

AVUSTRALYA'DAKİ KURAK BÖLGELER*

Aydın ÖZSAN A.Ü.F.F. Jeoloji Mühendisliği Bölümü, ANKARA

GİRİŞ

Avustralya kıtasının büyük kısmı kurak veya yarı kuraktır. Butt ve Smith (1980) den alınmış Şekil 1 de kurak ve yarı kurak bölgelerin dağılımı görülmektedir. Kurak zonda maksimum yaz (Ocak) sıcaklıkları ortalaması 33°C ile 39 °C, ortalama yıllık yağış 100-400 mm arasındadır.

Şekil 1 de Avustralya'nın başlıca şehirlerinden bazıları görülmektedir. Büyük şehirler dar kıyı zonlarında Akdeniz ve tropikal iklim şartları altında bulunurlar. Çoğu kurak ve yarı kurak alanlarda yerleşim yerleri olmadığından mühendislik faaliyetleri oldukça sınırlıdır. Bu kapsam içinde maden projeleri için küçük yerleşim yerleri, uçak pistleri, demiryolları ve karayollarının yapımı gerekmektedir. Su temini projeleri için hem yüzey hem de yeraltı suyu kullanılmaktadır. Broken Hill, Mount İsa, Kalgoorlie en büyük maden merkezleridir.

JEOLOJİK KONUM

Kurak ve yarı kurak alanların iklimsel tarihi ve jeolojisi Mabbutt (1980), Butt (1982) ve Ollier (1978) tarafından derlenmiştir. Kıtanın bu kısmında Prekambriyen ve Paleozoyik'ten daha yaşlı kayalar temeli oluşturur (Şekil 2). Bu kayalar, yeraltı günlenmesi ve erozyonun sonucuna bağlı olarak Permiyen'den beri tektonik olarak duraylı halde bulunurlar. Bu kratonların üzeri çeşitli zamanlarda özellikle Kretase'de artan sedimantasyon ile kaplıdır. Permiyen'deki buzullaşmayı takiben Jura ve Kretase'de oluşan aktif erozyon sonucu özellikle Orta Kretase'de geniş düzlükler oluşmuştur. Orta Mesozoyik'ten Miyosen'e kadar olan zaman aralığında yüzey, nemli ile tropikal iklim değişimleri altında yoğun günlenmeye maruz kalmıştır. Bu ise alanın çoğu yerinde 30-100 m arasında kalınlık gösteren lateritik malzeme gelişimine neden olmuştur.

Miyosen sonlarına doğru kuraklık dönemi başlar. Geç Pleyistosen'den beri iklim başlıca kurak ile yarı kurak arasında değişmektedir. Günlenme, topografyada değişikliklere neden olan su tablası şartları altında dü-

şük oranlarda devam etmiştir.

Tersiyer'de olan blok faylanma bazı sahalarda ve onların diğer kısımlarında tepe oluşumlarına ve yan havzalarda sediman birikimine neden olur. Karada Pleyistosen zamanında oluşan göllerde kil ve kum çökelleri oldukça yaygındır. Şimdiki görünümde düşük yükseklik ve rölyefte oluşan ovalar ve kumluk alanlar birbirlerinden farklı şekilde ayrı bulunurlar (Şekil. 3 ve Tablo. 1)

MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ KARAKTERİSTİKLERİ

Derin Günlenmiş Zon Kesiti

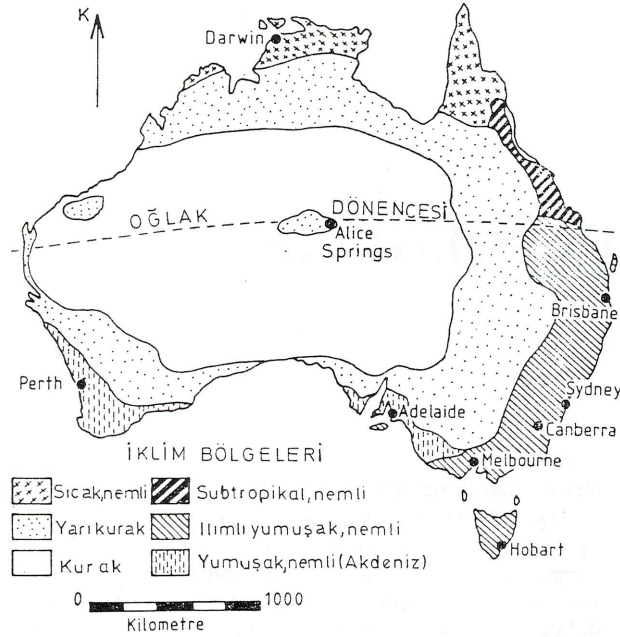
Derin günlenme(**) kesiti, erozyon, dağlık ve yüksek yerler haricinde etkili olmuş ve bunun sonucunda günlenmiş zonun kalınlığı 10-30 m arasında olup bazen 100 metreye kadar ulaşabilmektedir. Fakat bu kesit yay-

Çöl Tipi	Esas Özellikleri
1. Yüksek ve dağ eteği alanı	Yan birikinti ve dağ eteği yeri ile ayrı platoların dizilimi, Etkin erozyon alanları ve ana kaya zuhurları.
2. Kalkan	Diğer kristalin kayalar ve granitin üzerinde bulunan düşük rölyefli alanlar, alüvyal ovalar, tuz gölleri ve kum ovaları içerir.
3. Nehire ait yer ve kil ovası	Çöl nehirleri ve taşkın alanlar
4. Taşlı alan	Üzerinde çakıl, kaya parçası boyutundaki tanelerin dağınık şekilde bulunduğu ova ve platolar; çakıl ovaları.
5. Kumlu alan	Göç ile oluşan kum ovalar veya sabit kum tepelikleri

Tablo 1- Avustralyadaki çöl tipleri (Mabbutt, 1973).

* *Engineering Geology of the Earth-1989 adlı kitabın 105-115 sayfaları arasındaki "ARID REGIONS IN AUSTRALIA" adlı makaleden çevrilmiştir.*

Şekil 1- Avustralya'daki iklim zonları.



gın olarak, tedricen günlenmiş ana kayadan derinlere doğru taze ana kayaya geçer. Birim üzerinde tipik olarak laterit yüzeyi (Ferricrete) bulunmaktadır (Şekil 4).

Büyük derinliklerde günlenmenin derecesinden çıkan önemli sonuca göre büyük yapıların tesisi ve yapı malzemelerinin (kaya dolgu ve Agregalar) elde edileceği taze ve sert ana kaya zonunun kalınlığı azdır. Günlenme profilinin şekli derinlerdeki kaya tipinin şekline ve kaya kütleleri içindeki yapısal bozukluklara bağlı olarak çeşitli derecelerde farklılık göstermektedir. Toprak özelliklerine dönüşmüş ileri derecede günlenmiş kayalar ve çevresindeki, hatta daha derinliklerdeki kayalar hafifçe günlenmiş veya taze şekildedir.

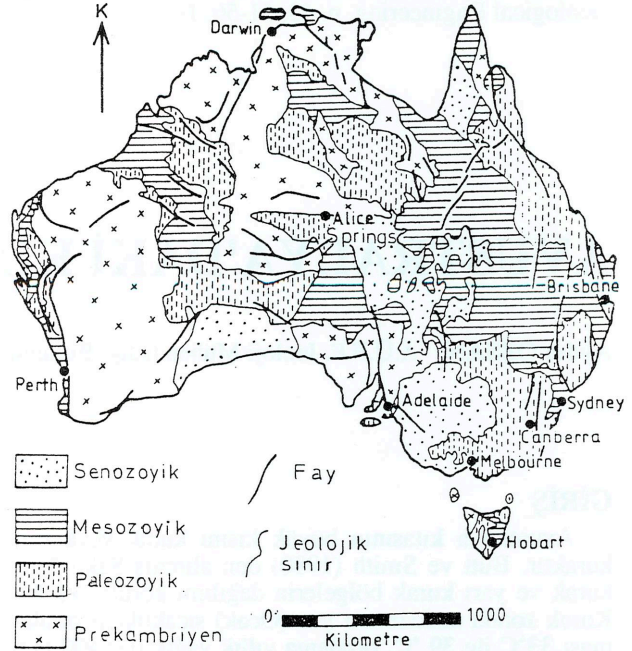
Ferricrete ve Silcrete

Günlenmenin uzun süre devam etmesi sonucunda taze anakayanın azalması ile yüzeye yakın yerlerde Ferricrete ve Silcrete diye bilenen duricrust malzemeleri oluşur.

Ferricrete hem çakıl hemde çimentolu çakıl (tabakalı) şekillerinde olup geniş bir yayılımda olan laterit kesitinde (Şekil 3) görülmektedir. Diğer ferricrete'ler daha geç kurak iklimler altında demirli zonun korunmasına bağlı olarak oluşurlar.

Silcrete yaygın olarak lateritik toprak kesitinin tabanında oluşur. Kesitin yukarı kısmında Ferricrete kısmen veya tamamen erozyona uğramıştır. Silcrete yüzeyde ve yüzeye yakın yerlerde oluşur. Silcrete, bazı yerler-

Şekil 2- Avustralya'nın genel jeolojisi.



de kurak dönemlerde yeraltısuyundaki silisin çökmesiyle bağlı olarak oluşmuştur. Ferricrete ve Silcrete ile örtülü yüksek yerlerde oluşan erozyon Ferricrete ve Silcrete ile örtülü yüksek yerlerde oluşan erozyon sonucu ferricrete ve silcrete şapka kayalarından mesa ve kuesta şeklinde yer şekilleri oluşur. Bu özelliklerle gelişen ovaların altında veya üstünde şapka malzemesinin erozyona uğramasıyla oluşan silisli ve demirli bodurtaş çakıltası bulunur.

Ferricrete, yaygın olarak yapı malzemesi özellikle yollar ve hava limanlarında kaplama malzemesi olarak kullanılır. Malzeme çoğunlukla yatay olup 0.5 ile 1.5 metre arasındaki kalınlıkta bulunurlar. Yatay ve düşey kesitlerde yüksek derecede değişkenlik göstermektedir. Genel olarak çeşitli çimentolardan oluşan granül ve pisolit şeklindedir. Bu maddeler ısıtılıp yuvarlandıktan sonra içindeki ince malzemelerden kil ve silt ile birlikte döşeme tabanında iyi bir malzeme olarak kullanılır. Bazı ferricretelerde belirli miktarlarda yeniden çimentolaşma oluşur bu ise kaplamanın sertliğini artırır.

Çok uzun süreli kuraklık bölgelerinde Ferricrete çakılları kuru olarak başarı ile kullanılabilirler. Ferricrete malzemelerinin çeşitlilik göstermesinden dolayı granül parçalarının boyutu kuvvetli oluşu ve içindeki ince malzemelerden dolayı daha önceki testlerde iyi malzeme olmadığı kanıtlanmamış olan malzemeler başarı ile araştırılabilir ve test edilebilirler. Deneysel döşeme yapımı genellikle büyük projeler için uygunluk kazanmıştır.

Silcrete, kaplamalarda temel malzemesi olarak kulla-

(**) **GÜNLENME:** Arz kürenin yüzey veya yüzeye yakın atmosferik elemanların etkisine açık, toprağımsı ya da kayalık kısımlarında, gevşek veya altere gecen çok az taşınması ya da yerinde oluşması sırasında renk, tekstür, kompozisyon, sıklık veya şekline etki eden aşındırıcı süreç ya da süreçler topluluğudur. Kayacın fiziksel ayrışması ve kimyasal bozuluşu ile yerinde oluşan böylece çökel, taşınma için hazır gereçtir. Ayrışmanın çoğunun yüzeyde olmasına karşın, özellikle atmosferik oksijen ve su dönüşümüne katılan yüzeysel suların sızabildiği iyi çatlaklı kayalarda da bir miktar derine etki söz konusu olabilir. Bazı yazarlar, ayrışmayı 100 °C ve 1 kb altında yüzey sularının oluşturduğu olaylarla sınırlarken, diğerleri bunu rüzgar, su ve buzun aşındırıcı etkisi ve biyolojik değişimleri de kapsayan daha geniş anlamli bir terim olarak kabul ederler (Glossary of Geology, Bates ve Jackson, 1980).

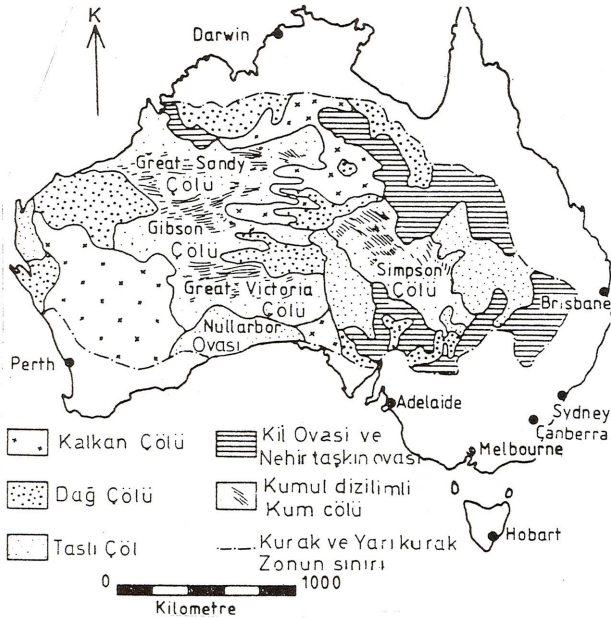
nılması pek yaygın değildir. Çünkü Silcrete çakıldan ziyade tabakalı şekilde oluşur. Bu tabakalar sert ve masif kuvarsitten ibaret olup opal, kalsedon damarları, silisli kum, kil ve kil taşı mercekleri içerirler. Bazı yerlerdeki ezilmiş ve elenmiş silcrete çakılları yol kaplamalarında bitümlü yüzeylerin içinde iyi çakıl olarak kullanılmaktadır (Aitchison ve Grant, 1967). Silcrete çakılları beton agreganın kaynağı olarak potansiyel bir kullanıma sahiptir. İçindeki silisin fazla olması nedeniyle çimento içindeki alkalili ters reaksiyonlar daima araştırılmalıdır.

Calcrete

Calcrete terimi yüzeye yakın kalsiyum karbonat çimentolu malzemeler için kullanılmaktadır. Önceden bu terime "Kunkara", "Kaliş" de deniyordu. Calcrete kurak zonlarda geniş bir yayılımında oluşmaktadır.

Çoğu calcrete'ler kalsiyum karbonat çimentolu pisolit nodülleri içerirler. Bu nodüller ya kalkerli kum, silt veya kilden ibaret bir matriks içinde yada çimentolanmış tabakalar şeklinde bulunurlar. Çakıl veya tabakalar 0.3 ile 1 metre arasında kalınlık gösterirler. En yaygın olanı pedojenik calcrete olup calcreteli zeminlerde veya günlenmiş kalkerli kayalarda oluşur. Calcreteler, çöl şartlarında 1 metre veya daha aşağıda yoğun yağmurdan sonra kapillarite veya buharlaşma ile yukarıya doğru çıkan kalsiyum karbonatlı suyun tekrar çökmesi ile oluşur.

Calcrete vadilerdeki drenaj kanallarının altında bulunur, bu ise su tablasının altında kalsiyum karbonatın çökmesi ile olur. Bu şekilde oluşan Form'a "Yeraltı-suyu Calcrete" denir (Mann ve Horwitz, 1979).



Şekil 3- Avustralya'nın ana çölleri ve çöl tipleri.

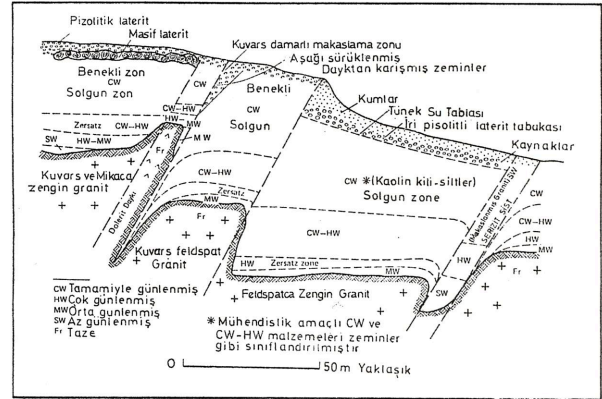
Calcrete çökelleri, Geç Pleyistosen zamanında iklim kuraklaştığından beri geniş bir yayılım oluşturdular. İklimin tropikal veya subtropikal dönemi geçtiğinde bazı bölgelerdeki calcreteler ferricrete depoları ile birlikte bulunurlar ve bunların üzerini örterler.

Calcrete'ler Ferricrete gibi yollarda ve hava alanlarında temel malzeme olarak kullanılırlar. Calcrete çakılları derecelenmedeki değişkenlik, partiküllerin kuvveti, tanelerin plastikliği ve bolluğu ve çökellerin kalınlığı ile karakterize edilmiştir. En iyi malzeme kireçtaşı taneleri ile birlikte iyi derecelenmiş çakıllardır. Tabakalı şekilde çimentolanmış çökeller hafriyat, elle toplama ve yuvarlanma esnasında kırılıp uygun derecede taneler vermektedir. Üstü kapatılmamış döşemelerde önemli miktarda, döşemelerde daha az miktarda çimentolanma oluşmaktadır.

Ferricrete ve Calcrete depolarında arama ve testler istenmektedir ve önceki yapı deneyimi olmaksızın üçlü döşeme yapımı büyük projeler için destek olabilmektedir. Bazı sahalardaki döşemelerde asfalt kaplamaları için Calcreteler küçük küçük kırıldıktan ve elendikten sonra elde edilen malzemeler portland çimento betonun içinde kullanılır.

Rüzgarla Oluşan Çökeller

En yaygın rüzgar çökelleri kurak ve yarı kurak bölgelerin yarısını örten kum tepeleri ve kum ovalarıdır (Şekil 3). Bunlar Büyük Sandy Çölü, Büyük Victoria Çölü ve Simpson Çölü'dür. Bunlar kil yerleri ve tuz göllerini içeren kumlu ovalar tarafından ayrılmış 30 metre kalınlığında paralele yakın boyuna kum tepeleri oluşturdular. Kum tepeleri kısmen bitki örtüsü ile kaplıdır. Di-



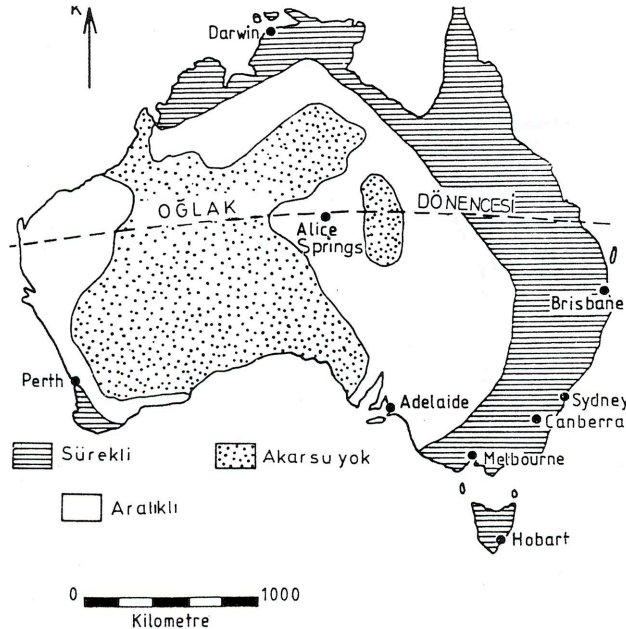
Şekil 4- Tipik derin günlenme kesiti (Gordon, 1984).

ğerleri, özellikle Simpson Çölü çıplak ve hareketlidir. Kurak zonun güney tarafına dağılmış kısmında zonlar yerinde çok düşük yoğunlukta kalkerli siltli killere yüzeye yakın yerde toprak kesitinde bulunurlar. Bu malzemeler güney sahiline yakın ılımlı iklim zonlarında oluşurlar. Bu toprakların yüzeye yakın yerleri kısmen veya tamamen Calcrete'e dönüşmüştür. Bu siltli killerin lós yapısında olduğu anlaşılmıştır. Bunlar Pleyistosen buzlaşma devri düşük deniz seviyesi esnasında kara içindeki yaygın kıtasal şelef alanlarından rüzgar yolu ile gelirler. Diğer rüzgar oluşukları nispeten küçük silt tepeleri, kümelenmiş kil ve jips içerirler, bunlar bazı kil ve tuz yataklarının hemen yanında bulunurlar.

Yukarıda anlatılan rüzgar oluşuklarının mühendislik karakteristikleri önemlidir: Yerinde yoğunlukları düşüktür. Çöldeki kum tepeleri karakteristik partikül boyu dağılımına sahiptirler. Genellikle az miktarda silt ve kil birlikte kum boyutundaki tanelerden ibarettir.

Düşük yoğunluklar zeminlerdeki duraylı yapılarla bağlıdır. Bütün bunlar suyla doygun çökme olayıdır. Güney Avustralya'daki çöken zeminler üzerindeki plaka yüklemelerinin sonucu Selby (1982) tarafından tanımlanmıştır. Bu zeminlerin çökmesinin önemi ve mekanizması anlaşılmadan önce borularda sızıntı ve bahçelerin sulanmasıyla binalarda zemin çökmesine bağlı çatlaklar oluşmuştu. Bazı betondu su tanklarında küçük sızıntı veya fazla akma ile onların temellerinde farklı yerleşmelere neden olmuştur. Çöken zeminlerin olduğu yerde bunların önüne geçilebilir. Şayet bu mümkün değilse mühendislik çözümü ya zeminlerin su sıkışması ile sağlamlaştırılması ya da bu zeminin altına uzanan temelin yapılması şeklindedir.

Kum tepelerinin (Dune) önemli bir başka özelliğide göçme potansiyeli göstermeleridir. Örtülü alanlardaki bazı duraylı kum tepeleri örtünün hareketi ile duraylıklarını kaybederler.



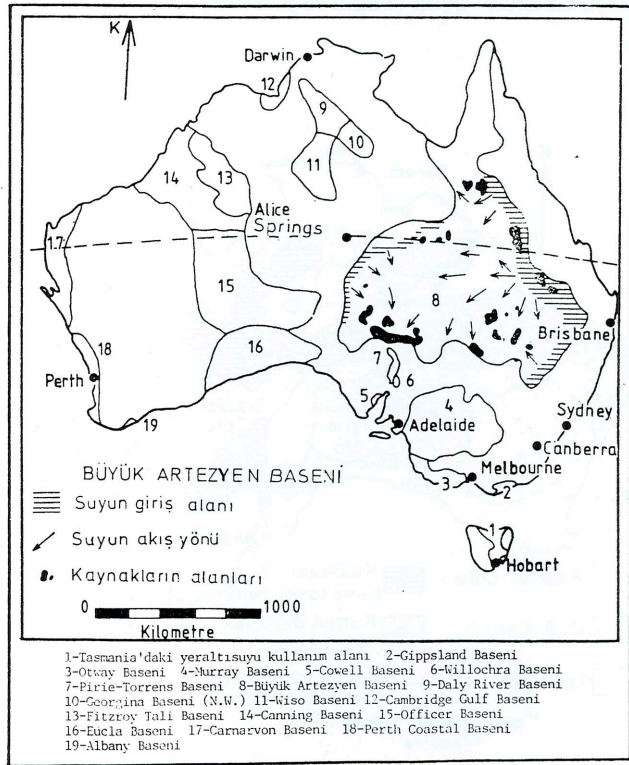
Şekil 5- Avustralya'daki nehirlerin dağılımı (Currey, 1983).

Geniş Yayılımdaki Kil Zeminler

Killer, derin günlenme profili içinde en fazla bulunan minerallerdir (Şekil 4). Miyosen sonraki alüvyal ve göl çökellerinin aşınması ile oluşan kil sedimanları, diğerlerine nazaran üstün konumdadır. Böyle oluşuklar yüzüne yakın yerde nehre ait ve kil ovaları olan yerlerde oluşur ve hatta kalkan, taşlı ve kumlu çöl alanlarında önemli yayılımdadırlar (Şekil 3). Küçük depolar, yüksek alanlar ve dağ eteği olan yerlerde küçük depolanmalar oluştururlar.

Killer yüksek plastiklik ve tuzluluk gösterirler. Yüksek tuzluluk ve düşük nem içeriğinden dolayı son derece yüksek negatif gözenek basıncı ve emmeler gösterirler. Güney Avustralya'daki toplam ölçülen emme (çözünürlük ile matriks) 1-15 MPa (Peter, 1979) arasındadır. Bu tür zeminlerin su almasına müsaade edilir ve şişmeler bu durum yüksek basınçta olur. Şişmeye (veya kurumaya bağlı büzülme) bağlı önemli hasar bu zeminler üzerindeki binalarda oynamaya neden olur. Tasarım yaklaşımları ile böyle hasarlar minimuma indirildi (Mitchell, 1981). Fakat bu hasarın önüne geçme ekonomik olarak fizibl değildir.

Kil maddeleri son derece düşük çeşitli geçirgenliktedirler fakat yerinde kil kütleleri içindeki süresizliklerin varlığı nedeniyle geçirimsizlik artar. Bunlar bitki örtüsünün kökleri ve gömülü bitki örtüsünün çürümesi ile oluşan boru şeklindeki boşluklar ve göl tabakalarının kuruması ve sonraki çökmede geçici kırılma, büzülme ve kumtaşı dayklarının (kumtaşı çatlarının kum ile dolması) oluşturduğu eklem ve çatlakları içerirler (Staple-



Şekil 6- Avustralya'nın yeraltısu basenleri.

don,1970). Kil kütlelerinin artan permeabilitesi killerin ıslanması ile yapılarda hasarlara neden olur. Yüzeyin hemen altında bulunan geniş yayılımdaki kurumuş killere açılı çakıl buyutundadır. Kil kütlelerinin altında kil parçalarının yüzeyleri eklemli veya çatlak görünümündedirler. Yüzeydeki taneli malzeme bitki örtüsü şeklinde olup, altında yatan kilden nem kaybına engel olur. Yüzey genellikle çok fazla büzülme çatlakları gösterir. Bu çatlaklar 50 mm kadar açıklıkta, bazen boşluklar 1 metre ve daha fazla ayrıklıkta olabilmektedir.

Yüksek plastisiteli killere içeren çoğu yer, alışılmamış yatay olarak 2 ile 3 metre aralıklı ve 0,3 ile 1 metre rölyef ile çukur ve tepeler içeren morfoloji gösterirler. Bu tepe ve çukur yapılarına gilgai denir ve bunlar killerdeki yağmurlu dönemlerden sonra yüksek yatay şişme basıncına bağlı olarak oluşurlar. Bindirme ile oluşan az eğimli eklemelerin varlığı yatay şişme basıncı hipotezine yardımcı olur (Stapledon, 1970).

Yaygın kil zeminleri yol yapımı ve sonrasında problemler yaratmaktadır. Metcalf ve Vlasic (1970)'e göre ana problem yol kaplamalarında killerin büzülmesinin neden olduğu boyuna çatlakların oluşmasıdır. Bunlar bu problemi halletmek için çakıl döşemelerini geniş destekler halinde kenarlara doğru yayılması bu durumun örtünün dışına kadar devam etmesi gerektiğini önermişlerdir.

Yalancı Karstlaşma ve Karst Alanları

Nullabor Ovası (Şekil 3) nemli zamanlarda olasılıkla Pleystosen boyunca gelişmiş mağaralar içeren Tersiyer kireçtaşlarının üzerinde uzanmaktadır.

Darwin'in 500 km güneyinde, yarı kurak bölgede Kretase yaşlı kalkersiz kilaşları, silttaşları ve kumtaşları üzerinde önerilen demiryolu güzergahı boyunca fazla miktarda dolinler görülmüştür. Alkamade'in (1984) raporuna göre dolinler 1 metre ile 20 metre arasında çöküntüler baca şeklinde sıralanırlar. 40 000 m³ Kretase kayaları aşağı doğru yer değiştirmişlerdir. Dolinler, hava fotoğraflarında drenaj hatları boyunca yoğunlaşmışlardır. Kretase kayalarındaki bu elemanların yoğunluğu normal hatlarda görülenden daha fazladır.

Kambriyen yaşlı kireçtaşlarının üzerinde uyumsuzlukla gelen Kretase kayalarının kalınlıkları 50-100 m. arasındadır. Alkamade bu kireçtaşlarının, kalkersiz Kretase kayalarının oyması ile mağaralar içerdiğini söylemiştir. Dolinlerin Orta Tersiyerden beri aktif olaylarla şekillenmeye başladığını söylemiştir. Önemli olarak yüzeyde görülen çöküntüler son on yıl içerisinde oluşmuştur.

Twidale (1985) dolinler ile ilgili farklı köken öne sürmüştür. Buna göre mağaralar veya düşük yoğunluk zonları Tersiyer zamanı boyunca tropik ile ılımlı iklim şartları altında silis çözeltileri ile Kretase yaşlı kilaşı, silttaşı ve kumtaşları içerisinde gelişmiştir. Bununla birlikte su tablasındaki düşüşler üzerliyen yataklarda ve Ferricrete zonunda çökmelere neden olur ve buda yer yüzünde düşük yoğunluk zonları veya mağaralarda dolinler ve deliklerin oluşmasına neden olur.

SİROTEM tekniği, simik yansıma ve elektriksel rezistivite içeren jeofiziksel metodlar yer altı boşlukları

nın aranmasında kullanılmaktadır. Alkamade bu aranılabir boşlukların 5-50 m. arasında olabileceğini söylemiştir.

Yeraltısuyu

Şekil 5'te gösterildiği gibi kurak ve yarı-kurak zonalarda sürekli akan nehir yoktur. Kurak zonların çoğunda drenaj ağının koordineli olmadığı görülmüştür. Nullabor Ovası Karst alanlarında ve kum çöllerinde yüzey drenajı yoktur. Diğer nehirler kıtanın yukarı kısımlarından ışınsal bir şekilde yayılırlar. Bazıları ovalarda birer. Bir kısmında tuzlu bölgelerdeki göllere doğru akar.

Oldukça günlenmiş Prekambriyen ve daha yaşlı Paleozoyik kayaları genelde çok düşük geçirimsizlik ve etkili porozitede olup yeraltısuyu tuzca zengindir. Toplam çözülmüş katılar 10 000-100 000 mg/l arasındadır. Bu sulara yeraltı ve açık işletmelerde rastlandığından dolayı maden donanımında, pompalarda son derece aşındırıcı oldukları saptanmıştır.

Yüksek tuzluluk ve aşındırıcı özelliği olan yeraltısuları sığ alüviyal ve göl çökellerinde oluşurlar.

Büyük miktarlar ve iyi kalitedeki yeraltısuları büyük çökeltme havzalarında oluşur (Şekil 6). Dikkati çeken büyük artezyen baseni kıtanın % 22 olan 1,7 milyon km² dir. Su; Triyas, Jura ve Kretase yaşlı akifer özellikli kum taşlarının içinde oluşur. Kilce zengin kayalar akiferlerin üzerini örter veya çevrelerler. Şekil 6'da ana boşalma alanları, akım şeması ve kaynaklar görülmektedir. Kurak alanların doğusunda ılıman-nemli iklimdeki Great Dividing Range akiferleri görülmektedir. Burada 3000 faal artezyen kuyusu bulunup günde 1 500 000 m³ su sağlanmaktadır. Bu kuyuların çoğunluğu 500 m. derinliğindedir. En derini 2 00 m. dir. Suyun kalitesi güzel olup içindeki çözeltiler sodyum bikarbonat ve sodyum klorittir, ve 100 gm/l'den azdır. Bununla birlikte su ısı 30°C - 80 °C arasındadır ve ısı bazen 100 °C kadar çıkar ve suyu kullanmadan önce serinletmek gerekir.

Ayrıca 20 000 dolayında sığ akmayan kuyu vardır. Bunlardan Üst Kretase akiferlerinde pompajla az bir üretim elde edilmektedir. Bu su derin akiferlerden gelen sudan daha tuzludur. Fakat stok ve inşaat amaçları için yeterlidir.

1880'den beri yapılan basen çalışmaları bazı alanlarda su seviyesinin 80 metreye kadar düşmesine neden olmuştur. Büyük gelişmeler gelecekteki öneriler onaylanmadan önce değerlendirilecektir.

Depremsellik

Avustralya, yer sarsıntılarını hissetmediği için sakin bir kıta olarak bilinir. Geniş yayılımlı Prekambriyen kalkanının düşük rölyef ve aktif volkanların yokluğu nedeniyle yukarıdaki durumla uyumludur. Bununla birlikte takdir edileceği gibi Avrupalıların yerleşmesi (196 yıl) kısa sürede olduğundan adanın büyük bir bölümünde yerleşim olmaması ve 1958'e kadar olan sismik kayıt istasyonlarındaki azlık nedeniyle çok az tarihsel rdeprem verisi mevcuttur.

Avustralyanın depremselliği Doyle ve Diğ., (1968), ve Mc Evin ve Diğ., (1976) tarafından yer sarsıntısının riskini tanımlayarak değerlendirilmiştir. Avustralya standartlar birliği tarafından (1979) isteyenler için mü-

hendislik yapılarının tasarımı ve yerlerinin belirlenmesi için deprem zonu haritası yayınlanmıştır.

Depremli aktif alanların çoğu geniş yayılımda olup kurak zon içerisinde. Bunlardan bir tanesi Prekambriyen batı kenarına yakın, Perth'in doğusundadır. Avustralya'nın en büyük kaydedilmiş yer sarsıntısının şiddeti 6.9 olup 1968'de bu kurak zonda meydana gelmiştir. Bu olay çok detaylı olarak Gordan ve Lewis (1980) tarafından açıklanmıştır.

Kurak zon içerisindeki diğer aktif alanlar ise Adelaide'in 800 km. kuzeyinde Simpson çölüne doğru ve Great, Sandy Çölü'nün yakınındaki Batı Avustralya'nın kuzeyinde içinde bulunduğu alandır (Şekil 3).

DEĞİNİLEN BELGELER

- Aitchison G.D. and Grant K. A Preliminary appraisal of the Engineering Significance of Silcretes and Ferricretes in Australia. Proc. 4th Regional Conference for Africa on Soil Mech. and Found. Symp., Cape Town, 1967.
- Alkemade D. Personal communication, 1984.
- Butt C.R.M. Weathering and the Australia Landscape. In: Geomechanical Exploration in Deeply Weathered Terrain (Raymond E. Smith, ed.). C.S.I.R.O. Divn. of Mineralogy, Floreat Park, Western Australia, 1982, pp. 9-18.
- Butt C.R.M. and Smith Raymond e. Conceptual Models in exploration Geochemistry. J. Geochem. Exploration, 1980, Vol. 12, Nos. 2/3.
- Clark I.F. and Cook B.J. (eds). Perspectives of the Earth. Australian Academy of Science, Canberra, 1983, pp. 94, 96.
- Currey D.T. Devilbend Damsite Geology. In: Collected Case Studies in Engineering Geology, Hydrogeology and Environmental Geology. Geol. Soc. Aust. Sydney, 1983, pp 82-108.
- Doyle H.A., Everingham I.B., and Sutton D.J. Seismicity of the Australian continent. J. geol. Soc. Aust., 1968, Vol. 15, No. 2, pp. 295-312.
- Gordon F.R. and Lewis J.D. The Meking and Calingiri earthquakes, October 1968 and March 1970. Geol. Surv. Western Australia, Bull., 1980, No. 126.
- Gordon F.R. The Laterite Weathering Profiles of Precambrian Igneous Rocks at the Worsley Alumina Refinery Site. South-West Division, Western Australia, Proc. 4th aust. N.Z. Conf. on Geomechanics, Perth, 1984, pp. 261-266.
- Mabbut, J.A. Desert Landforms. A.N.I.U. Press, Canberra, 1973.
- Mabbut J.A. Weathering and Landform Development. In: C.R.M. Butt and R.E. Smith (compilers and eds). Conceptual Models in Exploration Geochemistry. J.I Geochem. Expl. 1980, Vol. 12, Nos. 2/3, pp. 96-116.
- Mann A.W. and Horwitz R.C. Groundwater Clcrete Deposits in Australia: Some Observations from Western Australia. J. Geol. Soc. Aust., 1979, No. 26, pp. 293-303.
- Mc Evin., Underwood R., and Denham D. Earthquake Risk in Australia. J. of Aust. Geol. and Geophys., BMR Canberra, 1976, pp. 15-21.
- Metcalf J.B. and Vlastic Z.I. A Review of the Design, Construction and Performance of Roads in arid, Inland Queensland. Proc. Symposium on Soils and Earth Structures in arid Climates, Inst. Engr. Aust., Adelaide, 1970, pp. 3-7.
- Mitchell P. W. The Design of Residential Footings on Expansive Clay Soils. Proc. First Nat. Local Govt. Eng. Conf., Adelaide, 1981.
- Ollier C. D. Early Landform Evolution. In: J.N. Jeans § (ed) Australia, Geography. Sydney Univ. Press. Sydney, 1978, pp. 85-98.
- Peter P. Soil Moistura suction. In: Footings and Footings and Foundations for Small Buildings in arid Climates. Inst. Engrs. Aust. Adelaide, 1979, pp. 46-62.
- Selby J. Engineering Geology of Collapsing Soils in South Australia. Proc. 4th Congress I.A.E.G. Delhi, 1982, No. 1 pp. 469-475.
- Standards Association of Australia. Australian Standard 2121-1979. SAA Earthquake code. SAA, Sydney, 1979.
- Stapledon D.H. Changes and Structural Depects Developed in Some south Australian Clays and Their Engineering Consequences. Proc. Symposium on Soils and Earth Structures in arid Climates, Inst. Engrs. aust., adelaide, 1970, pp. 39-48.
- Widale C. R. Personal Communication, 1986.