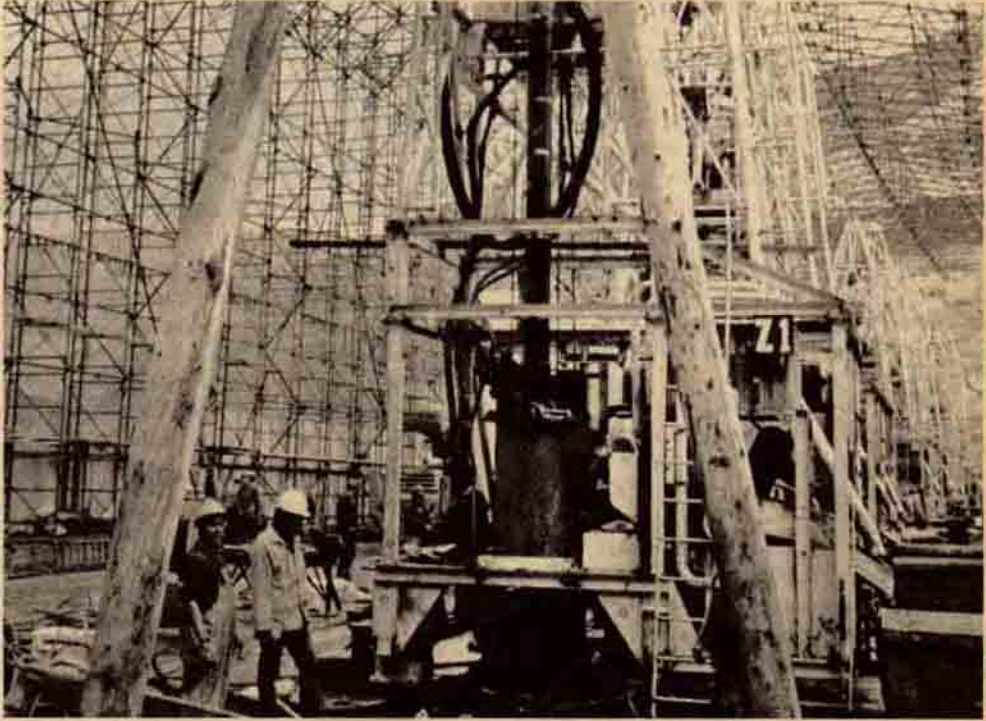




BENTONİT

Christian VEDER

Kristallerden meydana gelen sıvı dayama duvarı.



31 metre olan izolasyon duvarının yerindeki toprağın boşaltılması için, Kanada'da Manicongan sedinin yapımı sırasında, 18 özel delme makinesi kullanılmıştır.

İnşaat mühendisi planlarıyla derine indiği zaman, çevredeki toprak kitlelerini sıkı sıkıya emniyet altına almak zorundadır. Şimdiye kadar akla bile gelmeyen derinliklere bugün, bunu nasıl yaptığı bilinmeyen bir kil sayesinde rahatça inilebilmektedir.

New York'taki Dünya Ticaret Merkezi binasının yapılabilmesi için 20 metre derinliğe gidecek bir sağlam dayama duvarına ihtiyaç vardı. O

altındaki kayalık Manhattan zeminine 300 metre uzun ve 200 metre genişlikte su geçirmeyen bir kap oluşturacaktı. Duvar kalıpları zeminden dışarıya doğru yükselecek ve betonla doldurulacaktı. Ve işte bu toprak boşaltma işleri sırasında toprak kendisini doğrudan doğruya sınırlayan Batı Karayolu, önden ve yandan geçen metro hatları tarafından bir sıvı sayesinde ideal bir şekilde destekleniyordu.

Yarık duvarın betonlanmasıdan önce (Dünya Ticaret Merkezi) demir kafesler bentonit suspansiyon ile dolu kuyulara indirilmiştir.

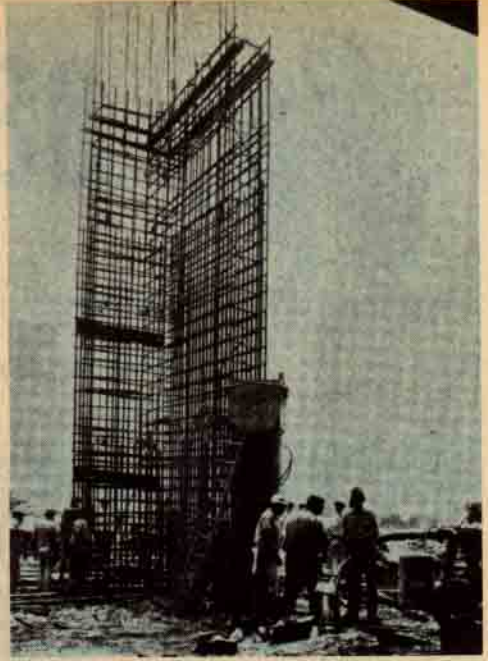
Geçmişte temelleri çok derine inen binaların yapım tekniğinde dar sınırları vardı, yalnız "katı" destekleme sistemlerinden faydalanılabiliyordu. Bir çok durumlarda elde bulunan yapım araçları derinliklerin güç istemlerini karşılayacak durumda değildiler. Kısmen kuyu yapım tekniği daha başka birkaç sistemle beraber büyükçe derinliklere gidilme imkânını veriyordu. Bu sırada karşılanan güçlükleri yenmek için çoğun ölümle sonuçlanan büyük tehlikeler bile göze alınıyordu.

Her mekanik sistemde olduğu gibi zeminin kararlılığı (stabilitesi) bir denge sorunudur. Materyal çekim kuvvetlerinin etkisi altında aynıyle bir sıvı gibi daha az enerji potansiyeli olan bir durum almağa çalışır, yani yatay bir yüzey oluşturmak için daha alçaktaki yerleri doldurmağa başlar. Zeminin ayrı ayrı tanecikleri arasında sürtünme ve Kohezyon büyük bir etki gösterirler; bunlar ne kadar fazla ise materyal de o kadar az "sıvı" bir davranış gösterir. Zeminin tane büyüklüğü, tane yüzeyi ve su miktarı bunda büyük bir rol oynar.

Büyük derinliklere kadar inecek yapılarda açık yapım tarzında geleneksel olarak bir inşaat çukurunun açılmasıyla işe başlanır. Çukurun dibine temeller atılır ve bunun üzerine de binanın yapımı başlanır. Metro inşaatında örneğin "cut and cover" sisteminden söz edilir, bu ilk önce toprağın boşaltılması ve sonra üstünün örtülmesi anlamına gelir. Çevre bundan uzun zaman yakını, çünkü yeraltı inşaatı, hiç olmazsa ham olarak bitirilmeden üstü tamamıyla kapanamaz. Bugün bunun tersi de yapılmaktadır, artık "cut and cover" biricik olanak değildir. İşin zarif ve çevreyi rahatsız etmeyen şekli "Cover and cut" tür : açık hiç bir kuyu kazılmadan derinlere gidilir, ilk önce yan duvarlar aşağıya doğru ilerler, sonra tavanlar yapılır ve bundan sonra da duvarların arasında kalan topraklar boşaltılır.

Bu yöntemin taşıyıcı elemanı yarık duvardır. Bunun yapılması için bir yarık —örneğin 3,5-5,0 metre uzun ve 0,8 metre geniş— bölümü istenilen derinliğe kadar ekskavatörle açılır, demirle donatılır ve betonla doldurulur, yanlarının tahta ile kalıplanmasına gerek yoktur.

Normal olarak böyle derin, dar bir kuyuyu uygun bir şekilde tahta kalıplarla desteklemeden açmağa imkân olmaz. Toprak derhal devrilebilir.

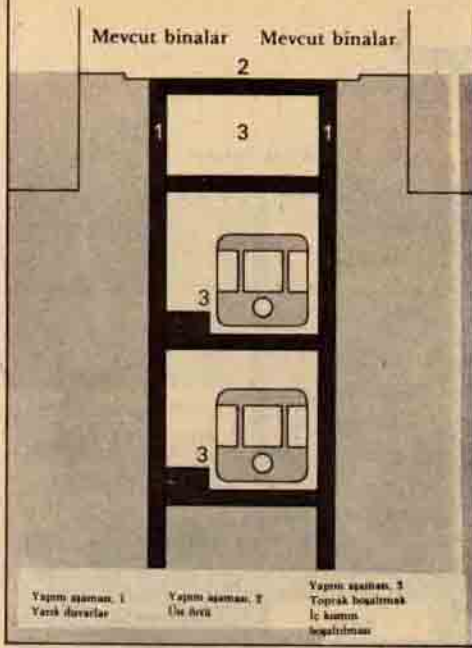


Buna rağmen bugün kalıpsız büyük derinliklere inmek kabildir; gerekli materyali doğanın kendisi yapar : kil minerali Bentonit. Su ile bir Bentonit suspansiyonu karıştırılınca hayret verici bir nitelik kazanır : İhtiyaca göre suspansiyon katı veya sıvı olur. Materyal sakin iken katı durumundadır. Sarsıntılarla zorlandığı zaman suspansiyon ince bir sıvı halini alır.

Yarık duvar tekniğinde bu durum çok işe yarar : İstenildiği kadar derin yarıkların açılması olanaklı olur, çünkü çıkan toprak yerine daha çalışma sırasında Betonit doldurulur. Ekskavatörün çalıştığı yerde sıvı bir suspansiyon bulunur ve onun çalışmasına engel olmaz. Öteki yerlerde ise toprağı destekleyecek kadar dayanıklılık sağlar. Bu destekleme etkisi o kadar ileri gider ki mevcut birçok katlı binalarda bile derine inilebilir.

Toprak duvarın Bentonit suspansiyon yardımıyla ne şekilde desteklendiği bugüne kadar daha tam anlaşılamamıştır. Bilinen bir şey varsa, o da bunun yalnız suspansiyonun hidrostatik basıncından ileri gelmediğidir, çünkü bentonitsiz kilde aynı nitelik yoktur. Ben zemin mekaniği üzerine 1967'de Oslo'da toplanan bir konferansta, şimdiye kadar aksi iddia edilmemiş olan bir beyanda bulunmuştum. Buna göre suspansiyondaki bentonit parçacıklar iskambil kâğıtlarından yapılan "evlerde" olduğu gibi köşelerle yüzeyler üzerinde durmakta, böylece Bentonit pastası az

METRO İNŞAATINDA COVER AND CUT SİSTEMİ



Bentonit sayesinde yarık duvarlar doğrudan doğruya mevcut binaların yanında yapılabilir. Zemin bozulmaz. İki yarık duvar arasında alt alta metro hatları döşenebilir.

yaptıktan sonra, kazıkların aralarına —bunları kesecek surette— yeni delikler delinir, bunlar demirle donatılır ve betonla doldurulur. Böylece düzenli bir beton duvar meydana gelir.

Daha kolay durumlarda özel ekskavatörlerle istenilen derinliğe kadar kuyular açılır, demirle donatılır ve betonla doldurulur. Her iki yöntemde de kazıcılar veya özel ekskavatör çalıştığı sırada boş yer devâmlı olarak Bentonit suspansiyon ile ta temel su düzeyine kadar doldurulur. İçteki toprak iyice çıkarıldıktan sonra demir kafesleri suspansiyona indirilir. Bunlar bazen 25 ton kadar ağır olabilirler. Bir doldurma borusu aracılığı ile yarığa beton akıtılır ve onu aşağıdan yukarıya doğru doldurmağa başlar. Bu sırada Bentonit suspansiyon da yukarıya doğru çekilir, emilir ve muhtemelen bundan temizlendikten sonra tekrar kullanılır. Bütün bu işler zemin yüzeyinden yapılır.

veya çok bir çeşit sert destek çerçevesi oluşturmaktadır.

Çukuru kazıldığı zaman Bentonit suspansiyon yanlışlıkla fazlasıyla kumla temasa gelirse, Bentonit parçacıkları uçan kum taneciklerinin etrafını alırlar, destekleme niteliği azalır ve sonuç duvarın yıkılması olur.

Bentonit parçacıklarının istambül kâğıdı iç yapısını elektron mikroskopu altında görmek kabildir. Muhtelif katmanlardaki levhacıklar açık ve seçik olarak gözükürler.

Bentonit sarı gri renkte volkanik kökenli çok ince bir kildir, içinde yüksek miktarda montmorillonit vardır. Amerika'da Wyoming eyaletinde ilk bulunduğu "Fort Benton"a göre adlanmıştır. Bugün dünyanın hemen hemen her tarafında bulunmaktadır.

İlk önce ondan İtalya'da Bentonit yarık duvarı olarak büyük ölçüde faydalanılmıştır. 1950'lerin başında Milano'daki ICOS firması Napoli yöresindeki Volturna nehri kıyısında 1,5 km uzun, 35 m derin bir izolasyon duvarı yapmak işini üzerine aldı. Bu tarihten itibaren gerek yöntem, gerek araçlar giderek islâh edilmektedir.

Bugün bu konuda birbirinden ayrı iki yöntem vardır: Güç zeminlerde —büyük ve sert kayalıkların bulunduğu yerlerde— ilk önce belirli uzaklıklarda yuvarlak delikler delinir ve bunlar betonla doldurulur. Beton sertleştikten, iyice priz

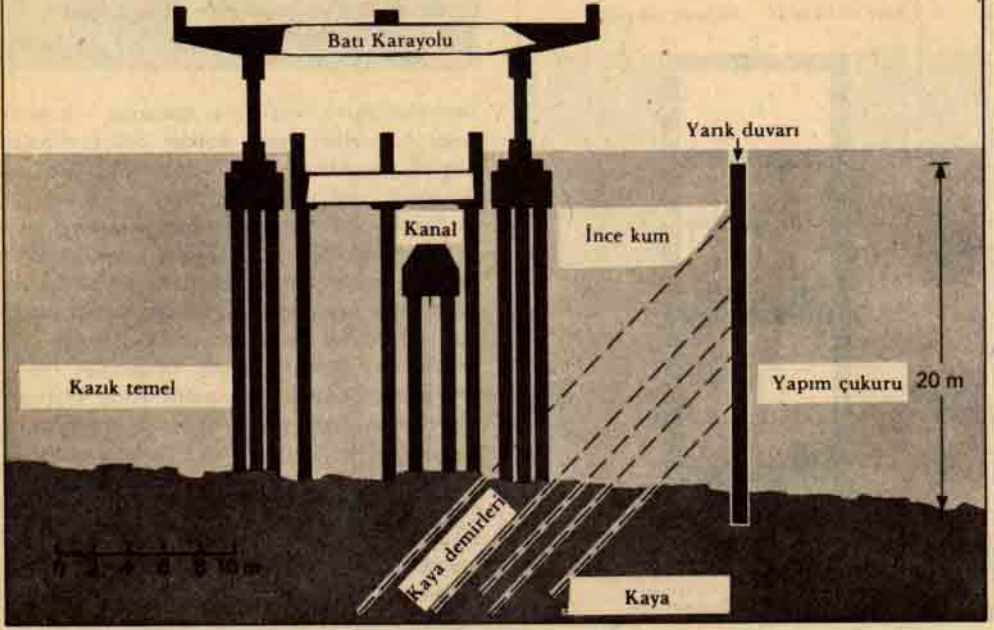
İlerleyen Zemin Bozulmaz

Şimdiye kadar en büyük yarık duvar girişimlerinden biri 1971'de Kanada'da Quebec ilinde ele alınmıştır: 107 metre yükseklikteki sed Manicougan 3'ün ki Manicougan ile St. Lorenz nehrinin birleştiği yerden 90 kilometre kuzeydedir, izolasyonu için altında 131 m derinliğinde bir koruma duvarının yapılması. Birbirinden 3 m uzaklıkta iki yarık duvar delindi, o şekildeki 120 metre derinlikte bu iki duvarın arasındaki uzaklık üstteki uzaklıktan 10 santimetreden fazla farklı olmayacaktı. Delinen deliklerin içerisine konulan demir donanımın uzunluğu 17 metre kadar tutuyordu. Delinen orta kısmın iki yanında özel ekskavatörler 54 metre derinliğinde yan kısımlar açtılar.

Yarık duvarın yapımı, 18 gündüz ve gece vardiyasında çalışan araçlardan başka, bunları soğuk rüzgârlardan ve kardan korumak için çelik boru tesisatı üzerine gerilmiş plastik bir kumaştan yapılmış bir hale ihtiyaç gösteriyordu. 1972 Sonbaharı sonuna doğru yapım tamamlandı.

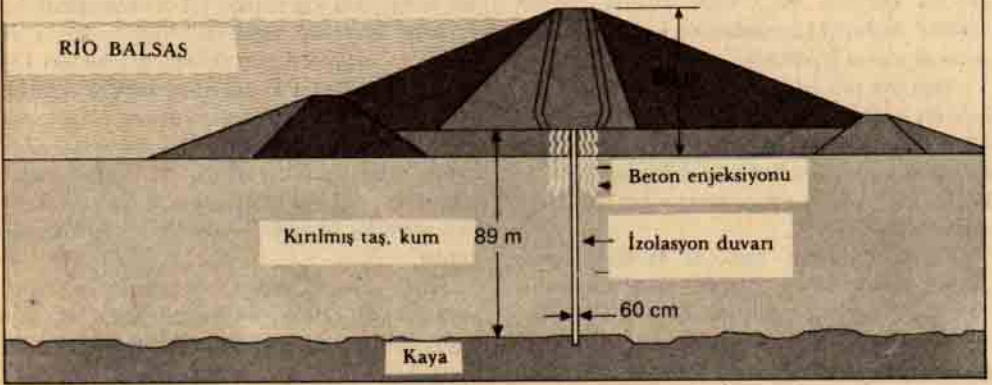
Yarık duvarlarının en önemli faydalarından biri binanın yapılacağı zeminin yandaki yapıların hiç bir şekilde bir zarar görmemesidir. Özellikle mevcut binaların arasında derinliğine bir yapı yapılacağı zaman, bunların herhangi bir zarar

DÜNYA TİCARET MERKEZİ BİNASI İÇİN YAPIM ÇUKURU DUVARI
(MEVCUT BİNALARIN GÜVEN ALTINA ALINMASI)



Yüksek bir karayolunun birkaç metre yanında, 20 metre derinlikte Bentonit delme duvar eğri delinmiş delikler içinde kayaya demirlenmiştir.

BİR TOPRAK SEDİ ALTINDA İZOLASYON DUVARI
(RİO BALSAS, MEKSİKO)



89 metre derin bir izole duvarı bentonit olmasaydı, müthiş pahalı bir girişim olurdu.

görmemesi ana koşuldur. Bu sırada statik inceliklerin olanaklı olduğunu, Londra'da Bloom-burg Square yeraltı garajının etrafını saran daire

şeklindeki duvar gösterir. Silindirik yarıklı duvarının çapı 50 m, derinliği 22,5 m'dir. Betonarme duvar 80 santimetrelik duvar kalınlığıyla, çevre-



Londra'da Blooms. Bury Square'deki yeraltı garajı. 50 metre çapında ve 80 cm kalınlığında bir duvarla sarılan yuvarlak hendek 22 metre derinliğe kadar özel ekakavatörlerle açılmıştır. Toprak boşaltılırken etraftaki bir kaç katlı binaları emniyet altında tutabilmek için bentonit suspensiyondan faydalanılmıştır.

deki toprak kitlesinin basıncını karşılayacak niteliktedir.

Bloomburg Square yeraltı garajı 1972'de bittiği zaman dünyanın en büyük silindirik binası olmuştu, ki bundan sonra gelenin çapı ancak bunun yarısı kadardı. Yapının ele alınması oldukça basitti : İlk önce 3 metre derinliğinde bir ön kazı yapıldı, bu düzeyden itibaren yarık duvarının yapımına başlandı. Yarık duvarının başında 3 metre yükseklikte bir çemberi arazinin yüzeyine kadar betonlamak için daire şeklindeki duvarın içindeki bundan sonra yapılması gereken kazı işlemi 9 metre derinlikte durduruldu. Bundan sonra artık 19 metre derinliğe kadar tüm kazı işi için hiç bir tahta kalıba ihtiyaç olmadı ve yeraltı garajının iç topraklarının boşaltılmasına engel olacak hiç bir şey kalmadı. Garaj bugün 600 otomobil alır.

Yapım doğrultusunun her zaman aşağıdan yukarıya doğru olmasına gerek yoktur. Yarık duvarları zemine delinerek saptanmış bir yapı elemanı olduğundan, onların arasında, toprak tamamiyle boşaltıldıktan sonra, daha başka yapı

elemanları da pek güzel ilâve edilebilir. Örneğin, yarık duvarları üzerine temellenmiş bir binanın toprağını aynı zamanda yukarıya ve aşağıya doğru boşaltmak kabildir. Katlar ve bodrum artık birbirinin arkasından açılmamaktadır. Metro yapımı bu prensip için özellikle başarılı bir misal oluşturmaktadır.

Metro hatları tünel inşası gibi yapılmadıkları zaman, onlar mevcut tramvay hatlarının altında açık yapım şekliyle yapılır. Bu sırada ilgili caddelerdeki kent hayatını, lüzumsuz yere uzun zaman durdurmamak özellikle önemlidir.

Cover and cut yönteminde metro tünelinin yan duvarları cadde kenarlarında yarık duvarları olarak yapılır. Trafik yalnız çok kısa bir zaman için kesilir, bu da iki yarık duvarının yüzeyde bir beton örtü ile birleştiği zamandır. Bundan sonra caddenin asıl durumu tekrar eski halini alabilir. İşletme yukarıda tekrar normal hale dönünce, örtünün altında metronun toprakları boşaltılmağa başlar : Zeminin boşaltılması, duvarların ve örtünün yapılması ve metro tesislerinin yerlerine konulması. Bugün hâlâ inşaat kuyusunun biricik

çözüm olduğu yapım girişimleri vardır. Bu tip inşaat içinde Bentonit delme tekniğinden faydalanmak kabildir. Yer demirlerinin yardımıyla yarık duvarı bir inşaat kuyusunun çevreleyici duvarı olarak öyle sıkı saptanabilir ki inşaat kuyusu tarafında hiç bir engelleyici dayanağa lüzum kalmaz.

World Trade Center binasının yapımında milletlerarası bir ihaleyle yarık duvar tekniği seçildi. İnşaat kuyusunun içinden iki metro tüneli geçiyordu. Bunlar, onları saran yarık duvarıyla özenle korunmak zorundaydılar.

Derin ve tamamıyla yeraltı su düzeyinin altında bulunan inşaat kuyusuna gerek duyuldu, zira iyi bir temel zemini —Manhattan'ın granit tabanı— ancak 18 - 20 metre derinlikte bulunuyordu. Bunun üstünde yumuşak toprak ve ince kumkatmanları ve eski, çökmüş bir limanın enkazı, hatta batmış bir gemi bile bulunuyordu.

1971'de biten World Trade Center binası, 412 metre yüksek iki kulesiyle New York şehrinin silüetini güzelleştirmektedir. Caddeleri yüzeyinin altındaki 6 katta sinemalar, iş büroları ve otomobiller için garajlar vardır. Zeminin üzerindeki 110 katta ise 30.000 kişi çalışacak yer bulunmaktadır.

Kötü zemin şartlarına rağmen büyük binaların yapımı gerekiyorsa, temelin atılabilmesi için eski ve şimdiki kadar başarılı olmuş, bir yöntem kullanılır, bu kazıklar üzerine atılan temeldir. Fakat binaların bugünkü ölçülerinde birçok durumlarda Bentonit tekniği biricik seçenek olarak karşımıza çıkmaktadır, çünkü kazma üzerine yapılan başka temel yöntemleri derinlik ve çap bakımından sınırlıdır.

Gelecekte Yüzen Binalar

Viyana'nın sol Tuna kıyısında yapılmakta olan UNO-City (Birleşmiş Milletler Kenti) neredeyse hiç bir taşıma yeteneği olmayan yüzen kum katmanları üzerine oturtulacaktır. Yapılan denemeler temel kısımlarının 24 metre derinliğe gitmesi gerektiğini ortaya çıkarmıştır. İlk yapım bölümünün, Birleşmiş Milletler bölümlerinin resmî makamları ve Atom Enerjisi İdaresi'nin büroları için, beraberce yüksek dayanıklılı bir ıskara oluşturan yarık duvar elemanları temele konulmuştu. Bu düzen sayesinde yalnız yüksek taşıyıcı bir nitelik ve az oturma elde edilmekle kalmıyor, aynı zamanda depreme karşı da lüzumlu emniyet sağlanıyordu.

Meksiko City'deki bir inşaat da mühendisleri güç görevler karşısında bırakıyordu. İnşaat alanı dehşetli yumuşaktı, zemin katı cisim ağırlığına oranla % 400 su içeriyordu. Zemin binaların ilâve ağırlığına hiç bir surette dayanamayacağından, normal temellerle yapılan her bina toprağa gömülecekti. Kompanze temel atma sisteminde ise o kadar çok toprak kaldırılıyordu ki, bunun ağırlığı üzerine gelecek binanın ağırlığına eşit oluyordu. Yani bina zemin üzerinde bir gemi gibi yüzüyordu.

Bu kadar yumuşak bir zeminin kazılması da oldukça güçtür. Belki birgün Bentonit yarık duvarlarından meydana gelen yuvarlak kuyular böyle inşaatları da kolayca yapmamıza yardım edecektir ve aynı zamanda Meksiko City'deki binaların emniyetini de arttıracaktır.

BILD DER WISSENSCHAFT'tan

- **Problemleri çözmek gönül rızasıyla yapılan düşünmenin en karakteristik ve özel çeşididir.**

William JAMES

- **İnsanın, bütün ömrü boyunca yönelmesi gereken bir düstur var mıdır ? Bu, olsa olsa iyilik ve sevgi düsturudur. Sana yapılmasını istemediğin şeyi, sen de başkalarına yapma.**

KONFÜÇYÜS