

## SAĞLIKLI KENTLERİN OLUŞUMUNUN GEOTEKNİK MÜHENDİSLİĞİ AÇISINDAN İNCELENMESİ

Araş. Gör. Devrim ALKAYA      Prof. Dr. İbrahim ALYANAK  
\* Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü- DENİZLİ

### ÖZET

Sağlıklı kentleşmenin sağlanabilmesi için inşaat mühendislerine planlama öncesi ve sonrası büyük görevler düşmektedir. İnşaat mühendisliği geoteknik anabilim dalı açısından kent planlamasına etki eden geoteknik faktörler belirtilecek, sağlıklı kent oluşumu için en önemli etkenler olan deprem güvenliği, yerel zemin koşulları, doğru yer seçimi ve katı atıkların depolanması ile oluşan toprak ve su kirliliğinin önlenmesi, faktörler konuları üzerine yoğunlaşılacaktır. Denizli, Dinar, Senirkent, Bartın örneklerinde konu irdelenmiştir.

### 1. GİRİŞ

Kentler değişik karakterdeki sosyal sınıfların oluşturduğu bir toplumun kendine özgü düzen içinde yaşamlarını sürdürmeye çalıştıkları yerdir. Kentin idari sınırları, nüfus ölçütleri, ekonomik ve sosyal ölçütlere göre tanımlama yapılabilir. Sosyolojik ölçütlere göre kent tanımlamasında yaşama, çalışma ve kültür bakımından nüfus yoğunluğu ve bir araya gelmiş insanların ve binaların köylere nazaran daha ayrıcalık göstermesi kıstas alınmaktadır.

Hızlı nüfus artışı, kentte yaşam isteği, sanayi tesislerinin kentlerde yoğunlaşması kente göç hareketlerini hızlandırmış yeni kentlerin kurulmasına ve mevcut kentlerin büyümesine yol açmıştır. Kentlerdeki nüfus artışı yeni kent planlarının yapılması ve halen mevcut planların revizyonunu gerekli kılmaktadır.

Kentleşmenin sağlıklı olarak sağlanabilmesi için İnşaat Mühendisinin yanı sıra bir çok bilim dalının ortak çalışması, planlama öncesi ve planlama esnasında görev almaları sağlıklı kentleşmenin sağlanabilmesi için zorunludur.

## 2. GEOTEKNİK MÜHENDİSLİĞİ AÇISINDAN PLANLAMAYA ETKİ EDEN FAKTÖRLER

Kent planlarının yapılması, yeni alanların imara açılması, mevcut kentlerde kent sağlığını iyileştirecek yatırımların yapılması sırasında Geoteknik uzmanı inşaat mühendisinin farklı bilim dalları ile ortak çalışmasını da gerektirmektedir.

Planlama çalışmalarında geoteknik mühendisliği açısından önemli olan faktörleri şu şekilde sıralayabiliriz.

1. Jeomorfolojik ve topoğrafik özellikler (eğimler, düzlükler vb.)
2. Jeolojik yapısal özellikler, süreksizlikler
3. Yamaç ve şevlerin stabilitesi
4. Hidrolojik özellikler
  - Yağış, taşkın, su sağlama
  - Yeraltı su düzeyinin değişimi
5. Yerel zemin koşulları
  - Sıvılaşma tehlikesi olan bölgeler
  - Yerleşime elverişsiz alanlar
6. Depremsellik
7. Çevre geotekniği açısından

Sağlıklı kentlerin oluşumunda yukarıda sayılan kriterlerin incelenmesi ve yer seçiminin doğru yapılması ve gerekli önlemlerin alınması daha sonra meydana gelecek sorunları önleyebilir.

## 3. DEPREM TEHLİKESİNİN GEOTEKNİK MÜHENDİSLİĞİ YÖNÜNDEN İNCELENMESİ

Yurdumuz asırlar boyunca yıkıcı depremlere sahne olmuş geçmiş medeniyet eserlerinin büyük bölümü depremlerle yok olmuştur. Depremler esnasında her defasında binlerce can kaybı meydana gelmiştir. Bilim ve teknolojinin ilerlemesinden sonra dahi depremler can almaya devam etmektedir. Depremlerin önlenmesi ve önceden haber alınmasının mümkün olmaması nedeniyle depremlerin etkisini artıran unsurları belirlemek ve gerekli önlemleri almak can ve mal kayıplarını bir ölçüde azaltabilecektir. Deprem şiddetini değiştiren geoteknik unsurlar şunlardır.

- 3.1. Deprem dalgalarının geçtiği kayaçlar ve zeminin cinsleri ve fiziksel durumu
- 3.2. Deprem dalgalarının geçtiği bölgenin tektonik durumu
- 3.3. Yapılarda kullanılan malzemelerin kalitesi

### 3.1. Zemin Koşullarının Etkisi

Depremlerin yapılarda yolaçtığı hasara yerel zemin koşullarının etkisi büyüktür. Bu nedenle yapıların inşasından önce temel zemin etüdleri yeterli kapsamda muntazam yapılmalı ve temel zeminini oluşturan tabakaların muhtemel bir deprem esnasında göstereceği davranış incelenmelidir. Genel olarak zemin koşullarının depremlerin yol açtığı hasara etkisi şu başlıklar altında incelenebilir.

#### 3.1.1. Zemin davranışı ve sarsma şiddeti:

Gevşek ve yumuşak zeminler; yoğun ve sert kayalarındaki deprem şiddetini 1-2 derece artırmaktadırlar.

Gevşek ve yumuşak zeminler şunlardır; alüvyonlar, kumlar, delikli kalkerler, moloz konileri, tüfler, ayrılmış magmatik kayalar, dolma topraklar, suni veya tabii olsun deprem şiddetini 1-2 derece artırır.

Deniz kenarlarındaki suya doymuş konsolide olmamış zeminlerde deprem şiddetini artırır. Bataklıklar, turbalıklar, kurumuş göller deprem şiddetini 2-4 derece artırır.

#### 3.1.2. Zemin Oturmaları:

Gevşek daneli zeminler suya doymuş olması halinde titreşimlerin yol açtığı sıkışma neticesi oturma meydana getirebilirler. Depremlerin kohezyonsuz zemin tabakalarının sıkışmasına ve zemin yüzeyinin oturmasına neden olması beklenilebilir. Depremler sırasında gözlenen zemin oturmaları birçok durumda suya doymuş tabakalarda titreşimli yükler altında meydana gelen boşluk suyu basınçlarının deprem sonrası sönümlenmesi sonucu ortaya çıkan konsolidasyon oturmaları şeklinde oluşmaktadır. Suya doymuş olmayan zeminlerde ise boşluklar su ile dolu olmadığı için oturmalar danelerin sabit düzey efektif basınç altında birbirine yaklaşması ve daha iyi yerleşmesi (kompaksiyon) sonucu meydana gelmektedir. Temel zemin etüdlerinde oturma büyüklüğü ve riski düşünülmeli ve bu etki yapı projesinde gözönüne alınmalıdır.

#### 3.1.3. Zemin Sıvılaşması:

Depremler esnasında suya doymuş gevşek kum tabakalarında sıvılaşma olabilir. Sıvılaşma sonucunda zemin yüzündeki yapılar zemin içine bataabilmekte veya zemin içindeki yapılar yüzerek zemin yüzüne çıkabilmektedir. Zeminde gözlenen sıvılaşmanın ana nedeni, kum tabakası deprem titreşimlerinin etkisi ile sıkışmaya ve hacmini azaltmaya eğilim göstermekte fakat boşluklarda sıkışan suyun drenajı mümkün değilse hacim azalması eğilimi boşluk suyu basıncının artması sonucunu doğurmakta, boşluk suyu basıncındaki bu artış ortalama çevre basınca eşit olacak mertebeye ulaştığı zaman efektif gerilmeler sıfır olmakta, kum tabakası mukavemetini ve taşıma gücünü tamamen kaybetmekte ve sıvılaşmış duruma gelmektedir.

Sıvılaşmanın oluşabileceği temel zemininin kalın, üniform ve suya doymuş kum tabakalarından oluştuğu gözlenmiştir. Sıvılaşmanın gevşek alüvyon dolgularında veya denizden kazanılmış dolgularında meydana gelme olasılığı daha fazladır.

### 3.1.4. Toprak Kaymaları ve Şev Stabilitesi:

Dünyanın birçok yöresinde depremler sonucu büyük toprak kaymaları ve şev göçmeleri gözlenmiştir.

Depremlerin yol açtığı toprak kaymaları ve şev göçmeleri şu şekilde sıralanabilir.

- a) Kohezyonsuz zeminlerin sıvılaşması sonucu oluşan akma tipi kaymalar.
- b) Kil tabakaları içinde veya altında yer alan ince kum ve silt tabakalarında boşluk suyu basıncı artışları veya sıvılaşma sonucu üstünde bulunan kil tabakaları kayması
- c) Temel zeminini oluşturan gevşek kumlu tabakaların sıvılaşması veya göçmesi sonucu üstünde yer alan toprak dolguların kayması

Kaymaya karşı güvenli olarak nitelendirilen şevlerin depremler esnasında duraylılığını yitirebildiği bilindiğine göre güvenlik sayılarının deprem bölgelerinde daha düşük alınması önlem olarak düşünülebilir. (Özaydın 1982)

### 3.2. Tektonik Durum

Deprem bölgesinde bulunan faylar depremin şiddetini arttırmırlar. Faylara çarpan dalgalar burada bir dengesizlik oluşturacak ikinci bir deprem odağı meydana getirmektedir. Fay bulunan bölgelerde eşdeprem eğrileri faylara paralel bir manzara gösterir. Kıvrımlı bölgelerde deprem enerjisi daha çok kıvrımların eksenleri doğrultusunda yayılır. İmar planlarının hazırlanması esnasında tektonik yapı gözönüne alınmalıdır. Ayrıntılı jeolojik ve geoteknik raporlar hazırlandıktan sonra yeni alanların imar izni verilmelidir. Tektonik durumun yapılar da tehlike oluşturabileceği alanlar imar planlarında yeşil alan olarak değerlendirilmelidir.

### 3.3. Yapılarda Kullanılan Malzemelerde Kullanılan Malzeme Kalitesi

Deprem bölgelerinde yapılan yapılarda kullanılan malzeme ve üretimin kalitesi deprem esnasında oluşan hasara etki eden en önemli faktörlerdendir. Yerel olarak kaliteli agregalar kullanılmıyorsa yada betona zarar verici kimyasal maddeler içeren (sülfatlı vb.) sular beton üretiminde kullanılıyorsa doğal olarak depremler daha fazla hasara neden olacaktır. Betonda kullanılan agregalar dayanım düşürücü yuvarlak malzeme, kil ve organik malzeme içermemelidir.

### 3.4. Genel Değerlendirme ve Çözüm

Kentsel yerleşim ve sanayi bölgelerinde deprem tehlikesinin belirlenmesi amacıyla mikrobölgeleştirme haritaları kullanılır. Bu haritalarda deprem esnasında yer hareketi parametrelerinin ulaşacağı seviyeler ve depremden kaynaklanacak sıvılaşma, heyelan ve su baskını gibi etkilerin sınırları belirtilir. Deprem tehlikesi mikrobölgeleştirme haritaları kentlerde arazi kullanım planları ve mevcut kentlerin deprem hasarı senaryolarında esas teşkil eder. Yerleşim ve sanayi bölgelerindeki deprem tehlikesi mikrobölgeleştirme haritaları ile ortaya konur.

Kuvvetli yer hareketinin, en büyük ivmesi ve belirli frekanslardaki spektral ivmeler cinsinden, zemin koşulları ve topoğrafyaya bağlı olarak değerlendirilmesi, depremin neden olabileceği zemin göçmeleri, heyelanlar ve arazi kırıklarının muhtemelen ulaşacakları yerlerin belirlenmesi yer alır. (Siyahi, Ansal 1996, Erdik ve diğ. 1996)

Arazi kullanım amaçlı mikrobölgelendirmede bir deprem esnasında birincil veya ikincil deprem tehlikesi oluşturacak bölgeler belirlenir. Bu bölgeler genelde aktif fay hatlarını, zemin sıvılaşması ve göçmesi olabilecek yerleri, heyelan ve kaya düşmesi olabilecek yamaçları kapsar. Bu tip tehlike arz eden yerlerde yerleşim ya tamamen yasaklanır yada gerekli fiziksel tedbirlerin alınması ile yerleşime izin verilebilir (Erdik ve diğ. 1996).

Depremlerin neden olduğu en önemli zemin hasarı sıvılaşma ile oluşan direnç kaybı ile meydana gelmektedir. Sıvılaşmanın meydana gelebileceği alanlar arazi ve laboratuvar deneyleri ile önceden belirlenebilir. Ülkemizde de sıvılaşmaya meyilli pek çok bölge bulunmaktadır. Bu nedenle deprem yönetmeliğinde yeraltı su seviyesinin 10 m'den yüksek olduğu zeminlerde sıvılaşma potansiyelinin tespiti istenmektedir.

Deprem sonucu oluşan arazi hareketleri heyelan ve kaya düşmelerini içerir. Depremler sonucu harekete geçebilecek heyelanların sınırları mikrobölgelendirme haritalarında gösterilmelidir. Deprem esnasında belirli bir yamaç üzerinde heyelanın olabilirliği deprem öncesi zeminin duraylılığı ve deprem yer hareketi seviyesinin bir fonksiyonudur (Siyahi ve Ansal 1996, Erdik ve diğ. 1996).

Aktif fayların yüzey şekilleri ve muhtemel hareketleri hakkında bilgilerin mikrobölgelendirme haritalarında olması yer seçiminde etkin rol oynayacaktır

Depreme karşı sadece yapıların sismik riskleri değil aynı zamanda bölgelerinde sismik risk hesaplarının yapılması tasarımı ve yerleşim bölgelerinin planlamasında kullanılması gerekmektedir. Dolayısı ile depreme dayanıklı sağlıklı kent oluşumu için araştırmalara dayalı daha uygun alanlar ve tasarım ilkeleri belirlenmeli, yerleşim politikaları ve imar planları ile gelişmelerin yönlendirilmesi olabilecek bir depremin etkisini azaltmada tercih edilmelidir. Depremde daha az tehlikeli alanların belirlenmesi bu alanlarda uygun yapıları yapılması deprem hasarını en aza indirecektir. Bu amaçla kabul edilebilir risk düzeyi belirlenerek, deprem tehlike ve zemin büyütmesi, sıvılaşma ve şev stabilitesi açısından mikrobölgelendirme haritaları oluşturmalı ve uygulamaları yapılmalıdır (Erdik ve diğ. 1996).

#### 4. ÇEVRE GEOTEKNİĞİ AÇISINDAN SAĞLIKLI KENTLEŞME

Kentlerde nüfus artışı ve sanayinin gelişmesi ile oluşan çevre sorunlarının başında toprak ve su kirliliği gelmektedir. Oluşan katı atıkların uzaklaştırılması çözüm bekleyen büyük bir çevre sorunu olarak ortaya çıkmıştır. Atıkların uygun koşullarda depolanması ve zararsız hale getirilmesi çevre geotekniği kurallarına göre yapılmaktadır.

Yeni kent planlarının yapılması veya mevcut kentlerde katı atık depolama alanı seçiminde uyulması gereken kriterler çok kapsamlıdır. Atık kaynağına yakınlık, jeoloji, hidroloji, havaalanlarına yakınlık, sahanın kullanım amaçları, çevrede oturan halkın sağlığına yapacağı etkiler ve diğer faktörler alan seçiminde göz önünde bulundurulmalıdır.

Pek çok kentimizde katı atık depolama tesisleri hiç bir önlem alınmaksızın vahşi depolama denilen yöntemle yapılmaktadır. Vahşi depolama sonucu meydana gelen kirlenme toprak ve su kirliliği oluşturmakta ve kent sağlığını olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle kamuoyunun kendi yerleşim çevresinde bu tür tesisleri kabul etmesini sağlamak

teknik detaylardan daha önemli bir faktör olarak göze çarpmaktadır. Sağlıklı kentleşme ve çevre duyarlılığının arttığı günümüzde çöplerin üretildikleri kaynaklarda sınıflandırılması ve yeniden kullanım döngüsüne sokulmaları gerekliliğinden bahsederek, tüm çabalara rağmen geriye kalan atıkların da sağlıklı biçimde katı atık depolama tesislerine yerleştirilmeleri gerekliliği kamuoyuna anlatılmalıdır.

Kent sağlığını tehdit etmeyen ideal bir katı atık depolama alanının topoğrafik eğiminin az ve taşkın havzası olmaması, zemin taşıma gücünün yeterli, hidrolojik ve hidrojeolojik özelliklerinin uygun olması gereklidir. Katı atık depolama tesisinin inşa edileceği alanın seçimi ile ilgili geoteknik problem alanın mühendislik özellikleriyle tanımlanması ve sonuçların yorumlanmasından oluşmaktadır. Zemin profilinin saptanması, yeraltı suyu koşullarının belirlenmesi, hakim zemin çeşidinin mühendislik ve mukavemet özelliklerinin bulunması, bölgedeki malzemenin farklı amaçlarla kullanılıp kullanılamayacağını tespit edilmesi geoteknik mühendisince belirlenmeli ve alanın depolama tesisi olarak kullanılıp kullanılmayacağına karar verilmelidir. İdeal ortamın bulunması çoğunlukla mümkün olmamaktadır. Bu nedenle yetersiz özellik tespit edilerek kirlenme oluşumunu engelleyecek iyileştirme çalışmaları yapılmalıdır (Kutay 1994).

#### 4.1. Alan Seçiminde Kullanılan Kriterler

**Jeoloji:** Mevcut kayaçların litolojik, stratigrafik, tektonik özellikleri belirlenmeli faylar, çatlak sistemleri değerlendirilerek riskli yerlerden kaçınılmalıdır. Kurulacak tesisin depremsellliği, süreksizliklerde oluşabilecek kirlilik yayılımı kontrol edilmelidir.

**Zemin Yapısı:** Zemin tabakalarının taşıma gücü, permeabilitesi, pH, katyon değişim kapasitesi incelenmelidir. Zeminin permeabilitesi kirlenmenin ortama yayılımını etkiler; bu nedenle düşük permeabiliteli zeminler tercih edilmelidir. Kırıklı ve karstik yapı gösteren kireçtaşları, sık çatlaklı mağmatik kayaçlar, kumtaşı- konglomera, gevşek kum ve çakıllar gibi akifer niteliği taşıyabilecek kayaçlar depolama alanının düşey ve yatay yakın zonlarında yer almamalıdır.

**Yeraltı ve Yerüstü Suları (Hidroloji) :** Mevsimsel en yüksek su seviyesi, yeraltı suyunun kalitesi, kimyasal özellikleri, yer altı suyunun akış sistemi, mevcut akiferin kullanılış amacı, akiferden alınan suyun miktarı ve çekim sıklığı belirlenmelidir. Kaliteli ve çok su taşıyan akiferin bulunduğu bölgeden kaçınılmalıdır. Düşük kaliteli su bulunan ve sınırlı miktarlarda çekim yapılan akiferler ve yeraltı suyunun derinlerde olduğu göçme riskinin az olduğu akiferler tercih edilmelidir.

Depolama alanı mümkün olduğunca su toplama havzalarının dışında yüzeysel akışlardan etkilenmeyecek şekilde seçilmeli, dere yataklarından kaçınılmalıdır.

**Şev Stabilitesi:** Depo sahasının heyelan, sel, çığ tehlikesi açısından güvenli olması için yüzey eğimi ve şevlerin duraylılığı çok önemlidir. Ayrıca çöplere verilecek depolama şev eğimi tesisin güvenliği için dikkatle incelenmesi gereken bir konudur.

Evsel nitelikli çöplerin depolama yerinde gösterdikleri geoteknik özellikler  $\phi=32$ ,  $c=20$   $\text{kN/m}^2$   $\gamma_n=15.8$   $\text{kN/m}^3$   $G_s=2.2$  ve bu değerlerden güvenli bir şev açısı  $14-16^\circ$  civarında olmaktadır. (Alyanak 1996, Güler ve diğ. 1994)

**Sahanın İzlenmesi:** Sahanın yeraltı suyu gözlemleri, sızıntı suyu kontrolü, atık gazların kontrolü yasal düzenlemeler çerçevesinde yapılmalıdır.

**Örtü Malzemesi:** Günlük depolanan atığın üzerini kapatmak için serilen doğal zeminden örtü malzemesinin işlenmesi kolay ve geçirimsiz malzemelerden seçilmesi sağlanmalıdır.

**Sızmanın Önlenmesi:** Alt geçirimsiz tabanın (şilte) tasarımı geoteknik mühendisince yapılmalı, geçirimsizliği sağlayan uygun malzeme kil ve geomembran seçilmelidir. Drenaj bölgelerinde drenajı sağlayacak uygun drenaj malzemesi, geotekstil ve delikli drenaj boruları kullanılmalıdır.

## 5. KENT SAĞLIĞINI TEHDİT EDEN ESKİ ÇÖP YERLERİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ

Düzensiz depolama yapılmış çöplük olarak anılmakta olan alanların çevre ve geoteknik yönünden zararsız duruma getirilmesi için rehabilitasyon çalışmaları gerekli olmaktadır. Rehabilitasyon her türlü zararlı olumsuz ve sakıncalı etki ve durumun en aza indirilmesi için alınan alınan önlemleri kapsamaktadır. Çöp depo tesislerinde rehabilitasyon çalışmaları ile insan sağlığını etkileyecek her türlü zararlı etkinin giderilmesi, canlı ve cansız çevrenin olumsuz etkilenmesinin önlenmesi anlaşılmaktadır (Alyanak 1996).

Saha rehabilitasyon çalışmalarında yapılan ilk etüd sahanın kirlenme türü ve boyutlarını tespit etme çalışmalarıdır. Bu tür faaliyetler arasında çevre geotekniği kapsamında yapılan çalışmalar şunlardır.

1. Sahayı kirlenme olasılığı ve kirleticiler kaynakların tespiti için mevcut dokümanların incelenmesi. Tehlikeli atıkların depolandığı yerlerin tespit edilmesi.
2. Yüzey koşullarının topoğrafik ve bitki örtüsünde gözlenen bozukluklar, bariz koku ve hava fotoğraflarının incelenmesi ile tespiti
3. Yüzeyaltı koşullarının belirlenmesi, atık kaynaklarının tespiti ve kirlenmiş alanların boyutlandırılması için jeofizik metotların kullanılması
4. Yarı doymuş ortamların gözetimi
5. Sondaj kuyuları yardımı ile stratigrafi belirlenmesi, toprak numunelerin geoteknik ve kimyasal tespiti için uygulanması
6. Yer altı suyu koşullarını belirlemek için gözlem kuyularının yerleştirilmesi

Saha rehabilitasyonu için gerekli fizibilite etütleri, iyileştirme araştırmaları sonucu saha koşullarının iyi anlaşılması sonucu yapılır. Fizibilite etütleri, mevcut kirlenme türleri ve boyutlarını en iyi rehabilite edecek teknolojinin maliyet ve mühendislik açısından tespitidir. Uygulanacak olan teknolojiler genelde kirleticiler kaynakların kontrolü, yeraltı suyu arıtımı, yarı doymuş ortamların iyileştirilmesi ve kirlenmiş zeminlerin ıslahıdır (Güler ve Toğrol 1994).

Eski düzensiz katı atık depolarında kirlenmiş zeminlerin zararının önlenmesinde genellikle kirleticiler malzeme ve zemin yerinde bırakılır ancak nihai örtü tabakaları ve geçirimsiz perdeler sayesinde izole edilir. Böylece bu zemin parçasının çevre ile ilişkisi kesilmiş olur ve kirliliğin çevreye yayılması engellenmiş olur.

Kirlenmiş saha zeminlerin ıslahında kullanılan diğer yöntemler ise katılaştırma ve stabilizasyondur. Katılaştırma yönteminin esası atık içinde serbest suyun emilmesine dayanır. Stabilizasyon ise kireç, çimento ve uçucu küller kullanarak atık içerisindeki zararlı

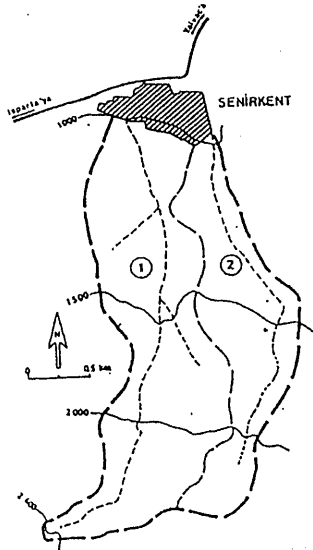
unsurların puzolonik reaksiyon sonucu oluşan matris içerisine hapsedilmesi esasına dayanır.

## 6. GEOTEKNİK SORUNLARIN YAŞANDIĞI ÖRNEKLER

### 6.1. SENİRKENT ÖRNEĞİ

Isparta ili Senirkent ilçesinde, 13.7.1995 tarihinde kamuoyunda sel felaketi olarak bilinen 74 kişinin ölümü ve 500 binayı tam veya yarı kullanılmaz duruma gelmesi ile sonuçlanan çamur akması sağlıklı kentleşmede geoteknik faktörlerin önemini gösteren bir örnektir.

Senirkent ilçesinin ilk yerleşim kesimi, Isparta'nın kuzeyinde Kapıdağın kuzey doğu kesiminde iki kuru dere yatağının etkisi altında olan yamaçta bulunmakta mevcut gelişimi ise kuzeyde yer alan ovalık kesimdedir. İlçe iki kuru dere yatağının bulunduğu, iki derenin oluşturduğu havzanın içindedir. İki dere daha sonra iki kola ayrılmıştır. Yamaçlar killi turbalık zemin tabakası ile örtülü, bitki örtüsü olarak kısmen makilik olmakla birlikte, drenaj alanının üst kesimlerinde bitki örtüsü bulunmamaktadır. İlçenin zemin yapısını alüvyon, yamaç molozu ve kireç taşları oluşturmaktadır. Senirkent örneği normal koşullarda kuru dere bile olsa doğal yapıyı bozacak girişimler, havza karakteri ve su etkisi ile akıcı duruma gelen zemin yapısı hidrolojik ve geoteknik faktörlerin etkisini acı bir şekilde göstermiştir (Çatal ve Diğ. 1995, Kaya ve diğ. 1995).



Şekil 1. Senirkent'i etkileyen derelerin drenaj havzaları ve yerleşim bölgesi

## 6.2. DENİZLİ ÖRNEĞİ

Denizli'de çevre geotekniği açısından gözlemler yapılmış ve çözümler önerilmiştir. Gelişi güzel oluşturulan katı atık döküm sahalarının oluşturduğu sorunlar üç ana bölümde incelenebilir.

1. Çevrenin ve doğal güzelliğin tahrip edilmesi
2. Katı atık dolgusunda oluşan yanıcı ve zehirli gazlar, ve zararlı sıvılar
3. Katı atık dolgusundaki kaymalar

Denizli'de ardışık olarak kullanılmış Karşıyaka, Aktepe, Kumkısıık düzensiz çöp depolama yerleri bulunmaktadır. Bu alanların genel özelliklerinde görüleceği gibi dolgu şevleri oldukça güvensizdir.

### Karşıyaka Çöp Depo Yeri:

Dolgudaki katı atık hacmi : 574 000 m<sup>3</sup>

Dolgudaki katı atıkların cinsi: Bu alana o dönemde kentte oluşan tüm evsel, ticari, tıbbi ve sanayi çöpleri boşaltılmıştır.

Depolanan yerin alanı: 30 000 m<sup>2</sup>

Depolama başlangıç tarihi: 1977

Depolama yerinin kullanıldığı süre: 14 yıl

Depolama yerinin doğal arazi eğimi: 25-33°

Depolama yerinin dolgu şev eğimi: 44-48°

Depolama yerinin ve yakın çevresinin doğal drenajı: Vadinin memba durumu yoktur. Depolama yeri vadinin en üst noktasındadır. Dolgu üstünden akan bir sel suyu yoktur. Sadece kendi alanına düşen yağıştan etkilenmektedir. Dolgu üstü sıkışmış ve eğimli durumda olduğundan ve doğal akımla yüzeysel bir drenaj gerçekleştiğinden, dolgu içerisine bir sızma beklenmemektedir.

### Aktepe Çöp Depo Yeri:

Dolgudaki katı atık hacmi : 250 000 m<sup>3</sup>

Dolgudaki katı atıkların cinsi: Bu alana o dönemde kentte oluşan tüm evsel, ticari, tıbbi ve sanayi çöpleri boşaltılmıştır.

Depolanan yerin alanı: 45 000 m<sup>2</sup>

Depolama başlangıç tarihi: 1991

Depolama yerinin kullanıldığı süre: 5 yıl

Depolama yerinin doğal arazi eğimi: 22-28°

Depolama yerinin dolgu şev eğimi: 42-48°

Depolama yerinin ve yakın çevresinin doğal drenajı: Vadinin memba durumu yoktur. Depolama yeri vadinin en üst noktasındadır. Dolgu üstünden akan bir sel suyu yoktur. Sadece kendi alanına düşen yağıştan etkilenmektedir. Dolgu üstü yeterince sıkışmamış ve yeterli bir eğime sahip olmadığından ve doğal akımla yüzeysel drenaj gerçekleşmemekte ve yağış suları dolgu içerisine bir sızmaktadır. Ancak dolgu geniş bir yamaç alanında yayıldığından iç yanmanın ve rüzgarın etkisiyle önemli bir kuruma oluşmakta ve bunun sonucunda sızıntı suyu oluşumu gözlenmemektedir.

### Kumkısıp Çöp Depo Yeri:

Dolgudaki katı atık hacmi : 100 000 m<sup>3</sup>

Dolgudaki katı atıkların cinsi: Bu alana tüm evsel, ticari, tıbbi ve sanayi çöpleri boşaltılmıştır.

Depolanan yerin alanı: 20 000 m<sup>2</sup>

Depolama başlangıç tarihi: 1995

Depolama yerinin kullanıldığı süre: Kullanım devam ediyor.

Depolama yerinin doğal arazi eğimi: 28°

Depolama yerinin dolgu şev eğimi: 52-56°

Depolama yerinin ve yakın çevresinin doğal drenajı: Vadinin memba durumu yoktur. Depolama yeri vadinin en üst noktasındadır. Dolgu üstünden akan bir sel suyu yoktur. Sadece kendi alanına düşen yağıştan etkilenmektedir. Dolgu üstü yeterince sıkışmamış ve yeterli bir eğime sahip olmadığından ve doğal akımla yüzeysel drenaj gerçekleşmemekte ve yağış suları dolgu içerisine bir sızmaktadır. Ancak dolgu geniş bir yamaç alanında yayıldığından iç yanmanın ve rüzgarın etkisiyle önemli bir kuruma oluşmakta ve bunun sonucunda sızıntı suyu oluşumu gözlenmemektedir.

Denizli örneğinde ve diğer tüm kentlerde sağlıklı kentleşmenin en önemli unsurlarından olan sağlıklı çevrede yaşama hakkı, Çevre Kanunu Katı Atıkların Yönetimi yönetmeliğinin şartı olarak, katı atık depo alanlarının çevresel ve geoteknik koşullar yönünden rehabilitasyonu yapılarak zarar ve sağlıksız ortam risklerinin bir an önce giderilmesi gereklidir.

### 6.3.DİNAR ÖRNEĞİ

Dinar ilçesi, deprem geoteknik mühendisliği açısından incelenmiş ve yerel geoteknik koşulların etkisi ayrıntılı gösterilmiştir.

1. Ekim.1995 günü saat 17.57'de meydana gelen 6.1 büyüklüğündeki deprem, Dinar merkezinde önemli hasara yol açmıştır. Keçiözümlü-Çivril ilçeleri arasında K40 -50 doğrultusunda ulaşan Dinar fayının bir bölümünde meydana gelen hareket, bu depreme neden olmuştur. Bu deprem sonrasında Dinar kuzeybatısında fay çizgisi boyunca düzenli devamlılığı olan 13 km uzunluğunda yüzey kırıkları oluşmuştur. Çoğunlukla bir kesme yüzeyi ve buna paralel ikinci derece kırıklardan oluşan yüzey kırıkları zonu; tansiyon çatlak ve yarıkları (Açılma birkaç mm- 80 cm) ile basamaklı - küçük atımlı (cm - 60 cm) normal faylardan oluşur.

Deprem büyüklüğüne göre, beklenenin üzerinde büyük bir hasar meydana gelmiştir. Depremde yaklaşık yüz kişi yaşamını yitirmiş 250'den fazla kişi yaralanmış 4000 civarında konut hasar görmüştür. Bunların büyük kısmı tamamen yıkılmış veya oturulamaz hale gelmiştir. Deprem Dinar ve çevresinde hissedilmesine rağmen hasar Dinar ilçe merkezinin belli bir kesiminde yoğunlaşmıştır. Bunda yerel zemin özelliklerinin deprem etkisini artırması ve yapılarda mühendislik kurallarına uyulmamasından kaynaklanmaktadır. Bunda ilçe merkezindeki bazı yerel geoteknik koşulların önemli etkisi olmuştur. Bu yerel koşullar :

1. Yörenin tektonik aktivitesi: 1. Ekim depremi öncesi ve sonrasında , diğer depremlerde pek görülmeyen tektonik aktivitenin olması
2. Zemin türü: Özellikle ova kesiminin yeraltı suyuna doygun yumuşak ve tutturulmamış alüvyondan oluşması
3. Üretimde kullanılan malzeme kalitesi: Çevre agrega ocaklarından alınan numunelerin beton üretimi için uygun olmadığı görülmüştür.
4. Proje ve işçiliğin uygunluğu: Hasar gören yapıların incelenmesinde depreme dayanıklı yapı tasarımı kurallarına uyulmadığı ve işçilik hatalarının özellikle düğüm noktalarında yoğunlaştığı görülmüştür.

### 1- Yörenin tektonik aktivitesi

Dinar ve yöresi Batı Anadolunun doğu sınırına yakın bir yerde bulunur. Bölge en son tektonik rejim değişikliğinden günümüze değin K-G yönlü genişleme (açılma) tektoniğinin denetiminde yapılanmıştır. Çoğunlukla D-B, kısmende KB-GD ve KD-GB doğrultulu eğim ve verev atımlı normal faylarla sınırlı horst-graben sistemleri gelişmiştir. Jeolojik, jeomorfolojik ve sismik veriler bu tektonomorfolojik sistemleri sınırlayan fayların çoğunun aktif olduğunu gösterir. Dinar merkezinden geçen ve depreme neden olan fay bunlardan birisidir. Daha önce Dinar fayı olarak adlandırılmış ve deprem riski olduğu belirtilmiştir. (Öztürk,1982; Koçyiyit,1984) Keçiborlu-Çivril ilçeleri arasında K40°-50° doğrultusunda uzanan çok az yatay bileşeni olan eğim atımlı normal bir faydır ve uzunluğu yaklaşık 75 km'dir (Koçyiyit 1995). Dinar grabenini KD'den sınırlar. Güneybatıya eğimli olan fayın GB bloku aşağı hareket ederken, KD bloku yükselmiştir. Sismik veriler fayın son 70 yıldır sakin olduğu bu sürede depreme neden olacak bir hareket göstermediği belirtilmiştir (Sucuoğlu 1995). Bu sakinlik döneminde biriken deformasyon enerjisi, elastik kırılma direncini aşmasıyla belirgin bir ivme kazanarak fay boyunca oluşan hareket nedeniyle Eylül-Ekim 1995 aylarında Dinar ve yöresinde hissedilebilen depremlere neden olmuştur. 6.1 büyüklüğündeki (ML) depremin olduğu ve yüzey kırılmalarının meydana geldiği en büyük hareket 1.10.1995 günü olmuştur. Bu hareketin sonucunda oluşan 13 km uzunluğundaki deprem yüzey kırıkları, Dinarın KB'sında gelişmiştir. Buda fay boyunca kırılmaya neden olan hareketin Dinar fayının tümü üzerinde değil Dinar ve kuzeybatısında 13-20 km' lik kesiminde olabileceğini gösterir.

Dinar merkezinin yaklaşık 3.5 K-KB'sından (karayolu virajından itibaren) başlayan, KB'ya doğru Yakaköy, Kızıllı, ve Yapraklı köyleri arasında fay çizgisi boyunca ve yakınında gelişmiş olan yüzey kırıkları zonal bir uzanıma sahiptir. Çoğunlukla bir kesme yüzeyi ve buna paralel 2. derecede kırıklarda oluşan yüzey kırıkları kuşağı; tansiyon çatlak ve yarıkları ( açılma genişlikleri birkaç mm ile 80 cm) basamaklı- küçük atımlı (mm-60cm arası düşey atımlı) normal faylardan oluşur. Kırıkların geometrisi, içerisinde gelişmiş olduğu kaya türünün mekanik davranışına bağlı olarak değişmektedir. Fay önü yelpaze ortamında gelişmiş, yarı elastik yada elasto-plastik davranışlı, çamurlu bir hamurdan oluşan tutturulmamış çakıldaşlarında, kırıklar dar bir zon içerisinde yoğunlaşmış ve faylardaki düşey atım fazla (60cm) olmuştur. Plastik davranışlı çamurtaşları ve kil taşlarında ise yüzey kırıkları geniş bir zonda (120-150m) dağılım gösterirken, faylarda düşey atımlar azalmıştır.

## 2- Zemin koşullarının etkisi

Dinar yerleşim alanı D-B yönünde kaya türüne bağlı olarak farklı iki zeminden oluşmaktadır. (Şekil 1.) Hasarın yoğunlaştığı alüvyon zemin, ikincisi ise depremde daha az yapısal hasar görülen sağlam kaya zemindir.

### a) Alüvyon Zemin:

İlçe merkezinden geçen fay çizgisinin batısındaki düzlük alan ya da ova kesimini kapsar. Gevşek tutturulmamış çakıl, kum, silt, kil türü akarsu ortamının değişik kesimleri çökelmiş kırıntılardan oluşur. Altta yanal ve düşey yönde birbirine geçişli çakıl, kumlu seviyeler hakimdir. Üste doğru çakıl ve kum mercekleri içeren çamurlu, siltli seviyelerden oluşur. En üstte dere yarmaları ve temel kazılarında görüldüğü gibi organik artıklar içeren kumlu-seyrek çakıllı kil olduğu belirlenmiştir. DSİ sondaj verilerine göre en fazla kalınlığı 150 m'dir Yeraltı suyuna doymuş olan alüvyonlarda yeraltı seviyesi zemin yüzeyine oldukça yakındır. Bina temellerinde bu yakınlığın 2 m'nin altına düştüğü görülmüştür. Hatta bazı kesimlerde yüzeyle kesişerek kaynak çıkışları oluşmuştur.

Yer sarsıntıları sırasında, su seviyesinin değişmesi kumlu gevşek zeminlerde sıvılaşma olayı meydana getirebilir (Özaydın,1982). Dinar'da yer yer sıvılaşma görülmüştür. Mekaniksel olarak viskoz bir davranış biçimi gösteren zemin aşırı ölçüde deforme olur. Bu tür zeminler üzerinde yer alan yapılarda bundan etkilenerek aşırı ölçüde deforme olur. Bu tür zeminler üzerinde yer alan yapılarda bundan etkilenerek, önemli hasarlar oluşur. Dinar'da da görüldüğü gibi önemli hasarın yoğunlaştığı binalar bu tür zemin üzerinde yer almaktadır.

Zeminin gevşek daneli ve suya doymuş olması nedeniyle titreşimlerin yol açtığı sıkışma neticesinde oturma meydana gelmiştir. Oturmalar çerçeve hasarlarını artırıcı etki yapmıştır. Bazı binalarda yatmalar görülmüştür.

Dinar zemininin daha önceleri bataklık olduğu öğrenilmiştir. Bataklıklar, turbalıklar ve kurumuş göller göller deprem şiddetini artırır. Bütün bu olumsuzluklara rağmen Dinar'da hiç zemin etüdü olmadığı öğrenilmiş muhtemelen deprem hesaplarında zemin parametreleri hatalı belirlenmiş ve bu durum hasarda artış meydana getirmiştir.

### b) Sağlam Kaya zemin:

Yerleşim alanının ve fay hattının doğusunda kalan tepeler bölgesi sert dayanımlı kireçtaşlarının meydana getirdiği sağlam bir zeminden oluşur. Dinar fayı yükselen blokunu oluşturan kireçtaşları yol yarmalarında görüldüğü gibi altta gri-yeşil renkli masif kilaşı seviyeleri içerirler. Çoğunlukla masif, yer yerde katmanlı ve oldukça çatlaklı olan kireçtaşları ilçe doğusunda geniş bir alanda yayılım gösterirler. Bu zemin üzerinde yapılarda hemen hemen hiç hasar olmadığı, yada çok az bir hasar olduğu gözlenmiştir.

Dinar merkezinde, yukarıda anlatılan iki zemin türünün sınırında hasar oranının çok ani değişmesi, hasar üzerinde zemin türünün birinci derecede etkili olduğunu göstermektedir.

### 3- Üretimde Kullanılan Malzemenin Kalitesi

Betonda kullanılan agrega dayanım düşürücü yuvarlak malzeme, kil ve organik malzeme içermemelidir. Dinar'da kullanılan agrega ocaklarından alınan örnekler üzerinde yapılan deneylerde %10 kil belirlenmiştir. Aşınma (Los Angeles) deneyi sonucunda %61'lik aşınma tesbit edilmiştir. Bulunan değerler TS 706'da verilen %5 kil sınırı ve %50'lik aşınma dayanımını aşmaktadır. Aynı örneğin tüvenan olarak kullanılması halinde B160 değerine ulaşamamıştır. Ancak uygun granülometri elde edilirse B160 değerine ulaşabilmektedir (Demircili ve Başar 1996). Dinar'da hasar gören yapıların büyük bölümünde beton kalitesi B160'ın altındadır. Birinci derece deprem bölgeleri için Deprem yönetmeliği BS20 kullanılmasını zorunlu kılmaktadır.

### 4- Proje ve İşçiliğin Uygunluğu

Dinar'da hiç zemin etüdüne rastlanmamış zeminle ilgili hiçbir parametre belirlenmemiştir. İnşaat mühendisliği anlamında projelerin mükemmel yapıldığı binalarda kalitesiz işçilik, mühendislik kurallarının detaylara yansımaması ve kalitesiz malzeme kullanımı nedeniyle yapıların büyük bölümü yıkılmış veya ağır hasar görmüştür.

Bunların yanında uygun projesi yapılan, kaliteli malzeme ve işçilikle inşa edilen yapılar alüvyon zeminler üzerinde yer alsalar dahi depremde hasar görmemiş yada "insan hayatını tehlikeye sokmadan" az hasar görmüşlerdir.

## 6.4. BARTIN ÖRNEĞİ

Batı Karadeniz Bölgesinde 21.5.1998 tarihinde yaşanan sel felaketi Zonguldak, Karabük ve diğer yerleşim yerlerinin yanında Bartın'da etkili olmuş ekonomik, sosyal ve sağlık açısından derin yaralar açmıştır. Felaket sonucu 1200 ev ve işyeri ile yüzlerce araç sular altında kalarak kullanılamaz hale gelmiştir. Sel felaketinin oluşmasını aşırı yağışın yanı sıra planlamada yapılan mühendislik hataları yada mühendislik hizmetinin hiç olmaması sağlamıştır (Başaran ve diğ. 1998).

Sel felaketinin nedenleri:

1. Plansız yapılaşma sonucu artan bir hızla nehir yatağına konut ve işyeri yapılması
2. Sanayi ve evsel atıkların nehir yatağını doldurması
3. Bartın Limanı inşaatının nehrin denize boşaltılmasını zorlaştırması
4. Üst havzada meydana gelen orman tahribatı

Çözüm Önerileri:

1. Taşkın tehlike sınırının belirlenmesi ve planlamada göz önüne alınması
2. Nehir yatağını dolduran etmenlerin önüne geçilmesi
3. Bartın ırmağının denize boşaldığı yerin genişletilip temizlenmesi
4. Orman tahribatının önüne geçilmesi
5. Nehir yatağını dolduran erozyonun önüne geçilmesi ve nehir yatağının temizlenmesi

## SONUÇ

Sağlıklı kent oluşumu bir çok disiplini bir araya getiren interdisipliner bir konudur. Sağlıklı kentlerin oluşumunun en önemli şartlarından olan doğal afetlere karşı güvenli ve sağlıklı çevre oluşturulmuş kentte yaşama hakkının sağlanabilmesi için geoteknik mühendisine düşen çalışmalar anlatılmıştır.

Yeni hazırlanan planlarda ve mevcut kentlerde yerleşim ve sanayi bölgelerindeki deprem tehlikesi geoteknik mühendislerince hazırlanan mikrobölgelendirme haritaları ile ortaya konur. Mikrobölgelendirme haritalarında kuvvetli yer hareketinin, en büyük ivmesi ve belirli frekanslardaki spektral ivmeler cinsinden, zemin koşulları ve topoğrafyaya bağlı olarak değerlendirilmesi, depremin neden olabileceği zemin göçmeleri, heyelanlar ve arazi kırıklarının muhtemelen ulaşacakları yerlerin belirlenmesi yer alır.

Arazi kullanım amaçlı mikrobölgelendirmede bir deprem esnasında birincil veya ikincil deprem tehlikesi oluşturacak bölgeler belirlenir. Bu bölgeler genelde aktif fay hatlarını, zemin sıvılaşması ve göçmesi olabilecek yerleri, heyelan ve kaya düşmesi olabilecek yamaçları kapsar. Bu tip tehlike arz eden yerlerde yerleşim ya tamamen yasaklanır yada gerekli fiziksel tedbirlerin alınması ile yerleşime izin verilebilir. Bildiride Dinar örneği incelenerek yumuşak alüvyon zemin üzerinde hasarın yoğunlaşması gösterilmiş mikrobölgelendirme haritalarına olan ihtiyaç vurgulanmıştır.

Bildirinin ikinci bölümünde sağlıklı kentleşmenin en önemli problemlerinden olan atıkların depolanması ve zararsız hale getirilmesi için mevcut kentlerde katı atık depo sahalarının seçiminde etkili olan geoteknik faktörler ve eski atık sahalarının rehabilitasyonunda geoteknik mühendisliğine düşen hizmetler özetlenmiştir. Denizli Katı atık depo sahaları geoteknik mühendisliği vizyonunda örneklenmiştir.

Bartın sel felaketi ve Senirkent sel ve çamur akması felaketi geoteknik anlamda değerlendirilmiştir.

Yukarıda verilen bilgiler ışığında zeminlerle ilgili çevre problemlerinin çözümünde geoteknik mühendislerinin daha önceden elde etmiş oldukları bilgiler baz alınarak çözümler üretilmektedir. Geoteknik mühendisliği sağlıklı kentlerin oluşumunda hızlı bir gelişim göstermekte ve bu konuda yapılan araştırmalar artmaktadır.

## KAYNAKLAR

Alkaya D.(1996), Deprem Bölgelerinde Zemin Davranışı ve 1995 Dinar Depremi, Habitat II. NGO Forum, Doğal Afetler Sempozyumu, İstanbul

Alyanak İ. (1996), Eski Çöp Depo Yerlerini İyileştirilmesinde Geoteknik Yaklaşımlar, Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği 6. Ulusal Kongresi, sy 433-441, İzmir

Bozkuş C., Alkaya D., (1996), 1995 Dinar Depremi ve Deprem Hasarında Etkili Olan Yerel Koşullar, S. Demirel Üniversitesi IX. Mühendislik Sempozyumu, Isparta

Başaran ve diğerleri,(1998), Bartın Sel Felaketi Teknik Raporu, TMMOB Jeoloji Müh. Odası Haber Bülteni, Sayı 98/1-2, Ankara

Çatal H.H., Alkan A., Fıstıkoğlu O., (1995), Senirkent Sel Felaketi ile İlgili Teknik Rapor  
Çatal H.H., Alkan A., Fıstıkoğlu O., (1995), İnşaat Mühendisliği Açısından Sağlıklı yerleşim Bölgelerinin ve Yapılarının Seçimi İçin Temel İlkeler, Sağlıklı Kentler ve İnşaat Mühendisliği Sempozyumu, sy 69-76,İzmir

Demircili M., Başar. M.,(1996), “Dinar Depremi ve Kullanılan Agregalar” PAÜ. Lisans Bitirme Tezi, Denizli

Erdik M., Avcı S.J. Okur T., (1996), Kentlerde Deprem Tehlikesinin Belirlenmesi: Mikrobölgelendirme , Tübitak Depram Sempozyumu, Erzincan ve Dinar Depremleri Işığında Türkiye'nin Deprem Sorunlarına Çözüm Arayışları,sy 103-111, Ankara

Güler E, Toğrol E., Avcı C., (1994), Çevre Geotekniğine Genel Bir Bakış, Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği 5. Ulusal Kongresi,sy 852-886, Ankara

Henke K.H. Standsicheiten von Deponien aus Müll und Abfallstoffen Müllhandbuch Band 3,Abs 4546, Erich Schmidt Verlag Berlin

Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği,Resmi Gazete, 14.Mart.1991

Kaya ve diğerleri Senirkent Felaketi Teknik Raporu., (1995), TMMOB İnşaat Müh. Odası, Mühendislik Haberleri,sayı 379, Ankara

Koçyiyit A., Sucuoğlu H.,(1995), 1 Ekim 1995 Dinar Depremi Mühendislik Raporu, 62 sy, ODTÜ ve İnş. Müh. Odası Ankara şubesi, Ankara

Kutay A. (1994), Katı Atıkların Depolanmasında Karşılaşılan Geoteknik Problemler, İTÜ Fen Bilimleri Enst. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul,sy 149, İstanbul

Özaydın K.,(1982), “Zemin dinamiği” Deprem Müh. Türk Milli Komitesi Yayını 170 sy. İstanbul

Öztürk A.(1982) Tectonic of Dinar - Sandıklı- Işıklı Region Communications,A.Ü. Faculty of Sci., Ankara

Siyahi G.B., Ansal A.,(1996) Deprem Tehlikesi Bulunan Bölgelerde Şev Stabilitesine Göre Mikrobölgelendirme, Tübitak Depram Sempozyumu, Erzincan ve Dinar Depremleri Işığında Türkiye'nin Deprem Sorunlarına Çözüm Arayışları,sy 123-131, Ankara

Tan O.,(1994), Çöp Depolama Sahalarının Geoteknik Açısından Tasarım Sorunları, Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği 5. Ulusal Kongresi, ODTÜ, Ankara, sy 529-539

## **INVESTIGATION OF HEALTY CITY DEVELOPMENT IN VIEW OF GEOTECHNICAL ENGINEERING**

Res. As. Devrim ALKAYA C.E. MSc. Prof. Dr. İbrahim ALYANAK  
Pamukkale University, Faculty of Engineering, Civil Engineering Department, DENİZLİ

### **ABSTRACT**

Civil Engineers have major duties before and planning to obtain healty urbanization. Geotechnical factors affecting urban planning will be stated in view of geotechnical engineering. The most important parameter of healty urbanization which are earthquake security, local soil conditions, correct site choise, solid waste deposit causing land and water pollution will be investigated. Denizli, Dinar, Senirkent and Bartın samples will be discussed.