

**TÜRKİYE ULUSAL  
DEPREM ARAŞTIRMALARI  
PROGRAMI**

**(TUDAP)**

**2005 – 2014**

**Eylül 2005**

## ÖNSÖZ

Ülkemiz topraklarının 2/3'si hasar yapıcı şiddette deprem tehtidi altındadır. Yapılan istatistiksel analizler her 8 ayda bir ülkemizde hasar yapıcı deprem meydana geldiğini göstermektedir. Türkiye'de son yüz yılda meydana gelmiş 193 adet yıkıcı depremde yaklaşık 100.000 kişi hayatını kaybetmiş, 495,000 bina yıkılmıştır. Sadece 1999 Kocaeli ve Düzce depremlerinde yaklaşık 20,000 insanımız hayatını kaybetmiş, 124,000 yıkık-ağır hasarlı konut, 110,000 orta hasarlı konut ve 100,000 az hasarlı konut olmak üzere toplam 334,000 konutta hasar saptanmış, bu depremlerin ülkemize verdiği ekonomik zararlar 20 milyar YTL' ye ulaşmıştır.

Depremlerin neden olduğu zararlar ülkelerin gelişmişlik düzeyleri ile yakından ilişkilidir. Benzer büyüklükteki depremler az gelişmiş veya gelişmekte olan ülkelerde, gelişmiş ülkelere oranla çok daha fazla zarara neden olmaktadır. Ülkemiz az gelişmiş bir ülke değildir. Gelişmekte olan ülkelerin arasında ön sıralarda yer almakta ve kalkınmasını hızla sürdürmektedir. Buna karşın depremlerden zarar görme ölçüsü ile değerlendirildiğinde az gelişmiş ülkeler ile aynı düzeyde yer almaktadır. Bunun bir nedeni yerleşim bölgelerinde deprem tehlikesinin yeterli ayrıntıda bilinmemesidir. Ancak daha önemli nedeni deprem bölgelerinde yer alan kentlerimizdeki binaların deprem dayanımlarının son derece yetersiz olmasıdır. 1960'lar sonrasında yaşanan hızlı kentleşme ve büyüme süreçlerinde ortaya çıkan yüksek konut talebinin karşılanma yöntemleri, yapıların deprem güvenliğinin tamamen göz ardı edilmesi ile sonuçlanmıştır. Başta İstanbul olmak üzere deprem etkilerine maruz Türk kentleri mevcut durumda dünyanın deprem riski en yüksek kentleri arasında yer almaktadır.

Bu denli yüksek düzeydeki risklerin azaltılması için bilim ve teknolojiye gereksinim vardır. Kentsel yerleşim bölgelerindeki deprem tehlikelerinin ayrıntılı olarak saptanmasında yer bilimleri araştırmaları, mevcut yapıların deprem risklerinin belirlenmesinde ve depreme dayanıklı yeni yapılar üretilmesinde ise deprem mühendisliği araştırmaları büyük önem taşımaktadır. Diğer yandan kentsel ölçekte uygulanacak risk azaltma yöntemleri bölgesel planlama ve sosyolojik araştırmaları gerektirmektedir. Ülkemizde deprem risklerinin azaltılması konusunda doğrudan sorumluluk sahibi olan başta Bayındırlık ve İskan Bakanlığı ile Belediyeler olmak üzere tüm ilgili kamu kuruluşlarının depremle mücadele çalışmalarında başarılı ve etkin olabilmeleri için araştırma-geliştirme (ARGE) çalışmalarına gereksinimleri vardır. TÜBİTAK sürdürmekte olduğu akademik ARGE destek programlarına ek olarak kamu kurumlarının ARGE'ye dayalı bilgi, hizmet ve ürün tedarik programlarının desteklenmesi amacıyla kamu ARGE programı oluşturmuştur.

Bu raporda sunulmakta olan Türkiye Ulusal Deprem Araştırmaları Programı, deprem araştırmalarında ülkemiz için öncelikli araştırma alanlarını, yapılanma önerilerini ve kamu ARGE gereksinimlerini sunmaktadır. Türkiye Ulusal Deprem Araştırmaları Programı'nın TÜBİTAK ve diğer kaynak sağlayıcı kuruluşlar tarafından 2005-2014 on yılında desteklenecek akademik ve kamu ARGE projelerinin ve altyapının oluşturulmasında ve seçiminde bir rehber işlevi görmesi amaçlanmaktadır.

## İÇİNDEKİLER

Bölüm No	Konu	Sayfa
1.	<b>GİRİŞ</b> .....	4
1.1	Ulusal Deprem Araştırmaları Programı'nın Amaçları.....	4
1.2	Ulusal Deprem Araştırmaları Programı'nın Hazırlanma Yöntemi.....	5
2.	<b>ÖNCELİKLİ DEPREM ARAŞTIRMA ALANLARI</b> .....	6
2.1	Yer Bilimleri.....	6
2.1.1	Yerkabuğu Deformasyonlarının ve Depremlerin Ulusal ve Yerel Ağlar ile Sürekli Ölçümle İzlenmesi ve Modellenmesi.....	7
2.1.2	Aktif Tektonik ve Diri Fay Araştırmaları.....	8
2.1.2.1	Morfotektonik, Paleosismolojik Çalışmalar.....	9
2.1.2.2	Güncel ve Tarihsel Depremlerin Araştırılması-Katalog Çalışmaları.....	10
2.1.2.3	Türkiye Diri Fay Haritasının Güncelleştirilmesi.....	11
2.1.3	Bölgesel ve Yerel Ölçekte Jeolojik, Jeofizik ve Yerel Jeoteknik Yöntemler ile Bölgeleme Haritalarının Hazırlanması.....	11
2.1.3.1	Mikrobölgeleme çalışmaları ve haritalarının hazırlanması.....	12
2.1.3.2	Yerleşim alanı seçimi ve mikrobölgeleme.....	12
2.1.3.3	Yer hareketi benzeşimi.....	12
2.1.3.4	Kentlerin mühendislik jeolojisi haritalarının oluşturulması.....	13
2.1.3.5	Mikrobölgeleme çalışmaları ve imar planları için güncel ölçütlerin Geliştirilmesi.....	13
2.1.4	Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasının Ulusal ve Bölgesel Ölçekte Hazırlanması/Yenilenmesi.....	14
2.1.5	Ulusal Sismoloji Veri Bankasının Oluşturulması, İşletilmesi ve İlgili Araştırmalar.....	14
2.1.6	Sıvılaşma ve Buna Bağlı Zemin Deformasyonları ile Heyelan ve Tsunami Gibi Depremlerle İlişkili İkincil Olayların Araştırılması.....	15
2.1.6.1	Dinamik Zemin Davranışlarının Araştırılması ve Bunlarla İlgili Olarak Yerleşim Alanlarının Değerlendirilmesi.....	16
2.1.7	Ulusal Deprem Bilgi Sistemi Oluşturulması ve Tehlike Haritalarının Güncelleştirilmesi.....	16
2.1.8	Depremler Öncesi, Sırası ve Sonrasında Gözlenen Anomalilerin Çok Disiplinli Yaklaşımlarla ve Bilimsel Sistematik İle Araştırılması.....	17
2.1.9	Yer Kabuğu Yapısı ve Jeodinamik Evrimi.....	17
2.1.10	Artçı Deprem, Deprem Fırtınaları ve Deprem Yüzey Kırıklarının Araştırılması.....	19
2.1.11	Deprem ve Deprem Mühendisliği Araştırmaları İçin Teknolojik Destek Biriminin Oluşturulması.....	19
2.1.12	Deprem Kataloğu Standardının Oluşturulması.....	20
2.1.13	Deprem Dalgalarının Yayılım Özelliklerinin Araştırılması.....	20
2.1.14	Fay Zonu İçerisinde Kabuk Kırılma Süreçlerinin Araştırılması.....	21
2.1.15	Afet Bilgi Sistemi (ABS) Oluşturulması ve Tehlike Haritalarının ABS Destekli Güncellenmesi.....	21
2.1.16	Afetler Konusunda Toplum İçin Eğitim Tekniklerinin Geliştirilmesi.....	22
2.1.17	Afet Erken Uyarı Sistemlerinin Oluşturulması ve ABS ile Entegrasyonu..	23
2.1.18	Şiddet-Azalım İlişkilerinin Belirlenmesi.....	23
2.2	Deprem Mühendisliği.....	24
2.2.1	Kentsel Deprem Risklerinin Belirlenmesi İçin Türkiye'ye Özgü Modellerin Geliştirilmesi.....	24
2.2.2	Mühendislik Alt Yapılarının Deprem Davranışlarının Anlaşılmasına İlişkin Bilimsel Çalışmalar.....	25
2.2.3	Mevcut Yapı ve Temel Sistemlerinin Deprem Davranışlarının ve Hasar Görme Nedenlerinin Belirlenmesi İçin Bilimsel Çalışmalar.....	26

2.2.4	Mevcut Yapı Sistemlerinin Güçlendirilmesine Yönelik Bilimsel Araştırmalar.....	26
2.2.5	Kentsel Dönüşüm İle İlgili Araştırma Konuları.....	27
2.2.6	Tarihi Yapıların Deprem Performanslarının Belirlenmesi ve Korunmalarına Yönelik Bilimsel Çalışmalar.....	28
2.2.7	Aktif ve Pasif Kontrol Sistemlerinin Geliştirilmesi ve İlgili Yönetmeliklere İlişkin Bilimsel Çalışmalar.....	28
2.2.8	Depremlerde Zeminlerin Dinamik Davranışlarının ve Üst Yapıya Etkilerinin Araştırılması.....	29
2.2.9	Depreme Dayanıklı Yapı Üretiminde İleri Malzemelerin Kullanımının Araştırılması.....	30
3.	<b>ÖNCELİKLİ ARAŞTIRMA ALANLARI İLE İLGİLİ ULUSAL YAPILANMA ÖNERİLERİ.....</b>	<b>31</b>
3.1	Türkiye Ulusal Sismolojik Gözlem Ağları.....	31
3.2	Ulusal Deprem Mühendisliği Laboratuvarı.....	32
3.3	Ulusal Afet Bilgi Sistemi Merkezi.....	32
4.	<b>ÖNCELİKLİ ARAŞTIRMA ALANLARINDA KAMU GEREKSİNİMLERİNİN BELİRLENMESİ.....</b>	<b>33</b>
4.1	Uygulama-İcra (Yatırım) Yönünden Gereksinimler.....	34
4.2	Diğer Görevleri Yönünden Gereksinimler.....	35
	<b>TEŞEKKÜR.....</b>	<b>36</b>
	<b>KATILIMCILAR LİSTESİ.....</b>	<b>36</b>

## 1. GİRİŞ

Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu (BTYK) 8 Eylül 2004 tarihinde yapılan 10'uncu toplantısında ülkemizde yeni gelişme alanları yaratılması ve yüksek kalkınma hızları sağlanması yönünde önemli bir ilke kararı almıştır. Ülkemizdeki ARGE harcamalarının GSYİH içindeki payının 2010 yılına kadar % 0.7'den % 2'ye yükseltilmesi için gerekli ek kamu kaynaklarının 2005 yılı bütçesi ile başlamak üzere tahsis edilmesine karar verilmiştir. Bu hedef doğrultusunda öncelikli alanlar belirlenmiştir. 2004 yılında belirlenen öncelikli alanlardan birisi de "Deprem Araştırmaları"dır.

Ülkemizde deprem zararlarının azaltılması konusundaki başlıca yetkili ve uygulayıcı kuruluş Bayındırlık ve İskan Bakanlığı'dır. Bakanlık, deprem zararlarının azaltılması konusundaki stratejileri belirlemek amacıyla 29 Eylül - 1 Ekim 2004 tarihlerinde geniş katılımlı bir "Deprem Şûrası" düzenlemiştir. Şûra sonuçları bir sonuç bildirgesi halinde yayınlanmıştır. Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu'nun 2005 yılı birinci toplantısında alınan 2005/11 No'lu Karar uyarınca Bayındırlık ve İskan Bakanlığı'nın (Bakanlık) TÜBİTAK, Kandilli ve Üniversiteler ile işbirliği içinde deprem ile ilgili kamusal araştırma çalışmalarının koordinasyonunu yapmasına ve "Ulusal Deprem Araştırmaları Programı"nı hazırlayarak Eylül 2005'de yapılacak BTYK toplantısına sunmasına karar verilmiştir. Ulusal Deprem Araştırmaları Programı'nın temel işlevi, Deprem Şûrası'nda alınan kararların hayata geçirilebilmesi için gerekli olan öncelikli deprem araştırma konularını belirlemesi ve TÜBİTAK ile diğer kaynak sağlayıcı kuruluşlar tarafından 2005-2014 on yılında deprem araştırmaları alanında desteklenecek araştırma-geliştirme (ARGE) projelerinin ve altyapının oluşturulmasında ve seçiminde esas teşkil etmesidir.

### 1.1 Ulusal Deprem Araştırmaları Programı'nın Amaçları

TÜBİTAK önümüzdeki on yıl içerisinde artan araştırma destek kaynakları ile deprem araştırmaları alanında 1001 program kodlu akademik araştırma çalışmalarına önceki dönemlere göre daha fazla destek verebilecektir. Akademik ARGE programının yanı sıra bu dönemde 1007 program kodu ile "Kamu Kurumları Araştırma ve Destekleme Programı" oluşturulmuştur. Deprem araştırmaları alanında araştırmacı kuruluşlar ile elde edilen sonuçların kullanıcısı ve uygulayıcısı durumunda olan kuruluşların birlikte geliştirecekleri projeler TÜBİTAK tarafından sağlanacak daha geniş kaynaklar ile desteklenebilecektir.

Ulusal Deprem Araştırmaları Programının bir diğer önemli amacı, program kapsamında yürütülecek olan çalışmalar için gerekli olan öncelikli araştırma altyapısının oluşturulması ve sürdürülmesi yönünde kaynak ihtiyaçlarının belirlenmesidir.

Ulusal Deprem Araştırmaları Programı gerek akademik, gerekse kamu ARGE ve altyapı projelerinin oluşturulmasında, gerek araştırmacı birey ve kuruluşlara, gerekse TÜBİTAK ve diğer kaynak sağlayıcı kuruluşlara rehberlik edecek bir belge olarak değerlendirilmelidir.

Ulusal Deprem Araştırmaları Programı'nın hazırlanmasında işlevsel amaçların yanı sıra ulusal ölçekte gözetilen başlıca amaçlar aşağıda sıralanmıştır:

- Ülkemizde depremler nedeniyle meydana gelen can kayıplarının ve ekonomik kayıpların en aza indirilmesine katkı sağlayacak bilimsel ve teknik araştırmaların desteklenmesi.
- Kamu kurumlarının, özellikle Bayındırlık ve İskan Bakanlığı'nın deprem risklerinin azaltılması için gereksinimi olan ARGE'ye dayalı bilgi, hizmet ve ürün tedarik programlarının desteklenmesi.
- Araştırma kuruluşları (üniversiteler, enstitüler, merkezler), kamu kuruluşları ve özel sektör araştırma-uygulama kuruluşlarının deprem alanındaki ARGE çalışmalarında işbirliği yapmalarına olanak sağlanması.
- Deprem araştırma alanları ile ilgili öncelikli ulusal yapılanma önerilerinin ortaya konması.
- Depremlerin oluşumu, neden olduğu tehlikeler ve depremlere hazırlıklı olma (risk azaltma) çalışmalarının toplumla paylaşılması, yaygınlaştırılması.
- Deprem araştırma çalışmalarında Türkiye'nin bölgesinde öncü ülke konumuna ulaşması.

## 1.2 Ulusal Deprem Araştırmaları Programı'nın Hazırlanma Yöntemi

1999 depremleri sonrasında çeşitli kuruluşlarca Türkiye'nin depremle başetme stratejilerini değerlendiren ve deprem risklerinin azaltılması amacıyla öncelikli araştırma-uygulama alanları öneren çalışmalar yapılmış ve sonuç raporları yayınlanmıştır. Bu çalışmaların başında "*Deprem Şûrası Komisyon Raporları*" gelmektedir.

Şûra Komisyon Raporları öncelikle Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından uygulanması gerekli kurumsal yapılanma ve yasal mevzuat değişikliklerini ortaya koymakla birlikte ülkemiz açısından en önemli konunun zarar azaltma çalışmalarına ağırlık vermek olduğunu belirlemiştir. Şûra kararlarında zarar azaltma çalışmalarının etkinlikle uygulanabilmesi için gerekli olan öncelikli araştırma çalışmaları tanımlanmış ve araştırma altyapısının oluşturulması üzerinde önemle durulmuştur.

Türkiye Ulusal Jeodezi ve Jeofizik Birliği (TUJJB) tarafından yer bilimleri alanında uzman geniş bir katılımcı grubu tarafından hazırlanan "*Deprem Raporu*" genelde ülkemizin, özede ise Marmara bölgesinin deprem tehlikesinin belirlenmesine yönelik olarak yapılması gerekli yer bilimleri alanındaki çalışmaları tanımlamıştır.

Ulusal Deprem Konseyi tarafından Şubat 2005 tarihinde hazırlanan "*Ulusal Deprem Araştırma Programı (UDAP) (Strateji, Araştırma Alanları ve AR-GE Konuları)*" Hazırlık Raporu, deprem araştırmalarında ülke stratejisinin ne olması gerektiği

konusunda önerilerde bulunmuş ve deprem araştırma alanlarında ana başlıklar sunmuştur.

Ulusal Deprem Araştırmaları Programı'nın hazırlanmasında bu değerli çalışmaların tümünden geniş ölçüde yararlanılmıştır. 1999 depremlerinden sonra geçen sürede ülkemizde deprem araştırmalarında önemli bir yoğunluk artışı olduğu da bir gerçektir. Bu süreçte akademi dünyasındaki sürekli tartışma ortamı önemli ve öncelikli konuların berraklaşmasını sağlamıştır. Ulusal Deprem Araştırmaları Programı çalışmaları tüm bu hazırlıkların ışığında başlamıştır. Ülkemiz için önem taşıyan deprem araştırmaları konularında yeterli birikim olduğu görüşünden hareket edilerek Ulusal Deprem Araştırmaları Programı'nda yer alması gerekli öncelikli araştırma konularının belirlenmesi amacıyla "ortak akıl toplantıları" düzenlenmesine karar verilmiştir. 29 Haziran-1 Temmuz tarihlerinde Gebze-TÜSSİDE tesislerinde Bayındırlık ve İskan Bakanlığı ve TÜBİTAK işbirliği ile düzenlenen çalışmaya tüm üniversitelerin ve ilgili kuruluşların temsilcileri davet edilmiştir (Ek-1). Yer bilimleri ve deprem mühendisliği alanlarında yapılan ortak akıl toplantıları sonucunda bu raporda yer alan öncelikli araştırma alanlarına karar verilmiş ve bu alanların seçilme gerekçeleri ortaya konmuştur.

## **2. ÖNCELİKLİ DEPREM ARAŞTIRMA ALANLARI**

Deprem araştırmaları "yer bilimleri" ve "deprem mühendisliği" olarak iki ayrı temel alanda düzenlenmiş ve her temel alanın öncelikli araştırma alanları öncelik sırası gözetilmeden belirlenmiştir. Yer bilimleri konusunda tanımlanan 18 araştırma alanının ilk 10 tanesi öncelikli olarak ele alınmalıdır.

### **2.1 Yer Bilimleri**

Yer Bilimleri araştırmalarında 18 öncelikli araştırma alanı belirlenmiştir:

1. Yerkabuğu deformasyonlarının ve depremlerin ulusal ve yerel ağlar ile sürekli ölçümle izlenmesi ve modellenmesi
2. Aktif tektonik ve diri fay araştırmaları
3. Bölgesel ve yerel ölçekte jeolojik, jeofizik ve yerel jeoteknik yöntemler ile bölgeleme haritalarının hazırlanması
4. Türkiye deprem bölgeleri haritasının ulusal ve bölgesel ölçekte hazırlanması / yenilenmesi
5. Ulusal sismoloji veri bankasının oluşturulması, işletilmesi ve ilgili araştırmalar
6. Sıvılaşma ve buna bağlı zemin deformasyonları ile heyelan ve tsunami gibi depremlerle ilişkili ikincil olayların araştırılması
7. Ulusal Deprem Bilgi Sistemi oluşturulması ve tehlike haritalarının bu bazda güncelleştirilmesi

8. Depremler öncesi, sırası ve sonrasında gözlenen anomalilerin çok disiplinli yaklaşımlarla ve bilimsel sistematikte araştırılması
9. Yer kabuğu yapısı ve jeodinamik evrimi
10. Artçı deprem, deprem fırtınaları ve deprem yüzey kırıklarının araştırılması
11. Deprem ve deprem mühendisliği araştırmaları için teknolojik destek biriminin oluşturulması
12. Deprem kataloğu (geçmiş depremler hakkında bilgilerin araştırılması, derlenmesi) standardlarının oluşturulması
13. Deprem dalgalarının yayılım özelliklerinin araştırılması
14. Fay zonu içerisinde kabuk kırılma süreçlerinin araştırılması
15. Afet Bilgi Sistemi (ABS) oluşturulması ve tehlike haritalarının ABS destekli güncellenmesi
16. Afetler konusunda toplum için eğitim tekniklerinin geliştirilmesi
17. Afet erken uyarı sistemlerinin oluşturulması ve ABS ile entegrasyonu
18. Şiddet azalım ilişkilerinin belirlenmesi

Her alanın tanımı, seçilme gerekçesi ve ülke için potansiyel yararları izleyen paragraflarda açıklanmaktadır.

### **2.1.1 Yer kabuğu Deformasyonlarının ve Depremlerin Ulusal ve Yerel Ağlar ile Sürekli Ölçümle İzlenmesi ve Modellenmesi**

#### Alanın Tanımı ve Seçilme Gerekçesi

Fiziksel ve kimyasal olarak uzun dönemlerde (dakikalardan, yıllara kadar) meydana gelen, uzaysal ve zamansal yer kabuğu deformasyonlarının sonucu oluşan fay zonları civarındaki gerilme alanlarının anlık olarak boşalmasıyla meydana gelen depremlerin Ulusal, bölgesel, yerel ve geçici gözlem ağları kurularak izlenmesi ve elde edilen bilgilerin modellenerek değerlendirilmesi ile deprem zararlarının azaltılması yönünde yapılacak çalışmaların başında gelen deprem tehlikesinin en güvenilir şekilde ortaya konulması sağlanmış olacaktır.

Deprem öncesi, deprem anı ve sonrası ortaya çıkan yer kabuğu deformasyonlarının sonucu oluşan fiziksel ve kimyasal değişimlerin belirlenmesi ile deformasyonların kaynağı, yönü ve büyüklüklerinin saptanması, gerilim alanlarının belirlenmesi, depremlerin önceden belirlenmesi kapsamında tektonik mekanizmanın geometrik bileşenlerinin ortaya konulması ve diğer yer bilimlerine (jeofizik, jeodinamik v.b.) girdi sağlanması, diri fayların tanımlanmasına katkı sağlanması, depremin olduğu fay sistemi ile ilişkili diğer fay sistemlerinin tetiklenme olasılığının tanımlanması,



potansiyel heyelanların etkili olduğu alanlarda sürekli gözlemlerin yapılmasıyla sebep-sonuç analizlerinin gerçekleştirilmesi olanağı elde edilecektir. Bu kapsamda diri faylar çerçevesinde oluşturulacak jeodinamik ölçümler için seçilen noktalar yardımı ile deformasyonun fiziksel boyutunu ölçmek amacıyla, sürekli ve tekrarlamalı olarak yapılan uzaysal ve yersel jeodezik yöntemlerin (GPS, tiltmetre, mikro-gravite, InSAR v.b.) gerçekleştirilmesi, deformasyonun kimyasal boyutunu ölçecek gözlemlerin yapılması gereklidir.

Depremlerin izlenmesi ve elde edilen verilerin eksiksiz modellenmesi için kuvvetli ve hafif yer hareketlerini ölçmeye yönelik ulusal sismik ağların geliştirilmesi, yerel sismik ağların kurulması, geçici ve artçı sismik deprem ağlarının oluşturulması, denizaltı sismik ağları (OBS), erken uyarı sistemleri, acil müdahale ve uyarı sistemleri meydana getirilmesi gereklidir. Bu sayede, ülke düzeyinde meydana gelen depremlerin yer ve oluş zamanı konusunda gereken zamanda bilgilendirmeye hizmet edecek, çıktıları açısından deprem kaynak parametrelerinin tanımlanmasına olanak sağlayacak, kuvvetli yer hareketlerinin daha sağlıklı değerlendirilmesine ve ülke ölçeğinde deprem tehlike haritaları oluşturulmasına kaynak teşkil edecek bilgiler üretilebilecektir. Bu bilgiler, kentsel deprem senaryolarının oluşturulmasında, dinamik zemin davranışlarının değerlendirilmesinde en önemli girdi olacaktır.

### Ülke İçin Potansiyel Yararları

Deprem tehlikesinin azaltılması yönünde gerek deprem öncesi hazırlık çalışmaları ve gerekse kurtarma çalışmalarının başarısı, ulusal ve yerel ölçekte yer kabuğu deformasyonlarının ve deprem gözlemlerinin doğru ve hızlı bir şekilde yapılması ve ilgili kuruluşlara iletilmesine bağlıdır. Bu sayede oluşabilecek riskler azaltılacak, ülke boyutunda can ve mal kayıpları önlenecek, toplumun bilgilendirilmesi, yönlendirilmesi ve eğitilmesi konusunda önemli veriler sağlanmış olacaktır. Ülke depremselliğinin dünya standartlarında ölçülmesi ve kullanıma açılması zarar azaltma, kriz yönetimi gibi konularda katkı sağladığı gibi uluslararası boyutta başka ülkeler içinde önemli bilgiler üretilmesini ve ülkemizin bu konuda önemli bir çekim merkezi oluşturmasını sağlayacaktır.

Levha hareketlerinin ve hızlarının belirlenmesi, deprem üreten aktif fayların izlenmesi ve potansiyel tehlike alanlarının tanımlanması ve olası bir depremin büyüklüğünün kestirilebilmesi ile depremlerin önceden belirlenmesine yönelik çalışmalar için önemli bilgi birikimi de oluşturulmuş olacaktır.

Ayrıca, özellikle jeodezik ölçümler ile oluşturulacak veri tabanının, ülkemizdeki genel amaçlı jeodezik çalışmalar için destekleyici önemli bir girdi olacağı da açıktır.

## **2.1.2 Aktif Tektonik ve Diri Fay Araştırmaları**

### Alanın Tanımı ve Seçilme Gerekçesi

Yer kabuğunu kısa sürede, yerel ve bölgesel ölçekte deforme eden iç ve dış olayları, oluşan yapıları ve tarihçesini konu eden bilim dalı aktif tektonik'tir. En önemli inceleme alanı depremler ve deprem kaynağı olan faylardır. En büyük doğal tehlike depremdir. Deprem tehlike ve riskini azaltabilmenin en önemli yöntemlerinden biri, deprem kaynağının (fayları) ve kaynak parametrelerinin doğru ve eksiksiz

bilinmesidir. Ancak günümüzde, Türkiye’de yıkıcı deprem üreten faylar ve faylarla ilgili parametreler tam olarak bilinmemektedir. Diğer taraftan, deprem tehlikesinin değerlendirilebilmesi için de (özellikle yer ivme değerlerinin ve dağılımının) yıkıcı deprem üreten diri fayların bilinmesine gereksinim vardır.

Türkiye'deki diri fayların haritalanarak (yerel, bölgesel ve ülke ölçeğinde) coğrafi konumlarının sınırları, yapısal ve geometrik özellikleri, segmentasyon özellikleri, zaman içerisindeki davranış biçimi (tekrarlama aralığı), uzun ve kısa dönem kayma hızları, güncel gerilim birikimi gibi ayrıntılı özelliklerinin belirlenmesi gereklidir. Bu bağlamda yüzey jeoloji çalışmalarının yanısıra mikrodeprem çalışmaları, paleosismoloji, GPS jeodezisi, InSAR gibi yöntemler de sıkça kullanılır.

Bugün için MTA Gen. Müd. tarafından hazırlanmış bir Türkiye diri fay haritası vardır. Bu harita 1987 yılına kadar olan bilgi birikimini içermektedir. Öncelikle Türkiye diri fay haritasının bugünkü bilgiler çerçevesinde güncellenmesi gereklidir. Ayrıca bu harita yukarıda sayılmış olan tüm ayrıntılı fay parametrelerini (segmentasyon, zaman davranışı, vb) içermemektedir. Ayrıca Türkiye diri faylarının belirlenmesi de ülke ve bölgesel ölçekli deprem tehlike haritalarının hazırlanması için en önemli girdiyi oluşturacaktır.

Aktif fayların neden olduğu depremselliğin araştırılması, segmentasyon ve kinematikiğinin belirlenmesi, fayların oluşumu mekanizmalarının belirlenmesi amacıyla yapılması zorunlu bir çalışmadır.

### Ülke İçin Potansiyel Yararları

Türkiye’de nüfusun çoğunluğu, yerleşim alanlarının %60’ı ve büyük mühendislik yapıları deprem tehlikesine açıktır. Ülkemizin hemen hemen tamamına yakın kısmı deprem tehdidi altındadır. Söz konusu yerleşkelerin, mühendislik yapılarının ve nüfusun açık bulunduğu deprem tehlikesinin derecesinin belirlenmesi ve bu tehlikenin en aza indirilmesi için diri fay çalışmalarına ağırlık verilmeli ve “Türkiye Diri Fay Haritası” ve yerel, bölgesel ölçekli diri fay haritaları tüm diri fay parametrelerini de içerecek biçimde kısa sürede tamamlanmalıdır. Deprem zararlarının azaltılması yönünde yapılacak tüm çalışmaların temel girdisi yıkıcı deprem oluşturabilecek fayların ayrıntılı olarak bilinmesidir. Bu amaçla ülke genelindeki gerek karada ve gerekse sualtındaki tüm diri fayların haritalanması ve deprem davranışlarının karar verici ve kullanıcılara sunulması çok büyük bir önem taşımaktadır ve özetle;

- Teknik ve risk analizleri için önemli bir parametredir.
- Deprem bölgeleri haritasının güncellenmesi için önemli bir parametredir.
- İmar planlamalarında yerleşim alanı ve yapı yerleşimleri için önem arz etmektedir.
- Kentsel dönüşüm projelerinde önemlidir.

### **2.1.2.1 Morfotektonik, Paleosismolojik Çalışmalar**

#### Alt Alanın Tanımı ve Seçilme Gerekçesi

“Geçmiş bilerek geleceğe ışık tutmak” görüşünden hareketle tarihsel depremlerin sağlıklı bir şekilde tespiti ile gelecek olası depremler tahmin edilebilecektir. Bu

nedenle de tarihsel depremlerde yaşanan bilgi eksikliğinin giderilmesine yönelik çalışmalar yapılmalıdır. Bu çalışmaların en önemli ayağı ise paleosismolojik çalışmalardır.

Morfoloji tekniğinin etkisi altında gelişen ve onun kayıtlarını en iyi muhafaza eden bir unsurdur. Morfotektonik haritaların hazırlanması bir bölgenin genç tektoniğinin anlaşılmasında çok önemlidir. Son 50 bin yılda aktif olan fayların belirlenerek haritalanması bu fayların kinematiği ve depremlerin tekrarlanma aralıklarının belirlenmesi amacıyla yapılan aktif tektonik ve paleosismoloji çalışmaları günümüz deprem tehlikesinin belirlenmesinde temel olan araştırmalardır. Bu anlamda morfotektonik aktif tektonik paleosismoloji araştırma alanı birbirini izleyen ve bütünleyen çalışmaları kapsar.

#### Ülke İçin Potansiyel Yararları:

1. Hendek çalışmaları: Eski deprem izleri üzerinde yaşlandırma yapılarak tarihsel deprem(ler)in,
  - Zamanı
  - Deprem tekrarlanma aralığı ve kayma hızının belirlenmesi.
  - Depremi oluşturan faya ilişkin parametrelerin belirlenmesi
  - Diri fay haritasına ve bölgenin deprem riskine ışık tutacak parametrelerin elde edilmesi.
2. Katalog çalışmaları:
  - Üniversitelerimizin tarih, arkeoloji ve ilgili diğer birimleriyle koordinasyon çalışması yapılarak tarihsel depremlerle ilgili bilgi edinilmesi (eski kaynakların tercümesi, antik kentlerle ilgili bilgiler v.b.).
  - Katalogların belirli bir standarta getirilerek güncellenmesi.

Bu tür çalışmalar, tüm yerleşim alanları ile mühendislik yapılarının planlanmasında vazgeçilmez temel verileri içerir. Bu araştırma alanı içinde yapılan çalışmalar iyi bir koordinasyonla farklı uygulama-planlamalarda kullanılabilir tutularak önemli bir bütçe-emek-zaman tasarrufu sağlanacaktır.

#### **2.1.2.2 Güncel ve Tarihsel Depremlerin Araştırılması-Katalog Çalışmaları**

##### Alanın Tanımı ve Seçilme Gerekçesi

Bir bölgenin depremselliğinin belirlenebilmesi için güncel ve tarihsel depremlerinin iyi bilinmesiyle mümkündür. Farklı disiplinlerden sağlanacak veriler (arkeolojik, tarihsel v.b.) belli bir standart çerçevesinde derlenmeli ve mevcut deprem kontrolleri da güncellenerek yenilenmelidir. Gelecek depremlerle ilgili çalışmalarda bu bilgiler vazgeçilmezdir.

##### Ülke İçin Potansiyel Yararları

- Dönüşüm periyodları belirlenebilir.
- Tehlike ve risk analizlerine altlık teşkil eder.
- Deprem bölgeleri haritasına katkı sağlar.

### **2.1.2.3 Türkiye Diri Fay Haritasının Güncelleştirilmesi**

#### Alanın Tanımı ve Seçilme Gerekçesi

Yeni verilerin ışığında mevcut Türkiye diri fay haritasındaki diri fayların aktivitelerinin yeniden değerlendirilmesi, varsa eksiklerinin giderilmesi, tespit edilecek yeni diri fayların haritaya işlenmesi çalışmalarını kapsar. Bu kapsamda mevcut haritadaki bazı diri fayların aktif olup olmadığı konusunda var olan kuşku aktif olduğu bilinen bazı yeni diri fayların mevcut haritada yer almıyor olması ve bu tür haritaların ülkenin depremselliğinin belirlenmesindeki önemi büyüktür.

Deprem kaynak alanlarının belirlenmesi için kara ve denizlerdeki aktif diri fayların yer, yapı ve diğer fiziksel özelliklerinin incelenmesi, deprem tekniklerinin sağlıklı olarak ortaya konulabilmesi için depremlere kaynaklık eden tüm diri (aktif) fayların coğrafi dağılımları, nitelikleri, depremsellik özellikleri ve paleo-sismolojik davranışlarını ayrıntılı biçimde ortaya çıkarmak gerekir.

#### Ülke İçin Potansiyel Yararları

- Deprem zararlarının azaltılması ve ekonomik kayıpların önlenmesi.
- Deprem tehlike tahmini
- Depreme güvenli yerleşim
- Ülke aktif tektonik yapısının ve gelişme sürecinin daha iyi anlaşılması
- Deprem bölgeleri ve mikrobölgeleme haritalarının revizyonu için altlık bilgi üretimi

### **2.1.3 Bölgesel ve Yerel Ölçekte Jeolojik, Jeofizik ve Yerel Jeoteknik Yöntemler ile Bölgeleme Haritalarının Hazırlanması**

#### Alanın Tanımı ve Seçilme Gerekçesi

Kent planlaması ve yapı yerlerinin jeolojik özelliklerinin, aktif fay haritalarının belirlenmesi, jeolojik birimlerin sismik özelliklerinin incelenmesi ve sismik bölgeleme yapılması, inceleme alanındaki birimlerin yatay ve düşey yönde dağılımının, yeraltı suyu durumunun incelenmesi, temsil edici örneklerin alınması amacı ile jeoteknik amaçlı sondajların yapılması, alınan örselenmiş ve örselenmemiş örneklerin laboratuvarında mühendislik jeolojisinin kapsamında incelenmesiyle sivilaşma ve heyelan v.b. gibi hasarların incelenmesi, şev stabilite analizlerinin yapılması, mühendislik jeolojisi modelleri oluşturularak tüm verilere göre mikro bölgelendirme yapılması amaçlanmalıdır. Bu bölgelendirmede riskli alanların ve uygun alanların ayrılarak kentleşmeye ve arazi kullanımına uygunluğunun ortaya konması amaçlanmıştır.

#### Ülke İçin Potansiyel Yararları

Sıkça deprem afetine maruz ülkemizde mevcut yerleşim yerleri ile yeni açılacak yerleşim ve yapı yerlerinde zeminden dolayı meydana gelen hasarların azaltılması

can ve mal kayıplarının önlenmesi açısından zemin-yapı etkileşiminin de alt bilgileri oluşturulacaktır.

### **2.1.3.1 Mikrobölgeleme çalışmaları ve haritalarının hazırlanması**

#### Alanın Tanımı ve Seçilme Gerekçesi

- a. Zemin özelliklerine göre,
- b. Zemin davranışına (dinamik, sıvılaşma, büyütme v.b.)
- c. Kütle hareketlerine göre,
- d. Taşkın alanlarının sınırlarına göre.

Yapılaşma ve yerleşim alanlarının sağlıklı ve daha güvenilir şekilde tespit edilebilmesi ile taşkın alanlarının belirlenmesi amacıyla yapılması gerekli olan çok disiplinli çalışmaların bütünüdür.

#### Ülke İçin Potansiyel Yararları

Bu amaca yönelik olarak yapılacak çalışmalar güvenilir yerleşim alanlarının sağlıklı olarak belirlenmesini sağlayacak ve potansiyel tehlike alanlarının yapılaşmaya kapatılarak farklı amaçlara yönelik olarak (park, bahçe, oyun alanı v.b. gibi) değerlendirilmesine yarayacaktır. Dolayısıyla ülkemizin uğrayacağı can ve mal kaybının en aza indirilmesine katkı sağlamış olacaktır.

### **2.1.3.2 Yerleşim alanı seçimi ve mikrobölgeleme**

#### Alanın Tanımı ve Seçilme Gerekçesi

Türkiye’de bulunan kentlerin hemen tamamı aktif faylar tarafından kontrol edilen alüvyal zeminler üzerinde kurulmuştur. Gömülü ya da açık fayların belirlenmesi, etki alanları, zemin profili özelliklerinin belirlenmesi, zemin yapı etkileşimini, zemin büyütmesi konularının önemi büyüktür.

#### Ülke İçin Potansiyel Yararları

- Uygun yerleşim alanlarının belirlenmesi.
- Sakıncalı yerlerin belirlenmesi.
- Kentsel dönüşüm planlarının hazırlanması.
- Yapı stokunun ıslahı çalışmalarına veri sağlayacaktır.
- Ağır hasar kuşaklarının belirlenmesi yararlı olacaktır.

### **2.1.3.3 Yer hareketi benzeşimi**

#### Alanın Tanımı ve Seçilme Gerekçesi

Bir bölgenin yerel olarak bir depreme tepkisi ve oradaki yer hareketinin tanımlanması çalışmalarını içerir. Bu amaçla, depreme yerel olarak etkilenmeyi tanımlayabilmek için o bölgenin sığ ve derin sismik dalga yayılımı bilgisinin eksikliği, yer değiştirme, hız ve ivme değerlerinin eksikliğine yönelik bilgilerin bilgisayarlar yardımı ile gerçekleştirilecek benzeşimlerle elde edilmesi sağlanacaktır.

### Ülke İçin Potansiyel Yararları

Deprem zararlarını azaltmada mevcut ve yapılacak yapılaşmayı doğru yönlendirme ve planlamaya katkı sağlama, kayıpların azaltılması, dolayısıyla ekonomik kayıpların azaltılması yolu açılacaktır.

#### **2.1.3.4 Kentlerin mühendislik jeolojisi haritalarının oluşturulması**

##### Alanın Tanımı ve Seçilme Gerekçesi

Kentlerin arazi kullanım planının hazırlanması ve depreme dayanıklı yapı tasarımı için, kent zeminlerinin jeolojik, statik, dinamik ve jeoteknik özelliklerini, derinlik boyutu da dikkate alınarak, sayısal verilerle belirleyen bir dizi haritaların oluşturulması hedeflenmektedir.

### Ülke İçin Potansiyel Yararları

Deprem zararlarının azaltılması, tarım alanlarının korunması, sağlıklı kentsel çevre oluşumuna yönelik bilgiler elde edilmesi.

#### **2.1.3.5 Mikrobölgeleme çalışmaları ve imar planları için güncel ölçütlerin geliştirilmesi**

##### Alanın Tanımı ve Seçilme Gerekçesi

Deprem tehlikesi açısından herhangi bir depremden farklı oranda etkilenecek alanların sınıflandırılarak belirlenmesi, deprem zararlarının azaltılması açısından kent planlaması, uygulamalı imar planları ve arazi kullanım planlarına temel yer bilim verisi sağlanmalıdır. Türkiye’de özellikle yoğun nüfusun yerleşim merkezlerinin önemli bir bölümü kırılma olasılığı yüksek diri faylara yakın konumdaki alanlarda kurulmuştur. Özellikle bu alanlarda ve gelişmeye açık diğer alanlarda deprem tehlikesinin belirlenerek önlem alınması vazgeçilmez bir konu olarak görülmektedir. Dolayısıyla bu tür çalışmaların özellikle 1. ve 2. derece deprem bölgelerinde yer alan ve nüfusu belirli bir eşiğin üzerinde olan yerleşimler için yapılacak yeni alanların belirlenmesi, eski alanların iyileştirme çalışmalarının yapılması açısından deprem-zemin ilişkisinin sağlıklı şekilde ortaya konulması gerekir.

### Ülke İçin Potansiyel Yararları

- Deprem tehlikesinden uzak sağlıklı bir yerleşim için temel oluşturacaktır.
- Uygulayıcıların ve karar vericilerin kullanabilecekleri bilimsel ve teknik dokümanların hazırlanmasına olanak sağlayacaktır.
- Kent bilgi sistemlerinin uygulanmasına yardımcı olacaktır.

## **2.1.4 Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasının Ulusal ve Bölgesel Ölçekte Hazırlanması/Yenilenmesi**

### Alanın Tanımı ve Seçilme Gerekçesi

Deprem bölgeleri haritaları ülke, bölge ve yerel ölçekte hasar ve can kayıplarına yolaçabilen depremlerden kaynaklanan yer hareketlerinin verilen bir zaman içerisinde meydana gelme ve bu depremin gerçekleşmesi durumunda oluşacak fiziksel etkilerin neler olacağını belirlenmesini tanımlamakta kullanılmaktadır. Diğer bir deyişle yıkıcı bir depremin neden olacağı yer ivmesinin uzaysal dağılımını tanımlamaktadırlar.

Son yıllarda meydana gelen depremlerden sonra gerek diri faylarla ilgili yeni verilerin elde edilmesi ve gerekse yeni teknolojilerin gelişmesi sonucunda halihazırda kullanılan (1996 yılında yayınlanan) Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasının (TDBH) yeniden hazırlanması zorunlu duruma gelmiştir. Fakat tüm ülke ölçeğinde çalışmalar henüz yeterli düzeyde olmadığından, çalışmaların yeterli düzeye getirildiği bölgelerde bölgesel haritalar üretilerek uygulamaya konabilir.

TDBH'nin Türkiye'ye özgü depremlere bağlı olarak oluşturulmuş, zemin etkisinden arındırılmış, deprem enerjisi azalım bağlantıları, yerel zeminlerin deprem sırasındaki davranışları, büyütme, havza topografya etkileri, sıvılaşma, heyelan gibi ikincil etkilerde kullanılarak ve elde edilen yeni bilgilerin ışığında belirli sürelerle Afet bilgi sistemlerinden de yararlanarak sürekli olarak güncellenmesi amacıyla araştırmaların yapılması gerekmektedir.

### Ülke İçin Potansiyel Yararları

Ülkenin fiziki, bölgesel, çevre düzeni planlamaları ve nazım ve uygulama imar planlamalarının hazırlanması için gerekli en temel çalışma TDBH'nin hazırlanmasıdır. Sürekli güncellenen bir TDBH ile proje hesaplarına katılacak deprem yükü değeri, sağlıklı ve gerçekçi olarak elde edilebilecek, daha güvenilir verilerle inşa edilecek yapıların ekonomik ömrü uzayacak, ülkemizdeki ekonomik kayıplar en aza indirilerek, can kaybının azaltılması garanti edilmiş olacaktır.

## **2.1.5 Ulusal Sismoloji Veri Bankasının Oluşturulması, İşletilmesi ve İlgili Araştırmalar**

### Alanın Tanımı ve Seçilme Gerekçesi

Her türlü deprem verileri için ortak bir taban oluşturulması ilgili araştırmacılar için zorunlu bir gereksinim haline gelmiştir. Oluşturulan verilerin, önceden belirlenmiş bir kurumun çatısı altına toplanılarak kullanıma açık, sistematik ve belirli bir standarta oturtulmuş hale dönüştürülmesi öncelikle ele alınması gereken konulardan biridir.

Ülke genelinde deprem tehlike analizlerinin yapılabilmesi için deprem kaynak zonları ve fayların coğrafik dağılımları, detay harita bilgileri, fay özellikleri ile aletsel ve tarihsel dönem depremsellikleri, paleosismik davranışları ve diğer jeolojik altlık bilgileri ile bütünlük sürekli yararlanabilir ulusal nitelikli deprem bilgi sisteminin oluşturulması gerekir.

Deprem konusunda sağlıklı değerlendirme yapılabilmesi ve buna bağlı olarak deprem zararlarının azaltılması için veriye gereksinim vardır. Araştırmacı ve uygulamacıların bu veriye hızlı şekilde ulaşmaları gerekir. Bu nedenle, hem veri tabanını geliştirmek hem de yaygın kullanımı sağlamak için söz konusu proje deprem araştırmalarının önemli aşamalarından birini oluşturacaktır.

### Ülke İçin Potansiyel Yararları

- Verilerin, isteyen tüm araştırmacıların hizmetine sunulması ile bilimsel araştırmalara destek ve kolaylık sağlanmış olacaktır.
- Veri duplikasyonunun ve kaynak israfının azaltılması gerçekleştirilecektir.
- Deprem zararlarının en aza indirilmesine yönelik çalışmalara katkı sağlanacaktır.
- Depremle ilgili farklı araştırmalarda yöntem geliştirme ve uygulama konusunda gereksinim duyulan yeterli nitelik ve nicelikte veri teminine olanak elde edilecektir.
- Toplumun hızlı ve doğru bilgi esas alınarak bilgilendirilmesini ve
- Deprem zararlarının en aza indirilmesi ile araştırmacılara hızlı bilgi ulaştırılması, bilgi doğruluğunun gerçekleştirilmesi, bilginin verimli kullanılması yapılabilecektir.

### **2.1.6 Sıvılaşma ve Buna Bağlı Zemin Deformasyonları ile Heyelan ve Tsunami Gibi Depremlerle İlişkili İkincil Olayların Araştırılması**

#### Alanın Tanımı ve Seçilme Gerekçesi

Sıvılaşma yeraltı suyunun yeryüzüne yakın olduğu kumlu ve siltli zeminlerde deprem dalgasının etkisi ile oluşmaktadır. Sıvılaşma sonucu zemin taşıma gücünü kaybetmekte ve üzerindeki yapıların hasar görmesine neden olmaktadır.

Yamaç ve şevlerde meydana gelen heyelan, dairesel, düzlemsel veya karışık tipte olabilmektedir. Kaya ortamlarda kaymaların yanında kaya düşmesi oluşabilmektedir. Statik koşullarda duraylı veya kritik denge durumundaki heyelanlar dinamik şartlar altında duraylı halini yitirmektedir. Bu nedenle potansiyel heyelanlı alanlarının incelenmesi amacıyla kuyu içinde yeraltı suyu seviyesi ve kuyu derinliğinin inklinometre veya başka yöntemlerle gözlenmesi, sabit bir röper noktasına göre kuyu başlarında hareketin olup olmadığının sürekli olarak incelenmesi ve duraylılık analizlerinin yapılması gerekmektedir.

Tsunami araştırmaları amacı ile ülkemizde meydana gelebileceği düşünülen kıyılarımızda incelemelerin ve gözlemlerin yapılması gerekmektedir.

### Ülke İçin Potansiyel Yararları

Yerleşim alanlarındaki potansiyel sıvılaşma, heyelan ve tsunami hasarlarının incelenmesiyle yapıların hasarları ve can kaybının azaltılması amacıyla ön bilgiler edinilecektir. İyileştirme yöntemlerinin araştırılması için ön bilgilere ulaşılabilecektir. Bu amaca yönelik olarak yapılacak çalışmalar güvenilir yerleşim alanlarının sağlıklı olarak belirlenmesini sağlayacak ve potansiyel tehlike alanlarının yapılaşmaya kapatılarak farklı amaçlara yönelik olarak (park, bahçe, oyun alanı v.b. gibi)



değerlendirilmesine olanak sağlanacaktır. Dolayısıyla ülkemizin uğrayacağı can ve mal kaybının en aza indirilmesine katkı sağlanmış olacaktır.

### **2.1.6.1 Dinamik Zemin Davranışlarının Araştırılması ve Bunlarla İlgili Olarak Yerleşim Alanlarının Değerlendirilmesi**

#### Alanın Tanımı ve Seçilme Gerekçesi

Özellikle genç alüvyal zeminlerin depremler sırasındaki büyütme, hız değişimi v.b. davranışları ile bu davranışlara bağlı olarak zemin-yapı etkileşimi ve bunların yerleşim alanları ile tesis alanlarına uygulanmasını kapsayan çalışmalardır. Deprem dalgalarının yayılma sırasında zemin özelliklerinin hangi oranda büyütüldüğü sivilaşma ve sivilaşmaya bağlı yer değiştirmeler ve kütle hareketi gibi kalıcı zemin deformasyonlarının ve bunlara karşı alınacak önlemlerin belirlenmesi deprem zararlarının azaltılması açısından öncelikli konulardır.

#### Ülke İçin Potansiyel Yararları

- Kentsel planlama ve mikrobölgeleme çalışmaları ile arazi kullanımı için temel bilgiler ve öngörüler sağlayacaktır.
- Konuyla ilgili gerekli iyileştirme çalışmalarının planlanmasında yol gösterici olacaktır.

### **2.1.7 Ulusal Deprem Bilgi Sistemi Oluşturulması ve Tehlike Haritalarının Güncelleştirilmesi**

#### Alanın Tanımı ve Seçilme Gerekçesi

Gelişmiş teknolojik alet ve tekniklerin kullanılmasıyla deprem konusunda üretilmiş tüm verileri birleştirip coğrafi bilgi tabanlı bir sistem üzerinden herkesin kullanımına sunulacak şekilde bir veri bankası oluşturarak, tehlike haritalarının sürekli olarak güncellenmesine yönelik bilgiler üreterek tüm araştırmacıların kullanımına sunmak, var olan bilgilerin hızlı olarak farklı araştırmacılar tarafından aynı standartta analizinin yapılmasını sağlayacaktır. Sistem sürekli iyileştirmeye ve yeni analiz teknikleri ile geliştirilmeye açık bir yapıda olmalıdır.

Deprem bilgi sisteminde, ulusal bazda işletilen ağlar yardımı ile toplanan verilerin, coğrafi katmanlar üzerinden (aktif fay haritaları gibi) modellemelere bağlı olarak sorgulanmasını (örneğin Coloumb gerilme analizi gibi) sağlayacak ara yüzler ile deprem aktivitesine ve/veya gerilme artışlarına bağlı olarak olası riskli alanların tanımlanması olanağı olacaktır. Bu bilgileri özellikle Afet Bilgi Sisteminin bir parçası olarak kullanmak üzere ihtiyaç duyan kamu kurum ve kuruluşları, herhangi bir deprem sonrası, bölgede var olan aktiviteyi hızlı ve güvenilir bir şekilde izleyebilecek ve var olan fay sistemleri üzerindeki tehlikenin büyüklüğünü belirleyebilecek tehlike haritaları oluşturabileceklerdir.

#### Ülke İçin Potansiyel Yararları

Ülke kaynaklarının, tekrarlı çalışmaların önlenmesi sayesinde etkin ve ekonomik kullanımı sağlanacak, Türkiye Ulusal Coğrafi Sistemleri standartlarının hayata

geçirilmesi olanağına kavuşulacak, araştırmacıların güvenilir bilgiye ulaşması ve ürettikleri sonuçların, var olan bilgilere eksiksiz erişilmesi nedeni ile yüksek kalitede olması garanti edilecek, Afet Bilgi Sistemi'nin en önemli bileşeninin oluşturulması sağlanacaktır.

### **2.1.8 Depremler Öncesi, Sırası ve Sonrasında Gözlenen Anomalilerin Çok Disiplinli Yaklaşımlarla ve Bilimsel Sistemik İle Araştırılması**

#### Alanın Tanımı ve Gerekçesi

Oluşabilecek zarar verici bir depremin aletsel büyüklüğünün, oluş yeri ve zamanının güvenilir yöntemler ve olasılık değerleri ile önceden belirlemek deprem kestirimi olarak tanımlanır. Deprem öncesinde, bölgede biriken yamulma enerjisinin kabukta oluşturacağı fiziksel ve kimyasal değişimlerin izlenmesi ve bu gerilmeler sonucu faylar üzerindeki deformasyon oranları, potansiyel deprem oluş yer ve zamanlarının kestirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Kullanılan yöntemler, sismik hız değişimleri, dalga-yayınım saçınım özelliklerinin değişimi, mikrodepremlerin izlenmesi, fiziko-kimyasal değişimler, yeraltı su-seviye değişimi, kabuk deformasyonlarının jeodetik yöntemler ile izlenmesi gibi alanları içerir.

Türkiye'de ve dünyada büyük depremlerden önce sistemik olmayan ve bir çoğunun fiziksel mekanizması henüz açıklanamayan anomaliler gözlenmiştir/gözlenmektedir. Bu anomalilerin çok disiplinli yaklaşımlarla ve bilimsel sistemik içerisinde araştırılması, karmaşık bir doğa olayı olan depremin daha iyi anlaşılmasına katkı sağlayacaktır. Olası depremlerin önceden kestirilerek olası zararlarının önlenmesi ya da en aza indirgenmesi bu alanda yapılması gereken çalışmaların gerekçesini oluşturmaktadır.

#### Ülke için potansiyel yararları

Deprem önceden kestirim çalışmaları ülkemizin birçok bölgesini kapsayan diri fayların oluşturacağı orta ve büyük depremlerin can ve mal kayıplarının önlenmesini ve/veya azaltılmasına büyük katkı sağlayabilecektir.

- Kestirilecek olası bir depreme karşı alınacak önlemlerle olası can kayıplarının ve ekonomik kayıpların önlenmesi gerçekleştirilecektir.
- Toplumda deprem korkusunun yenilmesi sağlanacaktır.
- Ulvi amacı depremin önceden kestirilmesi olan bu araştırmalar uzun dönemde insanoğlu için çok yararlı bir sonuca ulaşabilecektir.

### **2.1.9 Yer Kabuğu Yapısı ve Jeodinamik Evrimi**

#### Alanın Tanımı ve Seçilme Gerekçesi

Sismik hızların yer kabuğu içinde yayınımları, yer kabuğunun yapısıyla bire bir ilişkilidir. Örneğin, düşük sismik hızlar (P veya S dalga hızları) havzaları, yer kabuğu içindeki yüksek ısı malzemeleri tanımladığı gibi fay zonlarının da karakteristik belirleyicisidirler. Depremlerin yerlerinin doğru olarak belirlenmesi iyi bir istasyon dağılımı yanında kullanılan sismik hız modellerine bağlıdır. Ülkemizdeki yer kabuğu çalışmalarının sayısı çok yetersizdir. Bu konudaki araştırmaların hızlandırılması

gereklidir. Yapılan çalışmalarda çok sayıda alete gereksinim duyulduğundan, bir alet havuzu oluşturulması, bütçe kaynaklarının doğru kullanımı için önemlidir.

Deprem sürecinin doğru anlaşılabilmesi için ilk hedef buna neden olan tektonik süreçlerin açıklanması olmalıdır. Bu süreçler kabuk ölçeğinden, Litosfer'e kadar uzanan bir ortamın ayrıntılı araştırılmasını gerektirir. Bölgesel jeodinamik evrimin belirlenmesi, kabuk yapısı, sismik hız yapısı, gerilme alanları, ısı akısı ve benzeri parametrelerin zaman ve uzay ortamında dağılımı ve değişimi öncelikli hedefler arasındadır. Ayrıca tektonik hareketliliğin temel kaynağı olan Manto konveksiyonu (yayınımı) ve bunun Litosferik ölçekteki levha davranışlarına etkisi önemli araştırma konuları arasındadır.

Ülkemizde yapılacak bu tür araştırmalar, deprem tehlike değerlendirmelerinin yanısıra, Doğu Akdeniz'in jeodinamik evriminin açıklanabilmesi için anahtar rol oynamaktadır. Çok karmaşık yönleri olan bu tektonik yapının anlaşılması için, geçmişte de çok yetkin araştırmalar yapılmış, ancak son yıllarda gelişmiş teknolojiler yardımıyla elde edilen güncel veriler bu çalışmaların yeniden ele alınmasının şart olduğunu göstermiştir.

17 Ağustos 1999 depremi örneğinde olduğu gibi deprem zarar dağılımlarının her zaman faya olan uzaklık ile açıklanamadığı görülmüştür. Bu farklılık belirli bir ölçüde zemin ve yapısal koşullar ile açıklansa da, belli bir oranda da fayın kırılma özelliklerinden (örneğin Avcılar için yönelim (directivity) etkisi) de kaynaklandığı bilinmektedir. Bu tür sorular fay kırılma ayrıntılarının belirlenmesi ile cevaplanabilecektir. Ayrıca Türkiye, oluşan depremlerin büyüklüğü ve çeşitliliği açısından bakılırsa kırık zonlarının ayrıntılı araştırılması açısından doğal bir laboratuvar konumundadır.

Depremlerin oluşmasıyla ilgili her türlü araştırma ve değerlendirme, yer kabuğunun yapısı ve dinamikleriyle ilgili bilgiyi gerektirir. Bu değerlendirmelerin sağlıklı şekilde yapılarak deprem konusuyla ilgili diğer araştırmalara da katkıda bulunmak amacıyla bu tür araştırmaların yapılmasına ihtiyaç duyulmuştur. Bu çalışmalar deprem olayının mekanik ve fiziksel açıdan anlaşılmasını sağlayacak sayısal ve deneysel model çalışmaları içermektedir. Anadolu levhasına münhasır moho süreksizliğinin geometrisi, Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu Faylarının ve diğer fayların geometrisinin tanımı için faylanma, deprem gerilme ve deformasyon mekanizmalarının daha iyi anlaşılmasına yönelik mekanik ve analitik modellerin araştırılmalarda kullanılmasının büyük yararları vardır.

Deprem zararlarının azaltılması konusunda deprem olgusunun iyi tanınması gerekir. Deprem de bir kaya kırılması-deformasyonu olduğu dikkate alınarak konunun fiziksel boyutunun da açıklanması olasıdır. Bu amaçla sayısal ve deneysel yöntemlerin yanı sıra yerinde gerilme ölçümleri ile istatistiksel değerlendirmelerin yapılması da gerekir. Bu araştırma alanı, depremlerin önceden kestirilmesi çalışması için de gereklidir

### Ülke İçin Potansiyel Yararları

- Deprem tehlike haritalarının oluşturulmasında temel verileri sağlayan araştırmalardır.

- Ülke çapında deprem oluşumunu levha ve blok hareketleri bağlamında kökenini araştırmak , bölgesel fay kinematiği özelliklerinden yola çıkarak ülkedeki deprem tehlikesinin değerlendirilmesi açısından temel girdi niteliğindedir
- Deprem oluşumunun anlaşılmasında ve deprem zararlarının azaltılması çalışmalarında temel bilgi oluşturacaktır.
- Konuyla ilgili diğer araştırmalara da katkıda bulunacaktır.
- Deprem oluş şekli ve mekanizması hakkında bilgi verecek ve depremlerin önceden kestirimi konusunda işlenebilecek yöntemlerin geliştirilmesini katkı sağlayacaktır.
- Levha hareketlerinin tasarlanması bakımından önemlidir.

### **2.1.10 Artçı Deprem, Deprem Fırtınaları ve Deprem Yüzey Kırıklarının Araştırılması**

#### Alanın Tanımı ve Seçilme Gerekçesi

Büyük depremler sonrası deprem yüzey kırıklarının araştırılması, deprem sonrası oluşan deformasyonların belirlenmesi, artçı depremlerin izlenmesi, deprem fırtınalarının gözlem altına alınması ile depreme neden olan fay sistemlerinin özelliklerinin kinematik ve dinamik olarak belirlenmesi, bölgede var olan diğer fay sistemleri üzerinde olası bir tetikleme için önceden hazır olunmasını ve gelecekte bölgede tekrar olabilecek bir depremin yapacağı etkinin tüm özellikleri ile ortaya konmasını sağlayacaktır.

Bu amaçla, deprem kayıt sistemleri (sismolojik ve GPS gibi) ile lojistik ekipmanlardan oluşan bir alet parkı kurularak, deprem bölgesine en kısa zamanda ulaşmak ve yoğun olarak kurulacak geçici ağlar ile bölgeyi gözlem altına almak, toplanan bilgilerin yerinde analizini ve yüzey kırıkları ile ilişkilendirilerek modellenmesini sağlayacak geçici bir araştırma merkezini bölgede kurmak gereklidir.

#### Ülke İçin Potansiyel Yararları

Deprem kaynak özellikleri, kırılma uzunluğu, derinliği, gerilme alanlarının yayılımı, değişimi ve diğer faylarla olan ilişkisinin ortaya çıkarılması sağlanacak ve bu özelliklerin belirlenmesi ile geleceğe yönelik deprem riski öngörülerinin geliştirilmesi sağlanacaktır.

### **2.1.11 Deprem ve Deprem Mühendisliği Araştırmaları İçin Teknolojik Destek Biriminin Oluşturulması**

#### Alanın Tanımı ve Seçilme Gerekçesi

Bilimsel ve uygulamalı araştırmalar için alt yapı eksiklikleri nedeniyle ARGE yapamayan araştırmacılar için cihaz, gereç ve diğer teknolojik alt yapı desteği sağlanmalıdır.

#### Ülke İçin Potansiyel Yararları

- Alt yapısı olmayan araştırmacıları araştırma-geliştirmeye motive etmek.

- Ulusal kaynakların tasarruflu kullanılmasını sağlamak.
- Bakım, onarım, kalibrasyon işleminin hızlı ve profesyonelce yapılmasını uygun insan kaynakları yaratarak sağlamak.

## **2.1.12 Deprem Kataloğu Standardının Oluşturulması**

### Alanın Tanımı ve Seçilme Gerekçesi

Bir bölgenin depremselliğinin belirlenebilmesi güncel ve tarihsel depremlerinin iyi bilinmesiyle mümkündür. Farklı disiplinlerden sağlanacak veriler (arkeolojik, tarihsel v.b.), belirli bir standart çerçevesinde düzenlenerek derlenmeli ve mevcut deprem kataloglarını güncellemek amacı ile kullanılmalıdır. Elde edilen bilgiler ile deprem kaynaklarının tarihsel dönemlerdeki davranışlarını araştırarak, gelecekteki davranışlarını analiz etmek mümkün olacaktır.

### Ülke İçin Potansiyel Yararları

Depremlerin dönüşüm periyotları, etki sahası belirlenebilecek, tehlike ve risk analizlerinin daha çok veri kullanılarak yapılması sağlanacaktır. Deprem Bölgeleri Haritası'na katkı sağlanacaktır.

## **2.1.13 Deprem Dalgalarının Yayılım Özelliklerinin Araştırılması**

### Alanın Tanımı ve Seçilme Gerekçesi

Bir bölgenin yerel olarak bir depreme tepkisi ve oradaki yer hareketinin tanımlanması için o bölgenin sığ ve derin sismik dalga yayılımı bilgisinin eksikliği, yer değiştirme, hız ve ivme değerlerinin eksikliğinin giderilmesi gerekmektedir. Senaryo deprem kaynakları için, kaynak çevresinde herhangi bir noktada oluşması beklenen yer hareketinin (yer değiştirme, partikül hızı veya ivme) modellenmesini yapmak çok önemlidir. Ağırlıklı olarak, deprem kaynağındaki kırılma/faylanma süreci için kinematik, dinamik ve hibrid yaklaşımlar kullanılarak elde edilecek sentetik sismogram üretimi yapılmalı ve bölgedeki deprem tehlikesinin sorgulanması model bazlı gerçekleştirilmelidir.

### Ülke İçin Potansiyel Yararları

- Senaryo deprem kaynakları oluşturulabilir.
- Deprem zararlarını azaltmada mevcut ve yapılacak yapılaşmayı doğru yönlendirme ve planlamaya katkı sağlama, kayıpların azaltılması, dolayısıyla ekonomik kayıpların azaltılması.

## 2.1.14 Fay Zonu İçerisinde Kabuk Kırılma Süreçlerinin Araştırılması

### Alanın Tanımı ve Seçilme Gerekçesi

Bu çalışmalar deprem olayının mekanik ve fiziksel açıdan anlaşılmasını sağlayacak sayısal ve deneysel model çalışmalarını içermektedir. Son yıllarda deprem araştırmalarının en yoğunlaştığı alan kabuktaki kırılma ayrıntılarının belirlenmesi ve bu ortamda geçerli olan fiziko-kimyasal süreçlerin anlaşılması olup, bu konu deprem olgusunun açıklanması için çok önem taşımaktadır. Kırılma sürecinin heterojen özellikleri, atım dağılımları, elastik parametrelerin değişimi, kırılma dinamiği gibi konular deprem biliminin en güncel araştırma konuları arasındadır.

Ülkemiz, oluşan depremlerin büyüklüğü ve çeşitliliği açısından bakılırsa kırık zonlarının ayrıntılı araştırılması açısından doğal bir laboratuvar konumundadır. Deprem de bir kaya kırılması-deformasyonu olduğu dikkate alınarak konunun fiziksel boyutunun da açıklanması olasıdır. Bu amaçla sayısal ve deneysel yöntemlerin yanı sıra yerinde gerilme ölçümleri ile istatistiksel değerlendirmelerin yapılması da gerekir. Bu araştırma alanı, depremlerin önceden kestirilmesi araştırmaları ve deprem zararlarının en aza indirilmesi açısından da gereklidir.

### Ülke İçin Potansiyel Yararları

- Deprem oluş şekli ve mekanizması hakkında bilgi verecek ve depremlerin önceden kestirimi konusunda işlenebilecek yöntemlerin geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.
- Günümüzde gelişen iletişim ve bilişim teknolojileri ile yapılan ayrıntılı ölçümler, depremlerin daha önce varsayıldığı gibi homojen bir şekilde kırılmadığını açık bir şekilde göstermiştir. Özellikle, atım dağılımının çok heterojen olması, bugüne dek kullanılan ampirik yöntemleri (azalım ilişkileri, vs) sorgular durumdadır. Yine bugüne kadar hesaba katılmamış olan deprem anında kırılmanın yönü, hızı, gibi parametrelerin yerel ivmeyi ne kadar etkilediği, bunun ileride kaçınılmaz biçimde hesaba katılması zorunluluğu olduğu ve bu sorunun bugünden itibaren ele alınmasının yararlı olduğu açıktır.

## 2.1.15 Afet Bilgi Sistemi (ABS) Oluşturulması ve Tehlike Haritalarının ABS Destekli Güncellenmesi

### Alanın Tanımı ve Seçilme Gerekçesi

Başta deprem sonrası olmak üzere, deprem öncesi ve sırasında insana yönelik tüm sosyo-ekonomik faaliyetlerin düzenlenmesi ve gerekli tedbirlerin alınması kapsamında her türlü oluşumun (yer bilimleri girdileri, yapısal-yol, elektrik v.b. bilgiler, insan kaynakları v.b.) yönlendirme ve yönetme anlamında bir araya getirilmesi sağlanarak; deprem öncesi sosyal ve fiziksel risklerin belirlenmesi, deprem meydana gelmeden potansiyel risk alanlarına göre yaşamsal konuların düzenlenmesi ve bunlara göre toplumun yönlendirilmesi, deprem ve diğer afetlerde (meteorolojik ve hidrolojik kaynaklı) yaşamsal kaynakların doğru olarak ve zamanında kullanıma sunulması sağlanacaktır.

Deprem Bilgi Sistemi, Afet Erken Uyarı Bilgi Sistemi gibi ana elemanların birer parçası olduğu coğrafi bilgi sistemi tabanlı ABS, iller bazında kurulduğu takdirde, iller arasında uyumlu bir koordinasyon sağlanacak ve merkezi yönetim tüm yapıyı izleyebilecek, karar destek sistemi olarak hizmet verebilecektir. Bu sayede ulusal programlar daha hızlı ve sağlıklı bir şekilde yenilenebilecektir. Her türlü veri bilgisayar ortamına aktarılacak, gerektiğinde işlenebilecek, analiz edilebilecek, sorgulanabilecek ve tehlike haritaları sürekli olarak güncelenebilecektir.

Afet yönetiminin her kademesinde görev alacak kamu kurum ve kuruluşlarının, sivil toplum örgütlerinin ve personelin afet yönetimindeki görev ve sorumluluklarının belirlenmesi, bu personelin afet yönetimi konusunda eğitilmesi, olası bir afet sırasında ve sonrasında bu kurumlar arasındaki koordinasyonun planlanmasında, tehlike haritalarından elde edilen risk analizleri ile ABS kapsamında yapılacaktır.

### Ülke İçin Potansiyel Yararları

ABS sayesinde, ülkemizde afet yönetimine yönelik standartların oluşturulması ve Türkiye Ulusal coğrafi sistemleri standartlarının hayata geçirilmesi sağlanacaktır. Kaynakların tekrarlanması önlenerek etkin kullanımı garanti edilecek, can ve mal kayıpları en alt düzeyde tutulabilecektir. Ulusal depreme karşı hazırlık planları, yıllık bazda sürekli güncellenebilecek; afet yönetiminin dört evresi olan hazırlıklı olma, zarar azaltma, müdahale ve iyileştirme çalışmalarına önemli destek sağlayacaktır.

## **2.1.16 Afetler Konusunda Toplum İçin Eğitim Tekniklerinin Geliştirilmesi**

### Alanın Tanımı ve Seçilme Gerekçesi

Ülkede yerleşim alanlarının hemen tamamının deprem tehlikesi altında bulunması, öncelikle yapı sektörüyle doğrudan ilgili herkesin (yer bilimci, şehir planlamacısı, mimar, inşaat mühendisi, tekniker usta, kalfa, amele v.b.) depremlerle ilgili eğitimden geçirilip sertifikalandırılması ve deprem öncesi, sırası ve sonrasında yapılması gerekenlerin öğretilmesi **yaşamsal önemdedir**.

Deprem oluşumu, özellikleri, deprem zararlarının nedenleri, deprem öncesinde, sırasında ve sonrasında yapılması gereken çalışmaların anlatılması için görsel ve yazılı malzemeler (kitap, gazete, CD, televizyon, internet gibi) aracılığıyla toplumun eğitilmesi sağlanmalıdır. Özellikle bu konuda orta eğitim kurumlarında “deprem dersi”nin zorunlu olarak konması ve yeni eğitim teknolojisinin geliştirilmesini hedeflenmelidir.

### Ülke İçin Potansiyel Yararları

Deprem zararlarının azaltılması hem halkın hem de sektör elemanlarının eğitimiyle mümkündür. Kurtarma, ilk ve acil yardım konularındaki eğitim, can kayıplarının azaltılmasına katkı sağlayacaktır. Deprem ülkesinde depremle birlikte yaşamayı öğrenmekle pek çok problem çözümlenmiş olacaktır.

## **2.1.17 Afet Erken Uyarı Sistemlerinin Oluşturulması ve ABS ile Entegrasyonu**

### Alanın Tanımı ve Seçilme Gerekçesi

Deprem ve Tsunami erken uyarı sistemleri yardımıyla ülke düzeyinde meydana gelen depremlerin yer ve oluş zamanlarının en kısa süre içerisinde belirlenmesi sonucu, depremlerin uzaklığına bağlı olarak ana yıkıcı deprem dalgaları gelmeden önlemler alma ve depremler sonucu oluşan tsunami dalgalarının olası büyüklüğü, karaya olan uzaklığı ve varış zamanının saptanması olanağı olacaktır.

Elde edilen bilgiler Afet Bilgi Sistemine (ABS) entegre edilerek, özellikle acil yardım ekiplerinin gerekli önlemleri en kısa sürede alma olanağı olacaktır.

Bu sistemlerin başarısı, kurulacak erken uyarı sistemlerinin teknik özelliklerine ve toplanan verilerden modelleme yardımı ile hızlı sonuç üreten, araştırmaya açık algoritmaların etkinliğine bağlıdır.

### Ülke İçin Potansiyel Yararları

Yaşamsal değeri yüksek olan arterlerin (elektrik, doğalgaz v.b.), erken uyarı sistemlerinden gelen bilgiler sonucunda, en kısa zaman içinde devreden çıkartılması ile doğacak olan zararların azaltılması sağlanacak, özellikle tsunami için, olası durumlarda, yerleşim yerlerinin bile boşaltılması sağlanarak can kaybını azaltmak mümkün olacaktır.

## **2.1.18 Şiddet-Azalım İlişkilerinin Belirlenmesi**

### Alanın Tanımı ve Seçilme Gerekçesi

Yerleşim merkezlerinin çevrelerinde deprem odak noktasına olan uzaklıkları ve zemin özellikleri dikkate alarak etkilenme durumların belirlenmesi amaçlanmaktadır. Özellikle genç alüvyal zeminlerin depremler sırasındaki büyütme, hız değişimi v.b. davranışları ile bu davranışlara bağlı olarak zemin-yapı etkileşimi ve bunların yerleşim alanları ile tesis alanlarına uygulanmasını kapsayan araştırmalar gerçekleştirilmelidir. Elde edilen bilgiler, kentsel planlama, mikrobölgelendirme ve depreme dayanıklı yapıların tasarımı için gereklidir.

### Ülke İçin Potansiyel Yararları

- Deprem zararlarının azaltılması gerçekleştirilecektir.
- Kentsel planlama ve mikrobölgeleme çalışmaları ile arazi kullanımı için temel bilgiler ve öngörüler sağlayacaktır.
- Konuyla ilgili gerekli iyileştirme çalışmalarının planlanmasında yol gösterici olacaktır.



## 2.2 Deprem Mühendisliği

Deprem mühendisliği araştırmalarında 9 öncelikli araştırma alanı belirlenmiştir:

1. Kentsel deprem risklerinin belirlenmesi için Türkiye'ye özgün modeller geliştirilmesi
2. Mühendislik alt yapılarının deprem davranışlarının belirlenmesi ve deprem yönetmeliklerinin hazırlanmasına ilişkin bilimsel çalışmalar
3. Aktif ve pasif sismik kontrol sistemlerinin geliştirilmesi
4. Mevcut yapı ve temel sistemlerinin deprem davranışı ve hasar görme nedenlerinin belirlenmesine yönelik bilimsel çalışmalar
5. Mevcut yapı sistemlerinin güçlendirilmesine yönelik bilimsel araştırmalar
6. Tarihi yapıların deprem performanslarının belirlenmesi ve korunmasına yönelik bilimsel çalışmalar
7. Kentsel dönüşüm uygulamaları ile ilgili araştırma konuları
8. Depremlerde zeminlerin dinamik davranışlarının ve üst yapıya etkilerinin araştırılması
9. Depreme dayanıklı yapı üretiminde ileri malzemelerin kullanımının araştırılması.

Her alanın tanımı, seçilme gerekçesi ve ülke için potansiyel yararları izleyen paragraflarda açıklanmaktadır.

### 2.2.1 Kentsel Deprem Risklerinin Belirlenmesi İçin Türkiye'ye Özgü Modellerin Geliştirilmesi

#### Alanın Tanımı ve Seçilme Gerekçesi

Türkiye'de yerleşim yerlerinin gerek yer seçimi, gerekse fiziki biçimlenme ve yapılaşma açılarından incelenmesi ve oluşmuş mevcut risklerin azaltılması konusunda yöntem geliştirme ve uygulama araştırmaları aşağıdaki araştırma konularından meydana gelmektedir.

1. Kentsel ölçekte deprem zararlarının belirlenmesi için uygulanabilecek çeşitli alternatif yöntemlerin araştırılması,
2. Yerel yapıım özellikleri göz önüne alınarak çeşitli alternatif yöntemlerin kabul edilebilirliklerinin incelenmesi,
3. Deprem tehlikesi ve yerleşim yerleri özelliklerine göre kentsel risk dağılımı araştırmaları,
4. Yerel yönetimlerde sismik risk ve zarar azaltma amaçlı veri tabanlarının kurulması ve işletmeciliği.

Ülkemiz genelinde kentsel risklerin belirlenmesi ve bu risklerin azaltılması için çeşitli çalışmalar yapılmış ve yapılmaktadır. İstanbul ve İzmir için yapılan birkaç uygulama dışında, kentsel deprem hasarlarının (kayıplarının) bilimsel yöntemlerle tahmin edilmesi doğrultusunda hemen hiçbir çalışma yapılmış değildir. Bu konularda İstanbul ve Ankara gibi kentlerimizdeki üniversitemizde önemli bir bilgi birikimi oluşmuştur. Bugün İstanbul metropolü için üniversitemizin hazırlamış oldukları İstanbul Deprem Master Planı bunun en güzel örneğidir. Bu paralelde deprem tehlikesi yüksek olan diğer kentlerimizde (örneğin Kahramanmaraş, Antakya, Denizli, Bingöl, Malatya, vb.) benzer çalışmaların ivedilikle yapılması gereklidir. Bölge üniversitelerinin yerel belediyelerle oluşturacakları konsorsiyumların, deneyim sahibi üniversitelerin ilgili gruplarının danışmanlığında yürütecekleri bu çalışmalar hem bölgeye know-how aktarılması, hem de bölge üniversitelerinin diğer üniversitemizle etkileşime girerek artı değer üretmesi açısından çok önemlidir. Bilimin ve bilgi birikiminin, yerel problemlerin çözümünde paylaşılmasına yönelik olarak devreye sokulacağı bu modelle özelden çalışmanın yapıldığı bölge, genelde ise tüm ülkemiz kazançlı çıkacaktır.

### Ülke İçin Potansiyel Yararları

Öncelikle Türkiye’de inşa edilmiş bulunan ve inşasına devam edilen bina tipolojilerinin, ilk planda taşıyıcı sistem özellikleri göz önünde tutularak rasyonel bir sınıflandırması yapılmış olacak ve buna bağlı olarak standart bir bina envanteri veri toplama sistemi geliştirilmiş olacaktır. Kentsel deprem risklerinin belirlenip bu risklerin azaltılmasına yönelik faaliyetler kentsel psikolojinin iyileştirilmesi ve sosyal kayıpların azaltılmasını sağlayacaktır. Bu tür projeler bölge üniversitemizin akademik faaliyetlerine büyük katkı sağlayabilecek bir potansiyel oluşturacaktır.

## **2.2.2 Mühendislik Alt Yapılarının Deprem Davranışlarının Anlaşılmasına İlişkin Bilimsel Çalışmalar**

### Alanın Tanımı ve Seçilme Gerekçesi

Binalar ve bina türü yapılar dışındaki diğer mühendislik yapıları (köprüler, barajlar, kıyı ve liman yapıları, alt yapı şebekeleri, vb) için Türkiye’de yasal olarak yürürlükte olan deprem yönetmelikleri mevcut bulunmamaktadır. Bu nedenle uygulamada genellikle yabancı ülkelerin yönetmelikleri kullanılmak zorunda kalınmakta, ancak bu yönetmeliklerin genel felsefeleri, yaklaşımları ve yaptıkları varsayımlar, ilgili ülkelerin özel koşulları ve yerleşik mühendislik pratiği ile ilişkili olduğundan, yabancı yönetmeliklerin doğrudan kullanımı yanlış uygulamalara yol açabilmektedir. Buna yönelik olarak bina dışı mühendislik yapıları için deprem yönetmeliklerinin hazırlanmasına ilişkin bilimsel çalışmalar yapılması, hasar nedenlerinin belirlenmesi ve güvenli tasarım yöntemlerinin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmaların sonuçları mevcut yönetmeliklerin geliştirilmesine ve yeni yönetmeliklerin hazırlanmasına taban oluşturacaktır.

### Ülke İçin Potansiyel Yararları

Söz konusu yönetmeliklerin hazırlanması ile ülkemizde yapılacak tüm mühendislik yapılarının tasarımlarının ortak bir tasarım felsefesi çerçevesinde gerçekleştirilmesi ve depreme karşı güvenliklerinin üniform bir biçimde sağlanması mümkün olacaktır.

Bu bağlamda, tasarımlarda esas alınacak deprem tehlike düzeyleri ile yapılarda sağlanması gereken performans düzeylerinin tanımı ortak esaslara bağlanacak, performans esaslı lineer ve nonlineer hesap yöntemlerinin uygulanması bakımından bina deprem yönetmeliği ile uyum sağlanmış olacaktır. Depremden sonra alt yapı şebekesinin çalışır durumda bulunması, hayatın devam etmesi ve gerekli yardım ve müdahalenin yapılması bakımından da önemlidir. Bunlara ait bağlantı ve birleşim detaylarının araştırılması ve geliştirilmesi deprem zararlarının azaltılmasına önemli katkı sağlayacaktır.

### **2.2.3 Mevcut Yapı ve Temel Sistemlerinin Deprem Davranışlarının ve Hasar Görme Nedenlerinin Belirlenmesi İçin Bilimsel Çalışmalar**

#### Alanın Tanımı ve Seçilme Gerekçesi

Ülkemizdeki mevcut yapı stoğunun önemli bir bölümünün en temel depreme dayanıklı yapımların ilkeleri gözlemlenmeden üretilmiş olmaları nedeniyle deprem etkileri karşısında yeterli güvenliğe sahip olmadığı bilinmektedir. Meydana gelen depremler büyüklüklerinin gerektirdiğinden çok daha fazla hasara, can ve mal kaybına neden olmaktadır. Bu kayıpları en aza indirgeyebilmek için deprem güvenliği yeterli olmayan yapıların zayıflıklarının tespiti gereklidir. Bu tespitin mümkün olabildiğince gerçekçi olarak yapılabilmesi için mevcut tipik yapı ve temel türlerinin deprem performanslarını deneysel ve analitik olarak saptamaya yönelik çalışmalar büyük önem taşımaktadır. Ülkemizdeki mevcut yapıların önemli bir bölümü ülkeye has karakteristik özellikler taşımakta olduğundan, gelişmiş ülkelerde mevcut yapıların deprem davranışı için yapılmış bulunan araştırmaların sonuçları bu yapılar için geçerli olmamaktadır. Bu nedenle Türkiye'deki mevcut yapıların ve temellerin karakteristikleri, yerel şartlar dikkate alınarak incelenmelidir. Bu çalışmalar gerek şehirlerde mevcut betonarme ve yığma yapıları, gerekse köylerdeki mühendislik hizmeti görmemiş yapıları içermelidir.

#### Ülke İçin Potansiyel Yararları

Mevcut yapı stoğunun deprem güvenlikleri belirlenirken öncelikli yapı özelliklerinin deneysel ve analitik olarak tespiti ve/veya teyidi ile mevcut yapılar için kullanım, güçlendirme ya da yıkım kararlarının daha büyük doğrulukla alınması sağlanacaktır. Bu şekilde daha gerçekçi olarak alınacak kararlarla önemli bir ekonomik kaybın önüne geçilebilecektir.

### **2.2.4 Mevcut Yapı Sistemlerinin Güçlendirilmesine Yönelik Bilimsel Araştırmalar**

#### Alanın Tanımı ve Seçilme Gerekçesi

Ülkemizdeki mevcut yapı stoğunun önemli bir bölümünün deprem etkileri karşısında yeterli güvenliğe sahip olmadığı bilinmektedir. Bu nedenle yaşanan depremlerde önemli can ve mal kayıpları verilmektedir. Bu kayıpları en aza indirgeyebilmek için deprem güvenliği yeterli olmayan mevcut yapıların iyileştirilmesi gerekmektedir. Ülkemizdeki mevcut yapıların önemli bir bölümü, bizim ülkemize has karakteristik özellikler taşımakta olup, çoğu kez yoğun araştırma çalışması yapan gelişmiş ülkelerde mevcut yapıların güçlendirilmesi üzerine elde edilmiş olan araştırma sonuçları, bu yapılar için geçerli olmamaktadır. Bu amaçla mevcut tipik yapı türleri

için ekonomik, kolay uygulanabilen güçlendirme yöntemlerinin araştırılması büyük önem taşımaktadır. Bu aşamada gerek şehirlerimizdeki betonarme ve yığma yapıların, gerekse köylerde mevcut mühendislik hizmeti görmemiş yapıları kapsaması gerektiği açıktır. Bu çalışmalar sonucunda aynı zamanda Deprem Yönetmeliği'nin güncellenmesi konusunda önemli veriler elde edilebilecektir. Ayrıca malzeme teknolojilerinde ortaya çıkan gelişmeler sonucu kullanılmaya başlanan yeni teknoloji malzemelerin mevcut yapıların güçlendirilmesi amacı ile kullanılması konusunda önemli bilgiler elde edilebilecektir. Hastane gibi boşatılmadan güçlendirilmesi gereken yapılar için uygun güçlendirme tekniklerinin araştırılması da önemlidir. Özellikle kolay ve yaygın biçimde uygulanabilir basit inceleme ve güçlendirme yöntemlerinin geliştirilmesi çok faydalı olacaktır.

### Ülke İçin Potansiyel Yararları

Ekonomik ve yapıyı kullananları en az rahatsız edecek güçlendirme yöntemlerinin belirlenmesi sonucu, deprem güvenliği yetersiz mevcut yapıların güçlendirilmesi yaygınlaştırabilir, ve olası can ve ekonomik kayıplar en aza indirgenebilir.

## **2.2.5 Kentsel Dönüşüm İle İlgili Araştırma Konuları**

### Alanın Tanımı ve Seçilme Gerekçesi

Türkiye'de yerleşim yerleri gerek yer seçimi, gerekse fiziki biçimlenme ve yapılaşma açılarından çarpıcı ölçülerde, ancak denetimsiz büyümeler göstermiştir. Deprem tehlikesi altında oluşan büyük ölçülerdeki kentsel risklerin azaltılması ülkemiz için yaşamsal önceliklidir. Türkiye'de kentsel deprem zararlarının azaltılmasının en rasyonel yolunun kentsel yenileme olduğu günümüzde genel kabul görmektedir. Kentsel dönüşüm/yenileme ile ilgili başlıca araştırma konuları aşağıda sıralanmaktadır:

1. Yüksek risk gösteren yerleşim alanlarında iyileştirme, yenileme, güçlendirme uygulamaları için yöntem geliştirme.
2. Kentsel fiziki ve sosyal iyileştirme (dönüşüm) projelerinde yöntem araştırması.
3. Türkiye'de antik dönemden başlayarak farklı kültürlerin ve yerleşim biçimlerinin depreme ilişkin davranışlarının araştırılması.
4. Deprem bölgesi özellikleri ve yöresel nitelikleri gözeten uygun mimarlık örnekleri araştırmaları.
5. Yüksek riskli kentsel alanlarda dönüşüm projeleri için kentsel doku ve yapılaşma ile toplumsal örgütlenme ve iletişim biçimleri araştırmaları.
6. Deprem tehlikesi ve sosyo-ekonomik gelişmelere göre Türkiye kentsel politikalarının değerlendirilmesi.
7. Kentlerde zarar azaltma ve depreme hazırlıklı olma ile ilgili merkezi kuruluşlar, yerel yönetimler, özel sektör ve sivil toplum kuruluşlarının politikaları, eylem planları, uygulama ve eşgüdümünün güçlü ve zayıf yönlerinin araştırılması.
8. Kentsel dönüşüm sırasında ortaya çıkabilecek sosyal ve psikolojik sorunların çözümüne yönelik araştırmalar.
9. Kentsel dönüşüm süreçlerinin ekonomik verimliliğinin araştırılması.
10. Ülkemize has yapılar için ekonomik ve güvenli yıkım tekniklerinin araştırılması.
11. Türkiye'de kentsel inşaat molozlarının önemli bir kısmını oluşturan düşük kaliteli beton ve tuğla malzemelerinin, alternatif hafif agrega ve hafif dolgu

- duvarı malzemesi kaynakları olarak değerlendirilebilmesi için ayrıntılı teorik ve deneysel çalışmalar yapılması, üretim teknolojisinin geliştirilmesi.
12. Betonarme donatı çeliğinin inşaat molozundan kolaylıkla ayrılabilmesini ve hurda olarak değerlendirilmesini sağlayacak teknolojinin geliştirilmesi.
  13. İnşaat molozlarının yeniden değerlendirilerek geri kazanılması konusundaki araştırma çalışmaları.

#### Ülke İçin Potansiyel Yararları

Kentsel yenileme çalışmalarının deprem riski yüksek kentlerimizde uygulanması ile bu kentlerde deprem risklerinin azaltılması çalışmaları gerçekçi biçimde planlanabilecek, aynı zamanda geçmişte oluşmuş kentsel kusurların da giderilmesine olanak sağlanabilecektir.

### **2.2.6 Tarihi Yapıların Deprem Performanslarının Belirlenmesi ve Korunmalarına Yönelik Bilimsel Çalışmalar**

#### Alanın Tanımı ve Seçilme Gerekçesi

Büyük bir bölümü yığma, ahşap veya bunların karışımından oluşan mevcut tarihi yapıların deprem güvenliklerinin belirlenmesi ve yeterli güvenliğe sahip olmayan yapıların, tarihi özelliklerini de koruyacak şekilde iyileştirilmelerini öngören tekniklerinin geliştirilmesi öngörülmektedir.

#### Ülke İçin Potansiyel Yararları

Yurdumuzda bulunan tarihi yapıların sayıları, her geçen gün dikkatsiz uygulamalar sonucunda azalmaktadır. Bu yapıların onarım ve güçlendirilmesi ile ilgili olarak Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kurulları bulunmaktadır. Ancak bu kurullar sadece mimarlık tarihi, restorasyon, restitusyon kavramları çerçevesinde binaları inceler, taşıyıcı sistem güvenliği ile ilgili konuları uygulamayı yapacak inşaat mühendisine bırakır. Taşıyıcı sistem güvenliği konusunda belirgin belgelerin bulunmaması, çok çeşitli uygulamaların da ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Konunun karmaşıklığının çok belirgin kuralların konulmasına imkan vermediği açıktır. Ancak, mümkün olan ana çerçevenin inşaat mühendisliği bakış açısından da ele alınması ve inşaat mühendislerine kılavuz olacak bir belgenin hazırlanması bu araştırma alanının hedefini oluşturmaktadır.

### **2.2.7 Aktif ve Pasif Kontrol Sistemlerinin Geliştirilmesi ve İlgili Yönetmeliklere İlişkin Bilimsel Çalışmalar**

#### Alanın Tanımı ve Seçilme Gerekçesi

Özellikle hastaneler, afet yönetim merkezleri ve benzeri özel amaçlı yapılarda ve yeterli deprem güvenliğine sahip olmayan mevcut yapıların güçlendirilmesinde, deprem performansının artırılması amacıyla, taban izolasyonu ve enerji sönümleyici aygıtlar gibi aktif ve pasif kontrol sistemlerinin ülkemiz koşullarına uygun olarak

geliştirilmesine yönelik araştırmaların yapılması ve bu aygıtların kullanımına ilişkin yönetmeliklerin hazırlanması öngörülmektedir. Bu yöntemlerin yeni yapılarda kullanımı üzerinde de araştırmalar ekonomik açıdan yararlı çözümler sağlayabilir.

### Ülke İçin Potansiyel Yararları

Aktif ve pasif sismik kontrol teknolojileri tüm dünyada hızla gelişmekte ve giderek daha yaygın biçimde uygulanmaktadır. Bu sistemlerin özellikle deprem sırasında hemen kullanımı zorunlu olan hastaneler, afet yönetim merkezleri ve benzeri özel amaçlı yapılardan başlamak üzere giderek diğer binalarda ve ayrıca köprü ve viyadüklerde, büyük tanklarda ve kuvvet santrallerinde kullanılması, hem potansiyel hasar risklerini azaltmakta, hem de yüksek deprem düzeyleri altında yapıların deprem performanslarını arttırılmasını sağlamaktadır. Aktif ve pasif kontrol sistemlerine ilişkin bilimsel çalışmalar, kısa ve orta vadede bu teknolojilerin gereği olan ekipman ve malzemelerin ülkemiz koşullarında ekonomik olarak üretilmesine de katkı sağlayacaktır.

### **2.2.8 Depremlerde Zeminlerin Dinamik Davranışlarının ve Üst Yapıya Etkilerinin Araştırılması**

Zemin deprem davranışının üst yapıya etkisi üç farklı alt araştırma konusu içinde değerlendirilebilir:

1. Zemin, yapı ve temel özelliklerine bağlı olarak sıvılaşmanın üstyapı üzerindeki olumsuz etkilerinin belirlenmesi.
2. Türkiye’de mevcut bina tipolojilerini göz önüne alarak sismik yapı-temel-zemin etkileşiminin üstyapı performansı üzerindeki etkilerinin araştırılması.
3. Yerel zemin büyütmesinin deprem yer hareketi şiddeti ve yapılara etkilerinin araştırılması.

Önerilen alanın tanımı, sečilme gerekçeleri ve ülke için potansiyel yararları aynı üç konu başlığı altında değerlendirilecektir.

### Alanın Tanımı ve Sečilme Gerekçesi

Özellikle 17 Ağustos 1999 Kocaeli depreminde Adapazarı’nda zeminin sıvılaştığı veya taşıma gücünün zayıfladığı bölgelerde meydana gelen aşırı zemin deformasyonları ve buna bağlı olarak oluşan üst yapı hasarları ülkemizde zemin davranışının önemini ortaya çıkarmıştır. Halen uygulamada olan deprem yönetmeliğimizde zemin sıvılaşmasıyla ilgili olarak “Su seviyesinin zemin yüzeyinden itibaren 10 m içinde olduğu durumlarda (D) grubuna giren zeminlerde sıvılaşma potansiyelinin bulunup bulunmadığının, saha ve laboratuvar deneylerine dayanarak ve uygun yöntemlerle belirlenmesi zorunludur.” ifadesi yer almaktadır. Ancak, zeminde sıvılaşma potansiyelinin tespit edilmesi durumunda sıvılaşmaya karşı önlem alınması gereken koşulların nasıl belirlenebileceğine, veya alınması öngörülen tedbirlerin etkinliğine/yeterliliğine nasıl karar verilebileceğine ilişkin herhangi bir hüküm yer almamaktadır. Bu belirsizliğe bağlı olarak, gerçekte üstyapı açısından herhangi bir tehlike teşkil etmeyecek birçok durumda uygulanması zor ve pahalı yöntemler kullanılarak zemin sıvılaşmasına karşı önlem alınması yoluna gidilmektedir. Sıvılaşma potansiyeli olan zeminlerin hangi durumlarda yapılaşmaya uygun

olmayacağıının tesbit edilmesi ülkemizin önemli deprem mühendisliği sorunlarından birisidir.

Sismik yapı-temel-zemin etkileşimi, yapı temel ve zemin özelliklerinin etkileşimine bağlı olarak üstyapı performansı açısından olumlu veya olumsuz sonuçlar doğurabilmektedir. Bu tür etkiler bina tipi yapıların depreme karşı tasarımında genel olarak dikkate alınmamaktadır. Bu nedenle bina tasarımları birçok koşulda gayri ekonomik (gereğinden fazla emniyetli) veya güvenlik bakımından sakıncalı olarak yapılabilmektedir. Bu tür problemlerin ortadan kaldırılabilmesi, konunun, özellikle ülkemizde mevcut bina tipolojileri de dikkate alınarak sistematik bir yaklaşımla ele alınmasıyla mümkün olabilecektir.

Halen uygulamada olan şekliyle Deprem Yönetmeliğimizde yerel zemin etkileri sadece spektrum sınır periyotlarının 0.3 – 0.9 s aralığında değişimiyle dikkate alınmakta olup bu etkilerin spektrum ordinat değerleri üzerindeki etkileri ihmal edilmektedir. Bu durum, yerel zeminlerin deprem yer hareketleri üzerinde önemli büyütme (veya küçültme) etkileri olabileceği gerçeğiyle çelişmektedir. Deprem tehlikesinin yerleşim yerlerindeki dağılımının iyi anlaşılması için yerel zemin etkilerinin çok iyi araştırılması gerekmektedir.

#### Ülke İçin Potansiyel Yararları

Zemin sıvılaşması, zemin-temel-yapı etkileşimi ve yerel zemin büyütmesi gibi zeminlerin deprem performansına ilişkin konularda yapılacak araştırmalar, ülkemizde deprem tehlikesinin ve deprem riskinin daha güvenli olarak belirlenmesini mümkün olacaktır.

### **2.2.9 Depreme Dayanıklı Yapı Üretiminde İleri Malzemelerin Kullanımının Araştırılması**

#### Alanın Tanımı ve Seçilme Gerekçesi

Yapı üretiminde günümüzde geleneksel malzemelere alternatif olabilecek mekanik özellikleri yüksek malzemeler geliştirilmektedir. Betonarme yapılarda beton ve çeliğin yerine yüksek dayanımlı beton, yüksek dayanımlı fiber donatı gibi malzemelerin kullanımı yanında kompozit malzemeler de araştırmalarda önemli yer tutmaktadır. Deprem açısından bu tür malzemelerin kullanımının en önemli yararı yapı kütlelerinin azalması, dolayısıyla yapılara etki eden deprem kuvvetlerinin azalmasıdır. Diğer yandan eleman dayanımları da çok yüksek olduğundan azalan etkiler altında deprem hasarlarını çok düşük düzeylere indirebilmek mümkün olabilecektir. İleri malzemelerin yapı taşıyıcı sistemlerinin (kolonlar, kirişler, döşemeler, köprü ayakları, kirişleri, vb.) tasarım ve üretiminde kullanılması ülkemiz için deprem araştırmalarında öncelikli olarak düşünülmesi gereken bir araştırma konusudur. Zira kolayca tanımlanabilecek avantajları yanında ileri malzemeler ile üretilen yapı elemanlarının deprem davranışları henüz anlaşılmaş değildir.

#### Ülke İçin Potansiyel Yararları

İleri malzemelerin yapı üretiminde kullanılması deprem risklerinin önemli ölçüde azaltılması yanısıra yapı kalitesini de ciddi biçimde arttıracaktır. Ülkemizin inşaat sektöründe bölgesinde öncü konumda olabilmesi için geleneksel üretim sistemlerinin yanı sıra ileri malzemeler ile yapı üretim sistemlerini de geliştirmeye başlaması

gereklidir. Bu tür malzemelerin uygulamada kullanımı, yetişmiş nitelikli insan gücüne olan talebi de arttıracaktır.

### **3. ÖNCELİKLİ ARAŞTIRMA ALANLARI İLE İLGİLİ ULUSAL YAPILANMA ÖNERİLERİ**

Yer bilimleri ve deprem mühendisliği alanlarında ulusal düzeyde bazı destek yapılarının oluşturulması, öncelikli deprem araştırmaları alanlarında yürütülen araştırmaların daha verimli olmasını sağlayacaktır. Ulusal yapılanmanın öncelikle gerekli olduğu alanlar gerekçeleri ile birlikte aşağıda verilmektedir.

#### **3.1 Türkiye Ulusal Sismolojik Gözlem Ağları**

29 Eylül-1 Ekim 2004 tarihinde Bayındırlık ve İskan Bakanlığı'nca, İstanbul'da düzenlenen DEPREM ŞURASI SONUÇ BİLDİRGESİ'NDE; *"Ülke çapında depremlerin izlenmesi, kaydedilmesi, değerlendirilmesi, arşivlenmesi ve duyurulması işleri gelişmiş bir Ulusal Deprem İzleme Ağı Sistemi altında ele alınmalıdır."* kararı alınmıştır.

Deprem Şurası Afet Bilgi Sistemi Komisyonu Raporu'nda *"Türkiye'de ulusal çapta sismik ağ sistemi ile ilgili sorunlar ve yapılanma gereksinimi son yirmi yıldır zaman zaman gündeme gelmiştir. Bugüne kadar ülkemizde ulusal, bölgesel ve yerel çapta sismik ağların geliştirilmesi, organizasyonu ve teknik özellikleri konularında birçok tartışmalar yapılmış, öneriler sunulmuş ve raporlar hazırlanmıştır. Bu faaliyetler bugün arzu edilen türde 'Ulusal Sismik Ağı Sistemi' ile ilgili beklentilerin az bir bölümünün gerçekleşmesini sağlamış olmakla birlikte misyonda, teknik alt yapıda ve organizasyonda önemli eksikliklerin olduğu ve hızlı veri üretim, dağıtım ve arşivlemede yetersizliklerin ve standart eksikliğinin sürdüğü aşikârdır"* denmektedir.

Ulusal Sismik Ağı Sisteminin kurulması ile aşağıda sıralanan görevler daha verimli olarak ülke ölçeğinde yapılabilecektir.

- Ulusal Zayıf Hareket Ağı,
- Ulusal Kuvvetli Yer Hareketi Ağı,
- Deprem İzleme ve Değerlendirme Merkezi, ve
- Türkiye Ulusal Deprem Bilgi Bankası'nın kurulması ve işletilmesi.

Ulusal ölçekte kurulması/geliştirilmesi zorunlu olan "Zayıf ve Kuvvetli Yer Hareketi Gözlem Ağları", 2.1 ve 2.2'de detayları verilen deprem ile ilgili yer bilimleri ve Deprem Mühendisliği araştırma alanlarının önemli bir kısmında yürütülecek olan araştırmaların daha verimli olmasını sağlayacaktır. Bu nedenle, "araştırma alanı" olmamakla birlikte detay araştırmalara altlık bilgiye oluşturacak olan Ulusal Gözlem Ağlarının acilen kurulması/geliştirilmesi ve mümkün olabilir ise yetkin ve deneyimli kurumların bir araya gelerek oluşturacakları bir konsorsiyum tarafından işletilmeleri sağlanmalıdır.

Zayıf ve Kuvvetli Yer Hareketi Gözlem ağlarını kapsayan Ulusal Sismoloji Gözlem Ağı'nda toplanacak verilerin güncel ve uluslararası bir standartta arşivlenmesi ve bu



arşivin uzmanların kullanıma açık tutulması sağlanmalıdır. Ulusal Sismoloji Veri Bankası, detay araştırmalara veri sağlama amaçlı olmalıdır.

### **3.2 Ulusal Deprem Mühendisliği Laboratuvarı**

Büyük ölçekli yapı sistemlerinin dinamik, pseudo-dinamik ve statik yöntemlerle denenebilmesini sağlayacak bir ulusal araştırma merkezi kurulması, deprem mühendisliği alanında yapılacak araştırmalara önemli bir altyapı desteği oluşturacaktır. Bu tür deneysel araştırmalar büyük yatırım ve sürekli harcama gerektiren pahalı çalışmalardır. Ülke çapında kaynak israfını önlemek, ülkemizde sınırlı olan deneysel uzmanlık birikimini bir araya getirmek ve global ölçekte Türk Deprem Mühendisliği camiasının rekabetçi gücünü koruyabilmek için böyle bir tesise ülkemizin büyük ihtiyacı bulunmaktadır. Bu merkez ülkemizdeki çeşitli kurumların ve özellikle üniversitelerin büyük ölçekli deneysel araştırma gereksinimlerini karşılamaya yöneliktir. Bu merkez ülkemiz deprem sorunlarına kapsamlı çözüm getirmeye yönelik olarak TÜBİTAK'ın Kamu Araştırma Projeleri kapsamında yaptıracağı tüm bilimsel çalışmalara servis verebilecek niteliğe sahip olacaktır. Bu anlamda ayrı ayrı kurumlara benzer yatırımların yapılmasının önüne geçilmesi açısından da verimli bir yatırım olacaktır.

Bu merkez ABD'deki NEES oluşumunun ve Avrupa'daki JRC oluşumunun karşılığı olacaktır. Merkezi labortuvarın yönetim biçimi TÜBİTAK ve üniversiteler ile Bayındırlık ve İskan Bakanlığı konsorsiyumu şeklinde olmalı ve yönetime ülkemizdeki ilgili üniversitelerin katılımı sağlanmalıdır. Merkezin uzun vadedeki finansmanını yürüteceği projelerden sağlayacağı açıktır, ancak kurulma aşamasında çekirdek personel sağlanması ve fonksiyonlarını yerine getirebilmesi için bir mali desteğe ihtiyacı olacaktır.

Ulusal Deprem Araştırmaları Laboratuvarı'nın ülkemiz için potansiyel yararları şöyle özetlenebilir:

- 1) Ülkemizdeki deprem sorununun çözümüne ve can ve mal kayıplarının en aza indirilmesine yönelik olarak yapılacak olan disiplinlerarası çalışmaların deneysel altyapısı sağlanmış olacaktır
- 2) Ülkedeki konuyla ilgili araştırma potansiyelinin bir araya getirilmesinde katalizör görevi oluşturacaktır (lokal altyapı yetersizliklerinden dolayı sağlanamayan)
- 3) Uluslararası platformda diğer bilimsel kurumlarla sağlıklı işbirliğinin sağlanması mümkün olacaktır
- 4) Ülkemiz deprem mühendisliği camiasının global ölçekte rekabetçi gücünün artırılması sağlanacaktır.
- 5) Deprem mühendisliği alanının yanı sıra askeri, nükleer, otomotiv, havacılık araştırmalarına yönelik servisler de verecektir.
- 6) Türkiye bölgesinde deprem mühendisliği konusunda öncü ülke olacaktır.

### **3.3 Ulusal Afet Bilgi Sistemi Merkezi**

Kurulacak olan Ulusal Afet Bilgi Sistemi afet gözlem istasyonlarından gelen verilen arşivlenip değerlendirildiği ve ilgili kurumlara gerekli bilgilerin aktarıldığı bir sistem

olarak düşünölmüştür. Gerekli bilgiden kasıt; tehlike ve hasar görebilirlik analizleri yardımıyla yerel/bölgesel ve ölkö ölçөгünde tehlike ve risk haritalarının bilgi sistemi mantığında hazırlanacağı ve senaryo bilgilerin oluşturulacağı modöller bütünüdür. Böylelikle afet planlamasına ve yönetimine ilişkin bilgiler doğru ve hızlı şekilde ilgili kurumlara aktarılacaktır.

Bu merkez yurtdışında birçok ölkede bulunan “Disaster Information System Center” ile eş zamanlı çalışarak aynı anda ölkö sınırları dışında afet konusunda bilgi akışını da sağlayacaktır. Bu merkez ile ilgili ARGE çalışmaları kapsamında verilerin arşivlenmesi, verilerin paylaşımı, verilerin sunumu, iletişim ve yönetim çalışmalarıyla ilgili politikalara ve modellere ihtiyaç vardır.

Ulusal afet bilgi sistemi merkezinin ölkemiz için potansiyel faydaları aşağıda özetlenmiştir:

- 1 Ölkemizde afet konusunda elde edilen verilerin standart bir formda ve uluslar arası formatlara uygunluğunun sağlanması,
- 2 Afet bilgi sistemini oluşturacak verilerin hızlı, güvenilir ve paylaşımcı akışını sağlayacak merkezin bulunması,
- 3 Başta deprem olmak üzere diğer afet türlerinin de yer alacağı ulusal ölçekli ileri teknoloji ürünlerinden (Coğrafi Bilgi Sistemi, Uzaktan Algılama vb.) oluşan bilgi ve iletişim teknolojisinin varlığının oluşturulması,
- 4 Araştırmacıların ve uygulamacıların her zaman başvurabileceği doğru ve güvenli bir merkezin kurulması,
- 5 Ölkemizde afet konusunda yapılan çeşitli araştırmaların bir arada toplanacağı ve geriye dönük afet bilgilerini içeren arşiv sisteminin de bulunacağı bir merkezin gerçekleştirilmesi,
- 6 Özellikle afet konusunda yerel ölçekte uygulayıcıların sıkça kullanacağı ve planlamaya yönelik çalışmaları yapacağı bir başvuru kaynağı meydana getirilmesi,
- 7 Afet öncesi, anı ve sonrası ile ilgili afet eylem planlarının yerel, bölgesel ve ulusal ölçeklerde yer alacağı tek bir merkez varlığının sağlanması.

#### **4. ÖNCELİKLİ ARAŞTIRMA ALANLARINDA KAMU GEREKSİNİMLERİNİN BELİRLENMESİ**

Bilindiği üzere ölkemizde özellikle Bakanlıklar doğrudan uygulama – icra yapan (yatırımcı) ya da hizmet üreten ve mevzuat düzenlemesi (uygulamayı belirleyen) görevi yapan kamu kurumlarıdır. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı da yasal görevleri ve teşkilat yapısı ile bu tür görevleri olan bir bakanlıktır.

Ayrıca Bakanlığın ölkemiz Afet Yönetimi yapısında hem risk hem de kriz yönetiminde yasal görevleri bulunmaktadır. Yasalar bakanlığa esas olarak yerleşim ve yapılaşma güvenliğini sağlayarak tüm kamunun doğal afetlerden korunması sorumluluğunu vermektedir. Bahis edilen görevleri ve sorumlulukları, Bakanlığın Deprem Araştırmaları ARGE ihtiyacı konusunda en önemli kamu kurumu yapmaktadır. Bu raporda yukarıdaki gerekçeler doğrultusunda öncelikle bu bakanlığımızın ARGE gereksinimlerine ağırlık verilmiştir.

Ülkemizdeki plansız ve teknik standartların altındaki yapılaşmanın büyüklüğü dikkate alındığında, olası depremler nedeniyle afet riski taşıyan alanların tespit edilmesinin ve bu alanlarda afet önleyici veya zarar azaltıcı önlemlerin alınmasına yönelik ARGE çalışmaları Bakanlığın görevlerini sağlıklı biçimde yürütmesinde hayati bir öneme sahiptir. ARGE ihtiyaçlarının bir kısmı tamamen kurum dışından sağlanabileceği gibi Bakanlığın birimlerinde var olan ARGE kapasitesinin desteklenmesi ve geliştirilmesine de öncelik verilmelidir.

Raporun bu kısmında Bakanlığın görevleri ve teşkilat yapısı ve deprem zararlarının azaltılması perspektifinde uygulama (yatırım) ve diğer görevleri açısından ARGE ihtiyaçları ve öncelikleri irdelenmiştir.

#### **4.1 Uygulama-İcra (Yatırım) Yönünden Gereksinimler**

Özelde Bakanlığın, genelde kamunun bu alandaki ARGE ihtiyaçları, gerçekleştirdiği kamu yatırımları ile yakından ilişkilidir. Bunlar çeşitli kamu bina ve bina türü yapılar ile bina dışı mühendislik yapıları (köprü, altyapı v.b) yapım işleridir.

Halen sürdürülmekte olan yapım işlerinin mevzuatlara uygun yapılmakta olduğu kabul edildiğinde mevzuat dışı (kaçak yapılaşma, denetimsizlik v.b) ya da yetersiz mevzuat (düşük güvenlik düzeyi, yetersiz bilgi v.b) sebebiyle ortaya çıkan risk ve sorunların çözümüne yönelik yapım uygulamaları öncelik arz etmektedir.

Bu anlamda öncelikli kamu gereksinimleri aşağıda sıralanmıştır.

- Kritik öneme sahip kamu tesislerinin (hastane, okul, itfaiye, güvenlik, afet yönetim merkezleri v.b.) deprem yönünden güvenlik düzeyinin belirlenmesi ile güçlendirilmesine yönelik araştırmalar.
- Mühendislik alt yapılarının (köprü, viyadük, altyapı v.b) deprem davranışlarının anlaşılması, hasar görme nedenlerinin belirlenmesi ile güçlendirilmelerine ilişkin araştırmalar.
- Mevcut bina stokunun deprem davranışlarının anlaşılması, hasar görme nedenlerinin belirlenmesi, depreme dayanıklı yapı sistemlerinin geliştirilmesi ve en verimli güçlendirme tekniklerinin belirlenmesine yönelik araştırmalar.
- Ülke Diri fay haritası ve ilgili veri tabanı oluşturulması, deprem katalogları hazırlanması, deprem aktivitesinin izlenmesi-değerlendirilmesi (zayıf ve kuvvetli yer hareketi kayıt şebekeleri) ile ulusal deprem bilgi sisteminin kurulmasına yönelik araştırmalar.
- Ulusal Afet Bilgi Sistemi oluşturulması ve tehlike haritalarının bu bazda güncelleştirilmesine yönelik araştırmalar.

## 4.2 Diğer Görevleri Yönünden Gereksinimler

Bakanlık çıkardığı kanun, yönetmelik ve genelgelerle ülkemizde yerleşim ve yapılaşma süreçlerini belirleyerek Afet Yönetiminde önemli bir görevi yerine getirmektedir.

Bakanlığın çeşitli mevzuatı ilk defa hazırlarken veya revize ederken bilimsel çalışmaların sonuçlarını göz önüne alması zarar azaltma çalışmaları açısından önem arz etmektedir. Burada sadece çeşitli mevzuatın çıkarılması ve revize edilmesi değil, aynı zamanda mevzuat yokluğu veya mevzuat dışı meydana gelen sorun ve risklerin giderilmesi de bu kapsamda ele alınmalıdır. Ayrıca Bakanlık yönetim ve eğitim açılarından da ARGE çalışmalarına ihtiyaç duymaktadır.

Bu anlamda öncelikli olarak saptanan kamu gereksinimleri aşağıda sıralanmaktadır.

- Genelde ülkenin deprem tehlikesi araştırılması, özelde ise deprem tehlikesi yüksek olan alanlar için bölgesel tehlike haritalarının oluşturulması, kentsel risklerin belirlenmesi ve master planların hazırlanmasına yönelik araştırmalar.
- Deprem, zemin ve mikrobölgeleme yönetmeliklerinin hazırlanmasına altlık teşkil eden araştırmalar yapılması, standartlarının belirlenmesi çalışmaları.
- Her türlü mevzuat düzenlemelerine ve revizyonlarına modern risk ve kriz yönetimi ilkeleri ışığında katkı yapmayı sağlayacak araştırmalar.
- Deprem zararlarını azaltma ve hazırlıklı olma için gerekli olan eğitim programlarının geliştirilmesi, uygulanması ve değerlendirilmesi araştırmaları.
- Afet yönetimin modellerinin incelenmesi ve iyileştirilmesi araştırmaları.

## TEŞEKKÜR

Ulusal Deprem Araştırmaları Programı'nın hazırlanması amacıyla düzenlenen Hazırlık Çalıştay'ına katılarak programın hazırlanmasına destek veren kurumlar ve kurum temsilcilerine değerli katkıları için teşekkür ederiz.

## KATILIMCILAR LİSTESİ

### Bayındırlık ve İskan Bakanlığı

- Sadık Yamaç (Müşteşar Yardımcısı)
- Neşet Özdemir (Afet İşleri Genel Müdürü)
- Bekir Tüzel (Afet İşleri Gn. Md. Deprem Araştırma Dairesi Başkanı)
- Bülent Özmen
- Eren Tepeuğur
- Cahit Kocaman
- Murat Nurlu
- Fikret Kuran
- Atilla Erenler

### TÜBİTAK

- Haluk Sucuoğlu (Başkan Danışmanı)
- Mustafa Ay (Uzman)
- Ayşegül Günel (Araştırmacı)

### TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi (MAM)

- Sedat İnan
- Semih Ergintav
- Ruhi Saatçılar
- Cengiz Tapırdamaz
- Mehmet Ergin
- Serdar Özalaybey

### İstanbul Büyükşehir Belediyesi

- Ahmet Emre Basmacı
- O. Metin İlkışık
- Hüseyin Karabulut
- Mahmut Baş

### Kocaeli Büyükşehir Belediyesi

- Mustafa Cevher
- Erkan Ayan

### MTA Genel Müdürlüğü

- Ömer Emre
- Erdal Herece

### Harita Genel Komutanlığı

- Onur Lenk

### Ulusal Deprem Konseyi

- Haluk Eyidoğan
- Oktay Ergünay

### Anadolu Üniversitesi

- Mustafa Tuncan
- Can Ayday

### Ankara Üniversitesi

- Begüm Koca
- Recep Kılıç

### Atılım Üniversitesi

- Dursun Sarı

#### Balıkesir Üniversitesi

- Erdal İrtem

#### Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü

- Cemil Gürbüz
- Mustafa Aktar
- Esen Arpat
- Nuray Aydınoglu
- Niyazi Türkelli

#### Celal Bayar Üniversitesi

- Muhammed Tekin

#### Cumhuriyet Üniversitesi

- Kaan Şevki Kavak

#### Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

- Erdiñç Yiğitbaş

#### Dicle Üniversitesi

- M.Şefik İmamoğlu

#### Dokuz Eylül Üniversitesi

- Mehmet Utku
- Necdet Türk

#### Dumlupınar Üniversitesi

- Burak Kaymak

#### Ege Üniversitesi

- Selim Altun

#### Erciyes Üniversitesi

- Kamil Aydın

#### Fırat Üniversitesi

- Yusuf Calayır

#### Gazi Üniversitesi

- Süleyman Pampal

#### Gaziantep Üniversitesi

- Hamza Güllü

#### Hacettepe Üniversitesi

- Erçin Kasapoğlu
- Reşat Ulusay

#### İstanbul Üniversitesi

- Ömer Alptekin
- İlnur Bozbey
- Oğuz Gündoğdu

#### İstanbul Teknik Üniversitesi

- Muhammet Şahin
- Tuncay Taymaz
- Serdar Akyüz
- Yılmaz Mahmutoglu
- Zekai Celep
- Alper ilki
- Pınar Özdemir
- Beyza Taşkın
- Argun Kocaoğlu

İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü

- Cemalettin Dönmez

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

- Mehmet Nuri Bodur
- Metin Köse

Kırıkkale Üniversitesi

- Orhan Doğan

Kocaeli Üniversitesi

- Kemal Beyen
- Şerif Barış

Mersin Üniversitesi

- Selim İnan

Niğde Üniversitesi

- Mustafa Korkanç

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

- Azer Kasımpzade

Orta Doğu Teknik Üniversitesi

- Ali Koçyiğit
- Güney Özcebe
- Sadık Bakır

Pamukkale Üniversitesi

- Turgay Beyaz
- Adnan Kuyucular

Sakarya Üniversitesi

- Can Karavul
- Hasan Arman
- Mustafa Kutaniş

Süleyman Demirel Üniversitesi

- Nevzat Uygur
- Ergun Türker
- Veli Kara

Yıldız Teknik Üniversitesi

- Mehmet Berilgen
- Oğuz Selvi

Yüzüncü Yıl Üniversitesi

- Ahmet Hamdi Orhan

Anatolian Geophysical

- Özdoğan Yılmaz

Envy A.Ş.

- Fuat Şaroğlu

TÜSSİDE

- Ersin Uygur
- Orhan Dursun
- Murat Kaymak
- Abdullah Akkurt
- Deniz Kasap
- Zafer Yalçınpınar