. Bunlar arasından kayalarda oluşan gerilmelerden meydana gelen elektrostatik alan, self potansiyel, manyetik alan değişimi, yerin elektrik direnci (rezistivite), yer yamulmaları (GPS) ölçümleri, yer altı radon ve metan gazı çıkışı, iyonosfer üzerinde meydana gelen değişimler, atmosferik değişimler, kuyulardaki değişimler ve hayvanlardaki davranış değişimleri vb. parametreler depremi önceden belirlemede yol gösterici olarak literatürde yer almıştır. Olası depremi tahmin etmek için Nilüfer ilçesinden geçen fay segmentinin her iki tarafına çok disiplinli ölçümler içeren 20 adet "Deprem Öncü İşaretleri İzleme İstasyonları" Nilüfer Belediyesinin işbirliği ile kurulmuştur, proje çerçevesinde yapılan çalışmaların amacı, olası bir depremin afet zararlarını en aza indirmesidir.

Anahtar Kelimeler: Depremi Önceden Belirleme (Deprem Öndeyi), Sismoloji, Sismotektonik, Afet Zararları, Risk

¹Fuat Agalday DOHAD Yönetim Kurulu Başkanı fuat.agalday@dohad.org

²Özden Işık, DOHAD Yönetim Kurulu Eğitim Koordinatörü. ozden2010@gmail.com

³Yard.doç dr. Oğuz Gündoğdu, İstanbul Üniversitesi, oguzgundogdu5@gmail.com

1.GİRİŞ

Afetlerle ilgili mücadelede temel amaç, zararı en aza indirmektir. Bu mücadelede öncelikle can kayıplarının azaltılması hedeflenir. Afet türlerine genel olarak bakıldığında ise deprem etkileri bakımından birinci sırada yer alır. Bunun nedeni saniyelerle ifade edilen bir süre içinde, insanoğlunun ürettiği herşeyi yok edebilmesidir. Dünya ölçeğinde Türkiye, yıkıcı depremlere en fazla uğrayan ülkelerden biridir. Bunun nedeni sismotektonik yapısı ve bu tehlikeye uyum sağlamayan, yasalara uymayan, denetimsiz kentleşmedir. Bu durum ise yaşanabilecek yıkıcı büyüklükteki bir depremde can kayıplarının daha da artmasına neden olacaktır. Kentsel riskler tüm afet yönetim çalışmalarının yanısıra depremi önceden belirleme konusunda yapılan çalışmaları da önemli kılmaktadır. Afet Yönetiminin temel amacı, afete uğrayan insanları kurtarmak ve en kısa sürede normal yaşam koşullarını sağlamaktır. Bu amacı gerçekleştirmenin olmazsa olmaz koşulları; gerekli bilgi ve deneyim, planlama ve eşgüdümdür. Ülkemizde çağdaş anlamda “**Afet Yönetimi**”nin tartışılmasına 1992 Erzincan ve 1995 Dinar Depremlerinden sonra başlanmıştır. 1992 Erzincan ve 1995 Dinar Depremleri ile 17 Ağustos 1999 Gölcük ve 12 Kasım 1999 Düzce Depremleri dışmerkezleri, faylanma özellikleri ve etkileri açısından “**Kent Depremleri**” niteliğindedir (Gündoğdu, 1996). Afet yönetim odaklı bakıldığında, afetle ilgili temel kavramların anlaşılması önceliklidir. Bu kavramların anlaşılması kurum ve kuruluşlar arasındaki eşgüdümün sağlanması ve ortak terminolojinin oluşturulmasının da önkoşuludur.

Afetle İlgili Temel Kavramlar

Afet: Literatürde afetle ilgili birçok tanım vardır. En kapsamlı tanım; “İnsan ve diğer canlılar için; normal yaşamı ve toplumsal faaliyetleri kesintiye uğratan, toplumda fiziksel, sosyal, kültürel ve ekonomik kayıplara neden olan ve etkilenen topluluğun üstesinden gelemediği doğa veya insan kaynaklı bir olgudur,” şeklinde kabul edilebilir. Özetle müdahalede kaynağın yetersiz kalma durumu olarak ifade edilebilir (Işık vd.2012).

Afet Yönetimi, ortak bir amacı gerçekleştirmek için bir araya gelen her insan topluluğunda bir yönetim faaliyeti söz konusudur (Şimşek, 1996). Bu gereksinim ve ortak amaç doğrultusunda ortaya çıkan “Afet Yönetimi” kavramı kısaca, afet safhalarında yapılması gereken faaliyetlerin koordine edilmesi, yönetilmesi şeklinde tanımlanabilir (Sarp, 1999).

Afetlerle mücadele toplumların örgütlü bir şekilde hazırlıklı olmalarını gerektirmektedir. Afet olarak adlandırılan, olaylar çevresel özelliğiyle de bir yönetim organizasyonuyla yapılanma gereksinimini ortaya koyar.

Afet Yönetimi, başka bir yaklaşımla şu şekilde de açıklanabilir; afet olmadan önce olası zararları en aza indirgeyecek çalışmaları yaparak, afet durumunda kaynakları en verimli kullanabilme ve hayatı normalleştirme kapasitesi veya mücadelesidir. Özetle olası afet oluşmadan riski görerek zararı azaltma afet sırasında kaynağı en verimli yönetme sürecidir. Afet Yönetiminin temel amacı, afete uğrayan insanları ve diğer canlıları kurtarmak ve en kısa sürede normal yaşam koşullarını sağlamaktır. Bu amacı gerçekleştirmenin olmazsa olmaz koşulları; gerekli bilgi ve deneyim, planlama ve eşgüdümdür

Afet yönetimi sistemi; birbirinden ayrı ama birbirini tamamlayan iki yönetim sisteminden oluşur.

- a) Risk Yönetimi = zarar azaltma + hazırlık
- b) Acil Durum (Kriz) Yönetimi.

Kökenleri ve gelişim hızları ne olursa olsun, tüm afet olayları ile ilgili faaliyetler, aşağıdaki dört ana aşamaya ayrılmaktadır:

- 1- Zarar azaltma,
- 2- Hazırlıklı olma,
- 3- Olaya müdahale,
- 4- İyileştirme.

Bu aşamalardan ilk ikisi afetler olmadan önce, diğer ikisi ise afet anı ve sonrasında yapılan faaliyetleri kapsamaktadır. Afet Yönetim süreci bir döngüyü belirtmektedir, zarar azaltma ve hazırlık aşaması ile başlayan bu döngü, afetten sonra müdahale, iyileştirme ve yeniden inşa ile devam etmektedir. Tehlike belirleme, afet önlem, zarar azaltma, güçlendirme, rehabilitasyon hazırlık, eğitim, erken uyarı, destek, acil afet gibi olgular bu döngü içinde yerini bulmalıdır. Bu aşamalarda yapılması gereken faaliyetler, birbirlerinden bağımsız olmayıp, iç içe girmiş, birbirlerini takip etme zorunluluğu olan ve bir önceki aşamada yapılan çalışmaların etkinliği, bir sonraki aşamadaki çalışmaların başarı ve verimliliğini büyük ölçüde etkileyen ve süreklilik göstermesi gereken faaliyetlerdir.

Birbirine karıştırılan diğer iki kavram olan **tehlike** ve **risk** kavramları da afet yönetiminin zarar azaltma safhasında ortaklaştırılması gereken kavramlardır.

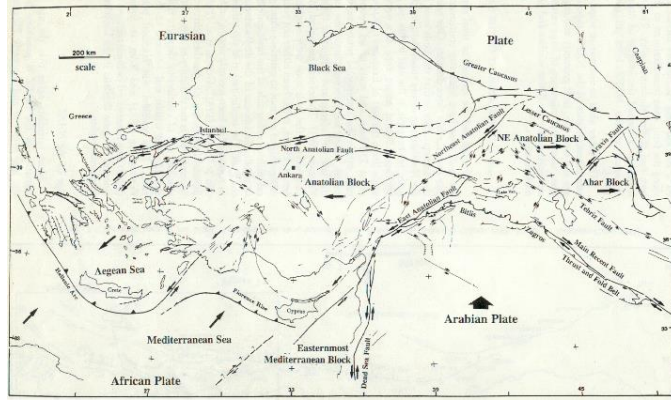
Tehlike, olası bir tehdidi, can ve mal kayıplarına neden olmanın yanısıra sosyoekonomik düzen ve etkinliklere zarar verme potansiyeli olan herşeydir (Açıklamalı Afet Yönetimi Terimleri Sözlüğü, 2014).

Risk, ise yapılara, yerleşime, sanayiye, insanların güvenliğine olabilecek etkileri ifade edecek bir olgu olarak değerlendirilmelidir. Bir örnek verecek olursak, Marmara içinde belirlenen faylar ve onların kinematik ve dinamik özellikleri ve depremlerin gerçekleşme olasılıkları tehlikeyi ifade etmektedir. Marmara bölgesindeki yerleşim, yapılaşma, sanayi, nüfus yoğunluğunun özellikleri ve zemin yapısı riski oluşturmaktadır. Marmara Bölgesinde hiçbir yerleşim ve yapılaşma olmasaydı, tehlike olmasına karşın, risk olmayacaktı.

Sismik risk ise bir bölgedeki belirli büyüklükteki bir depremin gerçekleşme olasılığıdır.

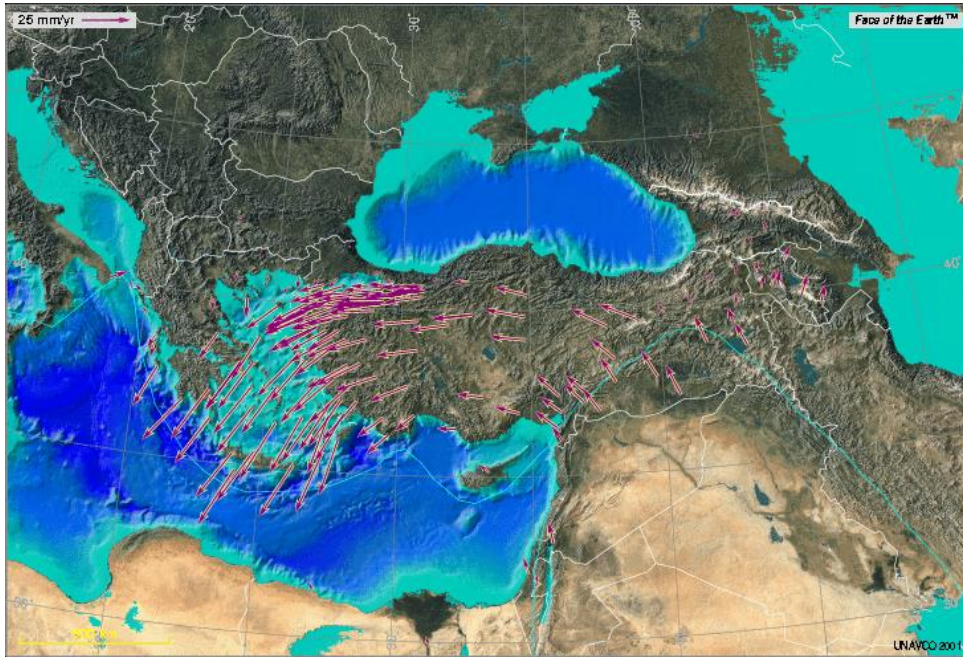
2. BURSA VE ÇEVRESİNİN TEKTONİĞİ

Türkiye ve çevresinin genel tektoniğini Arap ve Afrika Levhalarının, Avrasya Levhasına doğru hareketleri oluşturmaktadır. Bu kuvvetlerin etkisi dışında önemli bir tektonik olgu beklenmemelidir. Türkiye'nin güneyinde bulunan Afrika ve Arap Levhaları, kuzeye doğru hareket ederek Anadolu bloğunu sıkıştırılmaktadır. Arap Levhasının sıkıştırma hızı daha fazladır. Kuzeyde ise Avrasya olarak isimlendirilen Avrupa-Asya Levhası vardır ve hareketi yavaştır, bu durumda Anadolu Bloğu batıya doğru hareket etmek zorunda kalmakta ve bunun sonucunda Kuzey Anadolu Fay Zonu ve Doğu Anadolu Fay Zonu oluşmaktadır. Bu iki ana fay zonunun dışında Ege Bölgesi, açılma rejimine uygun olarak ve Doğu Anadolu Bölgesi, sıkışma rejiminden dolayı yıkıcı nitelikte depremlerle karşılaşmaktadır. Egenin yükselmesinde Girit – Rodos dalma batma zonunun da önemli etkisi vardır (şekil 1).



Şekil 1. Türkiye çevresinin sismotektonik haritası(Barka, 1992).

Levhaların sıkışması sonucu, levha - içi (intra - plate) depremlerde oluşabilmektedir, 1938 Kırşehir ($M_s=6.8$),ve 1976 Çaldıran ($M_s=7.1$) ve 1953 Yenice-Gönen ($M_s = 7.4$)depremleri bu tür depremlere örnektir (Gündoğdu,1986).Son yıllarda GPS (Global Positioning System, Küresel Konum Belirleme Sistemi) teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak, levhaların yerdeğiştirme hızlarının ölçülmesi, Türkiye ve yakın çevresini etkileyen gerilme kuvvetlerinin yönü, büyüklüğünü veri temelinde belirlenmiştir (Şekil 2).



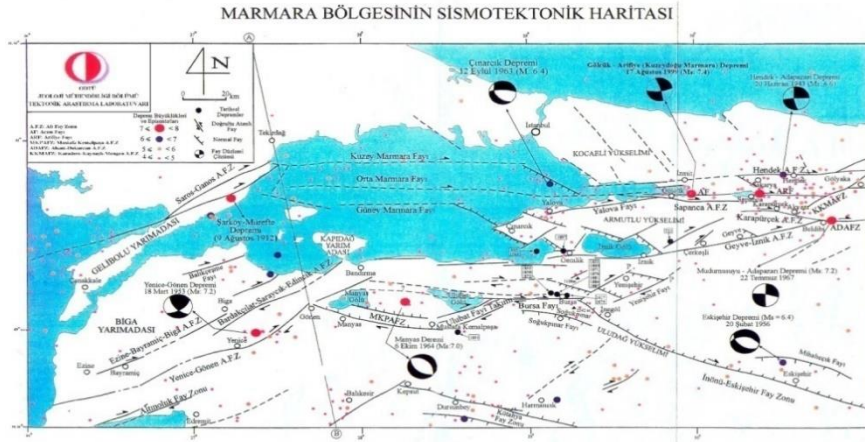
Şekil 2,1988–1997 Döneminde Doğu Akdeniz için GPS Hızları (McClusky ve diğerleri, 2000).

Batıya doğru ve özellikle güney batıya doğru vektörlerin hızlarının arttığı, Marmara denizinde 2-2.5cm. Ege Denizi'nde özellikle Girit'in kuzeyinde 3,5cm. dolaylarına çıkmaktadır bu da Girit Dalma-Batma Zonun yakın bir gelecekte büyük depremler üreteceği anlamına gelmektedir.



Şekil 3. Marmara Bölgesinin Diri Fayları (Şaroğlu ve diğerleri, 1992).

Bursa ve yakın çevresinde, batıda, Yenice-Gönen ve Manyas Fayı Bursa yakınlarında Ulubat Fayı görülmektedir. Doğuda Kuzey Anadolu Fay Zonunun (KAFZ) güney kolu (Akyazı - Mekece - İzmit - Gemlik hattı) ve daha kuzeyde, KAFZ (Akyazı-Sapanca- İzmit Körfez hattı) görülmektedir. Marmara Bölgesinin tektonik yapısı ve kinematığını Kuzey Anadolu Fay Zonu ve kollarıdır, Bursa ve çevresinin etkileyen depremleri bu tektonik yapı üretmektedir (Şekil 3). Bazı araştırmacılar, Eskişehir yakınlarından başlayan, Bursa'nın güneyinden geçerek Gemlik Körfezi'ne ulaşan ve Trakya'ya kadar devam eden Trakya-Eskişehir Fay Zonu olarak adlandırılan 3. bir koldan da söz etmektedirler (Eyidoğan, 2000, Yaltrak 2000). 17 Ağustos 1999 Gölcük Depremi ile batıya doğru kırılmasına devam eden KAFZ ve kolları bölge için uzak ve yakın tehlikeleri ifade etmektedir. Marmara denizinde yapılan araştırmalardan ortaya çıkan ortak sonuç, KAFZ'ın Marmara Fazı bitene kadar birden çok yıkıcı nitelikte depremin olması kaçınılmazdır. Bu olası depremlerin bir kısmı büyüklüklerine ve uzaklığına bağlı olarak Bursa çevresi için, yakın veya uzak tehlike oluşturacaktır.



Şekil 4. Marmara Bölgesinin Sismotektoniği.

Marmara Bölgesinin Sismotektonik Haritasına bakıldığında, (şekil 4) Bursa İli yakın çevresinin uzak ve yakın depremler tarafından tehdit edildiği çok açık bir şekilde görülmektedir. Harita deniz araştırmaları ile belirlenen fayları içermemektedir. Haritada 1855 Depremlerinin, Bursa Fayı olarak isimlendirilen sağ yönlü doğrultu atımlı fay üzerinde olduğu belirtilmiştir. Bölge tarihsel dönemde birçok hasar verici depremlerle karşı karşıya

kalmıştır. Milattan önce 2100 yılından 1900 yılına kadar olan katalogdan (Soysal ve diğerleri 1981) elde edilen bilgilere göre içinde Bursa adı geçen depremler Tablo 1. de verilmiştir. Tablo 1. Bursa ve çevresi Tarihsel Depremleri(Soysal ve diğerleri 1981)

Tablo 1. Bursa ve çevresi Tarihsel Depremleri (Soysal ve diğ. 1981).

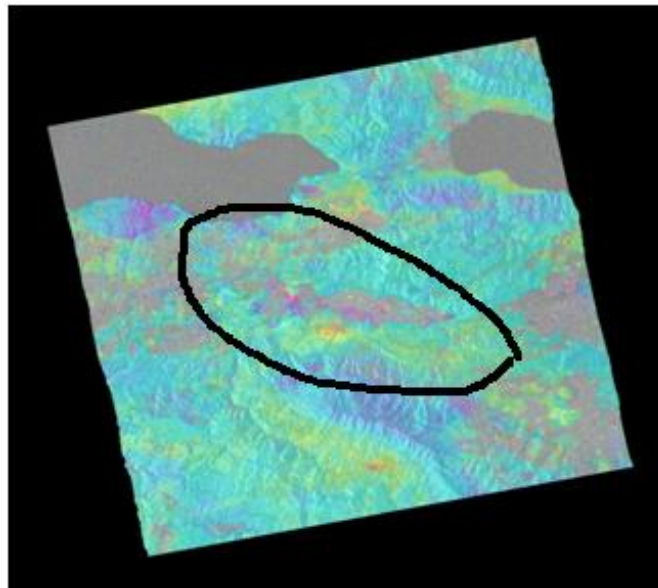
| Gün | Ay | Yıl | Enlem K° | Boylam D° | Yer | Şiddet I ₀ |
|-----|----|------|----------|-----------|-----------------------|-----------------------|
| 0 | 0 | 33 | 40.40 | 29.70 | İznik,Kocaeli-Bursa | VIII |
| 0 | 0 | 1417 | 40.20 | 29.10 | Bursa | VII |
| 0 | 0 | 1674 | 40.20 | 29.10 | Bursa | VII |
| 21 | 4 | 1851 | 40.00 | 28.40 | M.Kemalpaşa-Bursa | (VIII) |
| 23 | 8 | 1851 | 40.00 | 28.40 | M.Kemalpaşa-Bursa | (VII) |
| 28 | 2 | 1855 | 40.20 | 29.00 | Bursa, M.Kemalpaşa | (IX) |
| 11 | 4 | 1855 | 40.20 | 29.10 | Bursa | X |
| 15 | 12 | 1855 | 40.20 | 29.10 | (Bursa, İstanbul) | VI |
| 19 | 4 | 1858 | 40.20 | 29.00 | Bursa | VI |
| 4 | 6 | 1860 | 40.20 | 29.10 | Bursa yöresi | (VII) |
| 14 | 2 | 1866 | 40.20 | 29.10 | Bursa yöresi | VI |
| 17 | 1 | 1866 | 40.20 | 29.00 | Bursa | VI |
| 17 | 4 | 1876 | 40.20 | 29.10 | Bursa | VI |
| 19 | 4 | 1878 | 40.70 | 29.30 | İzmit, Bursa, Sapanca | VIII |
| 30 | 12 | 1881 | 40.20 | 29.10 | Bursa yöresi | V |
| 1 | 2 | 1884 | 40.20 | 29.10 | Bursa Yöresi | VI |
| 0 | 9 | 1887 | 40.20 | 29.10 | Bursa yöresi | VI |
| 14 | 3 | 1897 | 40.40 | 29.10 | Gemlik yöresi- Bursa | V |
| 0 | 5 | 1899 | 40.20 | 29.10 | Bursa yöresi | VI |

Tarihsel depremlerin en şiddetlisi (I₀=X), 11. 04. 1855 tarihinde oluşan ve Bursa Depremi olarak bilinendir. Bazı kaynaklarda, bu depremden hemen önce oluşan ve yörede önemli hasarlar oluşturan ve yine Bursa Depremi olarak adlandırılan 28.02.1855 Depreminin daha büyük olduğu ifade edilmektedir. 28 Şubat 1855 depremi gündüz saatlerinde oluşmuş, yaklaşık 50sn. sürmüş ve 300 kişi yaşamını kaybetmiştir. Gün bitimine kadar 5 artçı şok olduğu belirtilmiştir. Bu deprem İnegöl; Yenişehir, Kütahya, Afyonkarahisar ve Akşehir, Gelibolu, Trakya, İstanbul ve Anadolu'nun önemli bir kısmında hissedilmiştir. Mudanya ve Gemlik'te hasar olmamıştır, 44 gün sonra 11 Nisan Perşembe günü 01 10 da halkı uykusundan uyandıran bir deprem olmuştur, yaklaşık 2 saat sonra saat 03.00'te 30 saniye süren ve 5-10 kat büyük olduğu belirtilen ana şok meydana gelmiştir. Her iki depremde de kükürt kokusu Bursa'da yaygın şekilde hissedilmiştir. Deprem sırasında fırtınadaki gemi gibi sallanıldığı ifade edilmiş, birçok insan şehrin battığı hissine kapılmıştır. Depremde büyük ölçüde panik oluşmuş, yangın ve hasardan dolayı Bursa içinde yaklaşık 1300 kişi dışında ise 300 kişi yaşamını kaybetmiştir. Sonraki 15 saat içinde 150 artçı hissedilmiştir. Depremde yıkılan köyler arasında, Soğanlı Ahuvan, Yenice, Çeltik, Eymir, Yusuf, Çavuş, Balıklı Panayır, Timurtaş, Tepecik, Eydir, Hacı Eyüp, Dikencik ve Kestel sayılmaktadır. Diğer taraftan çok sayıda hamam (Emirsultan, Yeşil, Bit Pazarı, Nalıncılar, Çömlek, İbrahimpaşa) ve Timurkapı, Geyvehanı kapısı Şadırvanlı kapı Çarşıları ile Bursa Kalesi de yıkılmıştır. Sultan Osman ve Sultan Orhan'ın Tophane'deki türbeleri hasar görmüştür.

Ayrıca yerlerde çatlak ve yarıkların oluştuğu, suların fişkırdığı ve Uludağ'dan yoğun bir şekilde kaya düşmelerinin olduğu belirtilmektedir (Gündoğdu ve diğerleri 2000). Ambraseys ve Finkel'e göre, 28 Şubat 1855 Depreminde ana şoktan 15 dk. önce yıkıcı bir öncü ve anaşokla Bursa' da ağır yıkım oluşmuş ve Yenişehir'den Çeltikliye kadar tüm köyler hasar almıştır. Nüfusu 35 000 olan Bursa'da 220 can kaybı olmuş, 3300 ev ve dükkan ile cami, kilise, ipek imalathanesi zarar görmüştür. Ahşap evler depreme dayanıklı yapılmış ancak çıkan yangınlar bu konutları da yakmıştır. Apolyont Gölü ve çevresi ile kuzeyde Mudanya'ya kadar olan alanda 2000 den fazla can kaybı olmuştur, bazı yerlerde yer yarılmış, kaynak suları kurumuş, kaya düşmeleri zarar vermiştir. Edirne, Balıkesir ve İstanbul'da bazı eski binalar ve duvarlar çönmüş, Gelibolu, Balıkesir ve Kütahya'da minareler ve duvarlarda çökmeye varan hasarlar oluşmuştur. Deprem, Atina, Balıkesir Yozgat ve Rodos'ta hissedilmiştir. Yazarlar 11 Nisan 1855 Depremi'ni 28 Şubat Depreminin artçışoku olarak nitelendirmişlerdir Bu deprem Bursa kuzeyinde Gemlik'ten Soğanlı ve Mudanya'ya kadar alanı etkilemiştir. Önceki depremde ağır hasar gören binalar yıkılmış, 140 kişinin ölümüne neden olmuştur. Yangınlar çıkmış ve birçok yapı yanmıştır (Gündoğdu vd. 2011).

Aletsel dönemde (1900 sonrası), arasında bölgede $M \geq 4,5$ olan 105 deprem kaydedilmiştir. Bunlardan $M_s = 6,4$ maksimum şiddeti VIII olan 18 Eylül 1963 Çınarcık Depreminde, Bursa'da hafif hasar meydana geldiği belirtilmiştir. $M_s = 6,8$ büyüklüğündeki 6 Ekim 1964 Manyas Depremi yakın çevrede etkili olmuş ve maksimum şiddeti IX olan bu depremde 30 kişi yaşamını kaybetmiştir. Anaşoktan 1 dk. 23sn.önce oluşan kuvvetli bir öncü şok nedeniyle can kaybı az olmuştur. Deprem, Manyas, Mustafa Kemalpaşa, Gönen, Susurluk, Karacabey ve Bandırma İlçelerinde hasar meydana gelmiştir. Sarsıntı İstanbul ve Trakya'nın birçok yerinde şiddetli, Tekirdağ, Çanakkale, Bursa, Eskişehir, Balıkesir' de hissedilmiştir. Manyas ve Apolyont gölleri arasındaki çoğu yerlerde sular fişkırmış, bazı sıcak sular ve soğuk su kaynakları kurumuş ya da suları artmıştır (Gündoğdu 1986). Büyüklüğü $M_w = 7.6$ maksimum şiddeti $I_0 = XI$ olan 17 Ağustos 1999 (Gündoğdu, 2002) Gölcük Depremi Bursa ve çevresinde oldukça güçlü hissedilmiş, 68 konut ağır, 453 orta ve 1008 hafif hasara uğramış, Bursa merkezde 1, Gemlik'te 3, Inegöl'de 1 Mudanya'da 3 ve Orhangazi'de 1 kişi olmak üzere toplam 10 kişi hayatını kaybetmiştir (Özmen, 2000), (Gündoğdu, 2007).

Bursa havzasında, 2007–2010 yılları arasını içerecek şekilde, Uzay Radar İnterferometri yöntemi ile yapılan jeodezik çalışmalarda, 3 yılda 20cm'lik bir yerdeğiştirme saptanmıştır.



Şekil 4. Bursa Havzasının Uzay Radar İnterferometri Yöntemi ile yapılan Jeodezik Çalışma(Gündoğdu vd. 2011).

Kuzey Anadolu Fay Zonun yıllık yerdeğiştirme (yaklaşık 2-2.5cm.) değerinden büyük olan bu yerdeğiştirmeyi etki eden faktörlerin belirlenmesi için ayrıntılı çalışmaların biran önce yapılması gerekmektedir. Bursa yakınlarında yamulma olarak değerlendirilebilecek anomali, sedimanlar altında olduğu düşünülen faya ait olabilir, özellikle Marmara Bölgesinin Sismotektonik Haritasında (Şekil 4) Bursa Fayı ile çakışmaktadır. Bu tehlikenin ne kadar risk oluşturduğu ancak çok disiplinli araştırmalarla mümkündür.

3. DEPREMLERİN ÖNCE DEN BELİRLENMESİ

Depremlerin önceden belirlenmesi çalışmasının temel amacı; depremin nerede, ne zaman, kaç büyüklükte olacağını kabul edilebilir aralıkta, bilimsel olarak saptanmasıdır. Depremi önceden belirleme ve tahmin çalışmalarının tarihçesine baktığımızda; özellikle 1960'lı yıllarda başta Japonya, Rusya, Amerika Birleşik Devletleri ve Çin olmak üzere pek çok ülkede çeşitli araştırmalar yapılmaya başlanmıştır. Bu çalışmalarını

- Yerin manyetik alanı
- Elektrik alanı
- Elektromanyetik alan
- Sıcaklık ve atmosferik basınç
- Gravite
- Sismik hızlar (V_p , V_s)
- Depremsellik, mikro deprem etkinliği
- Yeraltı su seviyesi
- Radon gazı
- Kaplıca su kaynaklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri
- Bitki ve hayvanların davranışlarındaki, anormallikler

Başarılı olarak belirlenen depremlerin başında,1975 yılında, Çin'de 7,3 büyüklüğünde meydana gelen Haicheng Depremi gelmektedir. Haicheng Depremi'nden önce bölgedeki öncü değişimler dikkatli bir şekilde izlenmiş, analizler yapılmış ve bölgede bulunan halk depremden önce uyarılarak önlemler alınması sağlanmıştır. Yüz binlerce kişinin hayatı kurtarılmıştır, 1975 yılında meydana gelen bu depremden yaklaşık bir buçuk yıl sonra 1976 yılında 7.8 büyüklüğünde meydana gelen Tangshan Depremi'nde bazı öncüler gözlenirse bile Haicheng Depremi'ndeki gibi bir öndeyi ve uyarı yapılamamış bu da depremin önceden belirlenmesi konusuna olan iyimserliğin azalmasına neden olmuştur. Bu konuda yapılan çalışmaların azalmasına karşın, araştırmalar devam etmiştir. Amerika Birleşik Devletleri'nde ise Kaliforniya eyaletinde San Andreas Fayı'nın Parkfield bölümünde 1857, 1881, 1901, 1922, 1934 ve 1966 yıllarında meydana gelen depremlerin incelenmesi, tekrarlar aralıklarının düzenli olmasından dolayı karakteristik özellik gösterdiklerinin ortaya koyulması ile bir kestirim deneyi başlatılmış ve 1985 ile 1993 yılları arasında bir deprem meydana geleceği belirtilmiştir. Fakat beklenen deprem 1993 yılına kadar meydana gelmemiş hatta tekrarlar aralığını on yıl kadar aşarak 2004 yılında meydana gelmiştir. Ancak bu depremin beklenen deprem olup olmadığı ve karakteristik olup olmadığı ile ilgili bilim adamlarının farklı görüşleri mevcuttur.

Depremi önceden belirleme konusunda Ülkemizde de önemli çalışmalar yapılmıştır. Bunun ilk örneği, birçok üniversite ve kurumun alet donanımları ile insan kaynaklarının yanısıra Alman ve daha sonra Japon araştırmacıların katılımıyla yapılan "Depremlerin Önceden Belirlenmesi, Zararlarının Azaltılması Türk-Alman Ortak Projesi"dir. Bu araştırma, 1984

yılında başlatılmıştır. 17 Ağustos 1999 İzmit Depremi'nden önce bu proje kapsamında kurulan istasyonlarda çeşitli anomaliler gözlenmiştir. Ayrıca bu projeden başka ülkemizde özellikle son yıllarda dar kapsamlı olsa çeşitli üniversiteler ve kurumlarda kısa süreli çalışmalar yapılmıştır. Özellikle Gölcük Depreminden sonra bu tür araştırmalar çoğalmıştır. Bursa 1855 yılında meydana gelen yıkıcı 2 büyük depremin ardından 160 yıl geçmiştir, bu süre içinde enerji birikmiş ve önümüzdeki yıllar içinde Bursa ve çevresini tehdit eder hale gelmiştir. Olası depremi tahmin etmek için Nilüfer İlçesinden geçen fay segmentinin her iki tarafına çok disiplinli ölçümler içeren 20 adet "Deprem Öncü İşaretleri İzleme İstasyonlar" Nilüfer Belediyesinin işbirliği ile kurulmuştur. Bu Projedeki amaç, olası bir depremin zararlarının en aza indirilmesidir.

Depremi önceden belirleme çalışmaları içinde bazı terimler birbirine karıştırılmaktadır. Bu sakıncaları önlemek için kavramları tekrar gözden geçirmek yararlı olacaktır. Özellikle erken uyarı, depremi önceden belirleme ve deprem tahmini birbirine karıştırılabilen kavramlardır.

Erken Uyarı(Early Warning): Gelmekte olan tehlike veya tehdidin kaynağı, yeri, zamanı, şiddeti veya büyüklüğü, olasılığı, muhtemel etkileri belirlenerek, resmi kurum ve kuruluşlar tarafından yapılandırılır. Erken uyarının afete hazırlık çalışmaları içinde çok önemli bir yeri vardır. Amaç, mümkün olduğu kadar çok sayıda insana hızla ulaşarak onları tehlikelere karşı, zamanında ve gerektiği gibi davranmalarına imkan tanıyacak şekilde haberdar etmek, can kayıpları ve yaralanmalar ile ekonomik kayıpları azaltabilmektir.

Depremi Önceden Belirleme= Deprem Öndeyi(Earthquake Prediction): Gelecekte olabilecek bir depremin yeri, ve zamanı kabul gören çok disiplinli yaklaşım ve yöntemler kullanılarak büyük bir doğrulukla belirlenmesine yönelik çalışma.

Deprem Tahmini (Earthquake Forecasting): Belirli bir bölgede, belirli büyüklükteki bir depremin öngörülen belirli bir zaman içerisinde meydana gelme olasılığının bilimsel olarak kabul gören yaklaşım ve yöntemlerle tahmin edilmesi süreci (Açıklamalı Afet yönetimi terimleri sözlüğü 2014).

Depremlerin önceden belirlenme çalışmasının temel amacı; depremin nerede, ne zaman, kaç büyüklükte olacağını kabul edilebilir aralıkta, bilimsel olarak saptanmasıdır.

4. DEPREMİN ÖNCEDEDEN BELİRLENMESİ İLGİLİ AVRUPA ETİK KURALLARI (European Code of Ethics Concerning Earthquake Prediction)

Depremin önceden tahmini ile ilgili bilgiler, bilim ve toplum arasındaki ilişkileri düzenleyen sağlıklı etik kurallarına uygun olarak sunulmazsa, toplum üzerinde dramatik etkiler yaratabilir. Yanlış tahmin paniğe yol açabilir ve halkta bilim adamları ile kamu yetkililerine karşı güvensizlik yaratarak sosyal, psikolojik, politik, ekonomik vb. sakıncalı sonuçlara neden olabilir.

Deprem tahmini üzerinde çalışan bilim adamlarının profesyonel davranışlarının temel ilkesi dürüstlük olmalıdır. Bilim adamlarının topluma, kamu yetkililerine, kuruluşlarına, meslektaşlarına ve medyaya karşı sorumluluklarının bilincinde olarak tarafsız davranmaları ve sahip oldukları bilgiyi insanlığın yararına kullanmaları gerekir.

Bir bilim adamı, yürüttüğü araştırmalar sonucunda bir depremi önceden tahmin etme noktasına gelirse, aşağıdaki işlemleri özenle yerine getirmelidir:

Depremi tahmin etmesine yol a açan bilimsel verilerin ve yöntemlerin geçerliliğini diğer bilim adamlarına danışarak doğrulamalı ve bağlı bulunduğu veya bünyesinde çalıştığı bilimsel ve teknik kuruluşların üst yöneticilerini yaptığı çalışmalar hakkında bilgilendirmelidir.

Bilim adamı, yaptığı tahminleri çalıştığı ülke yetkililerinin dikkatine sunmakla görevlidir. Bunun hangi yollarla yapılacağı önceden belirlenmelidir. Bilim adamı, depremle ilgili tahminleri hakkında medyaya veya topluma rastgele bilgi vermemelidir. Yalnızca, kendisine bu konuda yetki verilmiş veya kendisinin kamu yetkililerince bu amaçla görevlendirilmiş olması durumunda, kamu yetkililerince uygun görülen yolları kullanarak, toplumu bilgilendirmelidir

Eğer gerek ve olanak varsa, deprem tahmini alanında her ülkede bir Ulusal Değerlendirme Komitesi kurulması önerilir.

Avrupa Danışma Komitesi, Uluslararası Jeodezi ve Jeofizik Birliği (IUGG) ile diğer uzmanlaşmış bilimsel Avrupa kuruluşlarına danışılarak, Avrupa Sismoloji Komitesi (ESC) tarafından önerilen en fazla on beş bilim adamından oluşacaktır.

Avrupa Danışma Komitesi'nin gerektiğinde başvurabileceği bir danışmanlar listesi oluşturulacaktır.

Avrupa Danışma Komitesi'nin yazmanlığı, Açık Anlaşma (Open Partial Agreement) yazmanlığı tarafından üstlenilecek ve anlaşma danışmanlarınca, Avrupa Sismoloji Komisyonu ile işbirliği yapılarak desteklenecektir.

Avrupa Danışma Komitesi üyelerinin görev süresi altı yıl olacak ve bu süre uzatılamayacaktır. Üyelerin yarısı her üç yılda bir yenilenecektir (udk.tubitak.gov.tr).

5. NİLÜFER DEPREM ÖNCÜ İŞARETLERİ İZLEME İSTASYONLARI PROJESİ

Dünyada oluşan büyük depremlerden sonra deprem bölgesinde yapılan araştırmalarda, deprem oluşmadan önce doğada çoğunluğu canlılar oluşturmak üzere pekçok normal dışı. Olası depremi tahmin etmek için Nilüfer ilçesinden geçen fay segmentinin her iki tarafına çok disiplinli ölçümler içeren 20 adet "DEPREM ÖNCÜ İŞARETLERİ İZLEME İSTASYONLARI" Nilüfer Belediyesinin katkılarıyla kurulmuş ve yeni istasyonlar kurulmaya devam edilmektedir. Kurulan istasyonlarla olası bir depremin zararlarının en aza indirilmesi amaçlanmaktadır.

6.DEĞERLENDİRMELER

- “Bursa ve yakın çevresi yıkıcı nitelikteki depremlerin etki alanı içindedir, eldeki tarihsel verilere bakıldığında Bursa Fayı olarak adlandırılan kırık üzerinde oluştuğu anlaşılan 1855 depremleri Bursa’yı etkileyen son büyük depremlerdir. Oluşan hasar ve etki alanlarına bakıldığında bu depremlerin 7 dolaylarında olduğu anlaşılmaktadır, 11 Nisan da öncü şokuyla oluşan depremin Bursa ya yakın ve 7 büyüklüğünün üzerinde olduğu anlaşılmaktadır. Bölgenin deprem geçmişi ile ilgili çok önemli bilgiler verecek olan bu iki depremde, farklı kaynakların farklı saptamalar yapması, yapılan çalışmaların yeterli olmadığını göstermektedir. Arşiv çalışmalarının tarihçiler, arkeologlar, sismologlar ve ilgili yer bilimcilerle birlikte yapılmasında yarar vardır. Özellikle tarihsel depremlerin gelecek olası depremlerin anlaşılmasında ve tasarım depremlerinin belirlenmesinde vazgeçilmez önemi vardır.”Bu değerlendirme ve öneriler 2007 yılında Bursa meslek odalarının yaptığı sempozyumve panellerde tekrarlanmıştır, ne kadar gereği yapılmıştır sorusunun yanıtı henüz alınamamıştır.
- Burs Fayı yapılan jeodezik çalışmalarda elde edilen bulgulara göre Bursa sedimanlarının altında olduğu kanısını güçlendirmektedir. Bu fayın konumu ve özellikleri belli olmadan, *kentsel dönüşümlerde* bilinmesi gereken *tehlike ve risk* hesaplanamaz.
- Son yıllarda çağdaş kentleşme ilke ve planlamalarına uymadan, Bursa’da yerleşimin Uludağ’ın eteklerindeki sağlam zeminlerinden, tarım toprakları üzerinde gelişen sanayileşme ve denetimsiz yapılaşma, Kenti depreme karşı savunmasız hale getirmiştir. Bursa’nın tarihi bir kent oluşu, depremin yangın gibi ikincil riskleri arttırmaktadır.
- Bölgedeki fayların kinematik ve dinamik özellikler yeterli düzeyde araştırılmamıştır, bundan dolayı tehlike ve riskleri belirlemede belirsizlikler bulunmaktadır. Tarihsel depremlerin tekrarlanma dönemlerini belirlemek için jeolojik, jeofizik arkeolojik ve arşiv çalışmaları yapılmalıdır.
- Depremlerin önceden belirlenmesi zarar azaltma çalışmalarından birisidir, her ne kadar olur veya olmazı genellikle konudan anlamayanlar tarafından tartışılıyorsa da bilimde olmaz yoktur, açıklanıp açıklanamayan vardır, araştırmacıların işi de bilinmeyenleri açıklamaktır.
- Afet yönetimi planlarının içine, yetki ve sorumlulukları belirlenerek, meslek odaları ve sivil toplum örgütleri alınmalıdır Halkın afetlerle mücadele etmesini sağlamak amacıyla okullardan başlayarak akredite edilmiş eğitim çalışmaları yapılmalıdır.
- Depremin önceden belirlenmesi ile ilgili Avrupa etik kuralları gereğince Ülkemizdeki yapılanması bir an önce oluşturulmalıdır.

KAYNAKLAR

Açıklamalı Afet Yönetimi Terimleri Sözlüğü, 2014.T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı Kasım – 2014.

Aksade,Y.G., 2014 “**Deprem Kestirimi Konusunda Türkiye ve Dünyadaki Durum**”, **Uzmanlık Tezi Kasım** 2014,T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Başkanlığı Kasım 2014, Ankara.

Barka, A.,(1992). ‘ **The North Anatolian Fault Zone**’ *Anneles Tectonica, Special Usue Suply to vol. 1 p.164 -195.*

Eyidoğan, H., 2000. ‘**Bursa ve Çevresinin Depremselliği ve Beklenen Yer Hareketleri**’, Güney Marmara Depremleri ve Jeofizik Toplantısı, 22

Gündoğdu, O.,1996. “**Türkiye’de yıkıcı Depremlere Karşı Alınması Gereken Önlemler ve İstanbul Örneği**” Erzincan ve Dinar Depremleri Işığında Türkiye’nin Deprem Sorunlarına Çözüm Arayışları,TÜBİTAK Deprem Sempozyumu, Derleyen Tuğrul Tankut,15-16 Şubat 1996, Ankara

Gündoğdu O., Özer, N., Kuran, U., Kolçak, D.,2000. ‘**Bursa ve Çevresinin Depremselliği ve Beklenen Yer Hareketleri**’, Güney Marmara Depremleri ve Jeofizik Toplantısı, 22 Eylül 2000, TMMOB, Jeofizik Mühendisleri Odası, Ankara.

Gündoğdu,O., Kutoğlu,Ş,H., Işık,Ö., 2011, “**Bursa ve Çevresinin Depremselliği ve Geleceği**”TMMOB Bursa 3.Kent Sempozyumu, 29-30 Nisan 2011, BURSA

Işık,Ö., Aydınlioğlu H.M., Koç,S., Gündoğdu, O., Korkmaz, H.,Ay. 2012.**Afet Yönetimi ve Afet Odaklı Sağlık Hizmetleri** Okmeydanı Tıp Dergisi 28(Ek sayı2):82-123.

McClusky S., Balassanian S., Barka A., Demir C., Gergiev I., Hamburger M., Kahle H., Kastens K., Kekelidse G., King R., Kotzev V., Lenk O., Mahmoud S., Mishin A., Nadaria M., Ouzounus A., Paradisissis D., Peter Y., Prilepin M., Reilinger R., Sanlı I., Seeger H., Tealeb A., Toksöz N., Veis G., 2000. ‘**GPS Constraints on Crustal Movements and Deformations for Plate Dynamics,**’ J. Geophy. Res. 105, 5695–5720.

ODTÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tektonik Araştırma Laboratuvarı, “**Marmara Bölgesinin Sismotektonik Haritası**”

Özmen, B., 2000, ‘**İzmit Körfezi Depremi’nin Hasar Durumu**’, TDV., Yayınları, İstanbul.

Sarp N. **Sağlık Hizmetlerinde Afet Yönetimi**. Deprem Araştırma Enstitüsü Bülteni, 26, 1999, s. 81.

Soysal, H.,Sipahioğlu, S., Kolçak, D.,Altınok, Y., (1981). ‘**Türkiye ve Çevresinin Tarihsel Deprem Kataloğu**’ TÜBİTAK, proje no.TBAK 341 TÜBİTAK yay. no.563, seri 34, Ankara.

Şaroğlu, F., Emre, Ö. ve Kuşçu, İ., 1992, ‘**Türkiye Diri Fay Haritası**’, Ankara.

Şimşek MŞ. **Yönetim ve Organizasyon**, 2. Baskı, Konya: Mikro Dizgi, 1996, s.7.

Yaltırak, C., 2000. ‘**Kuzey Anadolu Fayı’nın Marmara Kolları ve Bölgenin Tektonik Yapısı**’ Güney Marmara Depremleri ve Jeofizik Toplantısı, 22 Eylül 2000, TMMOB, Jeofizik Mühendisleri Odası, Ankara.

udk.tubitak.gov.tr

Nilüfer Belediyesi işbirliği ile yürütülen “Depremi Önceden Belirleme Projesi”ne özellikle bilimsel yaklaşımı ve desteği için Nilüfer Belediye Başkanı Sayın Mustafa Bozbey’e, bu çalışmaların başlamasında önemli katkısı olan Sayın Vahap Sınmaz’a ve çalışma sürecinde her türlü desteği veren Nilüfer Belediyesi İlçe Kriz Merkezi Yöneticisi Sayın Veysi As’a teşekkürlerimizi sunarız.

