

BÖLÜM 1. TEMEL KAVRAMLAR

1.1 ZEMİN BETONLARINDA TEMEL KAVRAMLAR

Birçok endüstriyel ve ticari yapılarda zemin betonu kullanılır. Konut yapıları da beton zeminlere sahiptir. Zeminler, çatı dışında kullanıcının en çok yakındığı yapı elemanıdır. Bundan dolayı zemin betonları belli bir esasa göre tasarlanmalıdır [1].

Zemin betonları ile ilgili olarak ulusal veya uluslararası düzeyde önemli bilgi birikimine karşın uygulamada sorunlarla sıkça karşılaşılır. Bunun nedeni, zemin betonlarının uygulanmasındaki aksaklıklardır. Zemin betonları ile ilgili temel ilkeleri aşağıdaki gibi özetlemek olasıdır [1, 2]:

- Zeminin iki işlevi vardır: a) Yapının bir bileşenidir, b) Yapıyı kullananın ekipmanının bir parçasıdır. Zemin betonu kullanıcının gereksinimlerine ve beklentilerine yanıt verebilecek biçimde tasarlanmalıdır. Zemin betonu tasarımcısı sadece dar bir anlamda dayanıma göre değil, aynı zamanda zeminin diğer önemli özelliklerini de gözönüne almalıdır.
- İyi bir tasarımcı aşağıdaki beş faktörü aynı önemde gözönüne alır:
 - 1) zeminin kullanımı,
 - 2) dayanımı,
 - 3) betonun özellikleri,
 - 4) çatlaklar ve derzler,
 - 5) zemin yüzeyinin özellikleri.
- Performans kriterleri standard gereksinimlerden daha önemlidir.
- Tek tabakalı zemin iki tabakalı zeminden daha iyidir.
- Beton yollardan çıkarılacak dersler zemin betonu yapımına uygulanabilir.
- Hasar oluşmadan önce onarım için nelerin yapılacağı belirlenmelidir.

1.1.1 Zemin Betonlarının İki İşlevi

Yapının diğer elemanlarından farklı olarak zemin betonların iki önemli işlevi vardır [1]:

- a) Zemin betonunun yapı taşıyıcı sisteminin bir parçası olduğu gerçeğidir. Zemin, bir yapı mühendisi tarafından tasarlanır ve zeminin diğer yapı elemanlarıyla birlikte taşıyıcı sisteme katkı sağladığı düşünülür. Zemin betonu yapı serviste olduğu süre içinde taşıyıcı özeliğini sürdürür.
- b) Zemin kullanıcı araçlarının bir parçasıdır. Zemin betonu üzerinde kullanıcı araçları yer alır, üzerinde belli bir trafik vardır. Günümüzde ise, robot taşıtlara klavuzluk eden kabloların gömülü olduğu üretim sisteminin bir parçasıdır.

Bu iki işlev zemin betonlarının diğer yapı elemanlarından farklı olmasını sağlar. Bir çatı her yapıda aynı işlevi görür, fakat, zemin farklı amaçlar için kullanılabilir [1].

1.1.2 Kullanıcı Gereksinimine Uygun Yaklaşım

Kullanıcının gereksinimi giderek daha büyük önem kazanmaktadır. Zemin betonundaki yüzey bozuklukları, aşınma ve çatlama taşıyıcı sistemi etkilememesine karşın, kullanıcının yapıyı istediği biçimde kullanmaması ayol açabilir. Eğer bu bir depo ise forkliftler çalışmaz duruma gelebilir ve depo onarım sürecine sokulabilir. Özellikle zemin betonlarında çatlaklar oluşmuşsa sürekli tamir ihtiyacı doğar. Bu bakımdan zemin tasarlanırken kullanıcının gereksinimlerini karşılayacak biçimde tasarım yapılmalıdır. Bazen kullanıcı düşük maliyetli bir zemin betonu isteyebilir, bu da çoğu kez yüksek bakım ve onarım fiyatıyla sonuçlanır [1, 2].

1.1.3 Dayanıma Göre Tasarımın Ötesi

Zemin betonlarının tasarımında kullanıcının gereksinimine göre yaklaşım, dayanıma göre tasarımın ötesindedir. Çoğu ticari ve endüstriyel zeminler yapı mühendisleri tarafından tasarlanır. Bu mühendisler doğal olarak öncelikle zeminin dayanımına göre tasarım yaparlar. Böyle bir tasarımda yanlışlık yoktur. Ancak, zeminden beklenen diğer özellikleri de kazandırmak gerekir. Örnek olarak derzler, aşınma ve zeminin düzgünlüğüne gereken önem verilmeyebilir. Bu bakımdan dayanıma göre tasarımın ötesinde zeminden beklenen diğer özelliklere göre tasarım gereklidir [1].

1.1.4 Dengeli Yaklaşım

Sadece dayanıma dayalı tasarım yerine, zeminin diğer özelliklerinin de gözönüne alan bir yaklaşıma göre tasarım yapılmalı ve kullanıcı gereksinimleri gözardı edilmemelidir. Zemin betonlarının tasarımında aşağıdaki 5 husus dengeli biçimde gözönünde bulundurulmalıdır. [1-3]

- i) Zemin betonlarının kullanımı,
- ii) Dayanımı,
- iii) Kullanılan betonların özellikleri,
- iv) Zemin betonlarında çatlak kontrolü, derzler ve ilgili konular,
- v) Zemin betonunun yüzey özellikleri: yüzeyin düzeltilmesi, yüzey düzgünlüğü, aşınma dayanımı ve kimyasal etkiye karşı dayanım.

1.1.5 Zemin Betonu Performans Kriterleri

Zemin betonunun beklenen performans koşullarını belirleyerek tasarım aşamaları, malzeme türleri ve gerekli işçilik belirlenir. İhaleden önce tüm taraflar (yapı sahipleri, kullanıcılar, tasarımcılar, müteahhit ve taşeronlar) bu şartları ve kriterleri bilmeli ve bunlar hakkında anlaşmış olmalıdır [2].

Zemine oturan iyi bir beton birçok etkene bağlıdır. Bunlar;

- iyi bir planlama,
- dikkatli tasarım ve detaylandırma,
- doğru malzeme seçimi,
- eksiksiz şartname,
- uygun denetim, ve
- iyi işçilik

Her bir tarafın sorumluluklarını belirlemek için tasarım öncesi, ihale öncesi ve yapım öncesi toplantıları gereklidir. Tasarım öncesi görüşmelerde yapı (arsa) sahipleri ve kullanıcılar bazı soruları cevaplamalıdır. Bu sorular aşağıdaki gibi sıralanabilir [2]:

- Zemin nasıl kullanılacak?
- Ne tür ve hangi miktarda zemin yükü beklenmektedir?
- Estetik talepler nelerdir? Örneğin rastgele plak çatlamlarının kabul veya red edilmesi?
- Zeminin kullanım şekli zemin betonunun yapılma şeklini etkiler mi?
- Zemin kaplamaları veya özel koruyucular kullanılacak mı?

İhale öncesi toplantıda, önerilen inşaatın özel sorunları veya farklı talepleri tartışılmalıdır. Teklif verecek olanlar, teklif dökümanları konusundaki sorunlarını açıklığa kavuşturmalıdır. Yapım öncesi toplantısı ve yapım sırasındaki toplantılar yükleniciler, taşeronlar, kalite kontrol ekipleri ve malzeme sağlayıcıları arasında bir iletişim platformu oluşturmalıdır. Yapım sırasında planlara ve şartnamelere yapılan eklentiler kayda alınmalıdır. İşçilik veya belgelerdeki hatalar da tartışılmalıdır. Sorunları çözmek için yapılan işlemler kayıt altına alınmalıdır.

Yapım ekibi; yapı sahibi, tasarımcı, yüklenici, alt zemin ve alt temelle ilgili taşeronlar, beton üreticisi, beton taşeronu ve kalite kontrol mühendislerinden oluşur. Tüm ekip uzun süreli sorunsuz bir zemin betonu üretmekten sorumludur.

Kriterler belirlenip zemin betonu tasarım ve şartnamelerine dahil edildikten sonra istenen zemin betonunu üretmek yapım ekibine bağlı olmaktadır.

Günümüzde yapılan zemin betonlarının birçoğu, yüksek talepleri karşılayan önemli derecede mühendislik çalışması ile yapılmış yapılardır. Örneğin, yeni depolama yapıları yüksek yoğunlukta depolama için tasarlanır. Böyle bir tesis yüksek raf sistemine sahip olacaktır. Oldukça ağır yükleri taşımak zorunda olan, malzemeleri taşıyan ve istifleyen yüksek forkliftlerin kolay çalışabilmesi için çok düzgün yüzeylere ihtiyaç vardır. Bu derece fazla mühendislik hizmeti almış bir zemin, konutlar veya küçük işletmeler için gerekli olmayabilir.

Yapım sırasında zemin betonları genellikle az ilgi görür. Bununla birlikte, iyi bir betonun zemine oturan döşemenin servis durumunu kontrol ettiği gibi bazı yanlış düşünceler gelişmiştir. Sonuç olarak zeminler, yapının herhangi bir başka bölümüne göre daha fazla sorun yaratır. Bu sorunları düzeltmek için zemin performansını etkileyen aşağıdaki faktörlere dikkat edilmelidir [2]:

- alt temelin uniform olması ve taşıma kapasitesinin uygunluğu,
- beton kalitesi,
- yük taşıma kapasitesinin uygun olması,
- yüzey düzgünlüğü,
- derzlerde yük aktarımı,
- derzlerin türü ve genişliği,
- işçilik,
- plak altı işlemleri (buhar kesiciler, kapiler su yükselmesini önleyiciler),
- betonun nem içeriği ve kuruma hızı,
- özel yüzey işlemleri ve kaplama,
- bakım ve onarım.

Tüm bu etkenler detaylı olarak ele alınmalıdır. Teknoloji ve detaylar her boyuttaki ve çeşitli kullanım alanlarındaki zeminler için geçerlidir. Konut veya küçük endüstri yapılarındaki küçük alanlı zeminlerden geniş depolama sahalarına sahip ağır endüstri tesislerindeki zeminlere kadar uygulanan teknoloji benzerdir. Temel ilkeler, tenis kortları gibi iç veya dış mekanlardaki özel amaçlı zeminler için de geçerlidir [1, 2].

1.1.6 Yöntem – Performans Şartnameleri

Performans şartnameleri genel olarak tamamlanmış yapının denetimini öngörür. Nasıl uygulanacağını ise yöntem belirler. İyi hazırlanmış performans şartnameleri yapının kullanıcı gereksinimlerini karşılayacak biçimde yapılmasını öngörür.

1.1.7 Tek Tabakalı Zeminler

Geçmişte birçok zemin iki tabakalı olarak yapıldı. İki tabaka; a) taşıyıcı bir plak, b) üst tabaka. Bu iki tabakalı sistem halen kullanılmakla birlikte, giderek olabildiğince tek tabakalı zemin yapımına gidilmektedir. ACI 302'ye göre zemin betonlarının sınıflandırılması Tablo 1.1'de gösterilmektedir [3].

Tak tabakalı zeminin birçok üstünlüğü vardır, ucuzdur ve yapımı kısa sürer, yapıştırmak için üst katmana gerek yoktur. Böylece iki tabakalı zeminin problemleri ortadan kaldırılmaktadır.

Geçmişte çift tabakalı zemin betonlarının inşaatında taşıyıcı plak daha kaba bir işçilikle, buna karşılık üst tabaka daha hassas bir işçilikle yapılmaktaydı. Ancak, günümüzde zemin betonları tek tabakalı olarak ve deneyimli firmalar tarafından üretilmektedir.

1.1.8 Ulusal Standardlar

Standardlar tasarımı gerçekleştirenlerle yüklenicileri ortak bir noktada buluşturur. Standardların sınırı üçe ayrılabilir [1]:

- 1) Standardlar normal koşullar için yazılmıştır. Birkaç standard her zemine uygulanabilir. Özel amaçlı zeminler mevcut standardların dışında tutulabilir.
- 2) Standardların değiştirilmeleri yıllar alır. Böylece standardlar her zaman yeniliklere ve değişimlere açık değildirler.
- 3) Standardlar tasarımı yapan mühendisin kendi fikir ve analizinin yerini alamaz.

Tasarımı yapan mühendis ve yüklenici standardın en son baskısını kullanmalıdır.

Tablo 1.1 ACI 302'ye göre zemin betonlarının sınıflandırılması [3]

Sınıf	Trafik türü	Kullanım	Ele alınan özel konular	Son yüzey bitirme işlemleri
1) Tek tabaka	Açık yüzey-yaya trafiği	Ofisler,konutlar, kamu yapıları, eğitim binaları Dekoratif	Uniform yüzey bitirme, belirli alanlarda kaygan olmayan agreg, kür. Renkli mineral agreg, renklendirilmiş veya görünen agreg, derz yerleşimlerinin güzel görünmesi, kür.	Çelik malayla normal bir yüzey bitirme işlemi, gerekirse kaymayan yüzey. İstenilen şekilde
2) Tek tabaka	Kaplanmış yüzey yaya trafiği	Döşeme yüzey kaplamalı ofisler, kamu yapıları, spor salonları, konut veya eğitim yapıları	Uygulanan kaplama için uygun düzgünlüğe sahip zeminler, kür, uygulanan kaplamaya göre derzlerin yerleştirilmesi	Çelik mala ile yüzey bitirilmesi
3) İki tabaka	Açık veya kaplamalı yüzey, yaya trafiği	Yapım türü veya programın belirttiği kamu veya endüstri yapısı olmayan binalarda temel döşeme betonu üzerine aderanslı veya aderanssız beton kaplamalar	İyi temel, uniform, düzgün yüzey, kür. Aderanssız kaplama betonu, temel döşemesi üzerine aderans önleyici, minimum kalınlık 75 mm, donatılı, kür Aderanslı kapama betonu uygun boyutlu agreg 19 mm, minimum kalınlık, kür	Temel döşemesi-aderanssız kaplama altında mala ile yüzeyi düzeltilmiş; aderanslı kaplama altında temiz, pürüzlendirilmiş yüzey Kaplama betonu-açık yüzeyler için normal çelik mala ile yüzey bitirilmesi, kaplama yüzey için hafif çelik malalı bitirme
4) Tek tabaka	Açık veya kaplamalı yüzey, yaya ve hafif araç trafiği	Eğitim veya kamu yapıları	Uygulanan kaplama için dengeli ve düz yüzeyli döşeme, belirli alanlar için kaygan olmayan agreg, kür. Uygulanan kaplamaya göre derzlerin yerleştirilmesi	Normal çelik mala ile yüzey bitirilmesi
5) Tek tabaka	Açık yüzey-endüstriyel araç trafiği (lastik) tekerlekler ve orta yumuşaklıkta tekerlekler	Üretim, işleme ve depolama için endüstriyel zeminler	Uniform alt temel, derz dağılımı, aşınma dayanımı, kür	Ağır çelik mala ile yüzey bitirilmesi

(Tablo 1.1'in devamı)

Sınıf	Trafik türü	Kullanım	Ele alınan özel konular	Son yüzey bitirme işlemleri
6) Tek tabaka	Açık yüzey-ağır endüstriyel araç trafiği (sert tekerlekler ve ağır tekerlek yükleri)	Ağır trafiğe maruz endüstriyel zeminler; zemin darbe yüklerine maruz kalabilir.	Uniform alt temel, derz dağılımı, aşınma dayanımı, kür	Aderanslı kaplama için temiz pürüzlendirilmiş temel plağı yüzeyi. Kaplama için özel, motorlu masterlar kullanılabilir, ağır çelik mala ile yüzey bitirilmesi.
7) İki tabaka	Açık yüzey –ağır endüstriyel araç trafiği (sert tekerlekler ve ağır tekerlek yükleri)	Ağır trafik ve darbelere maruz iki tabakalı yapıştırılmalı zeminler	Temel plağı-uniform alt temel, donatı, derz dağılımı, tesviye edilmiş yüzey, kür Kaplama betonu iyi tane dağılımına sahip tamamı mineral veya tamamı metalik agrega. En az kalınlık 19 mm. Yüksek dayanımlı kaplamayı sertleştirmek için metalik veya mineral agregalı yüzey sertleştirici uygulanması, kür.	Aderanslı kaplama için temiz pürüzlendirilmiş temel plağı yüzeyi. Kaplama için özel, vibratörlü masterlar kullanılabilir, ağır çelik mala ile yüzey bitirilmesi.
8) İki tabaka	Sınıf 4,5 veya 6 da olduğu gibi	Yeni veya eski zeminler üzerine yapıştırılmamış kaplamalar veya yapım sırası ya da programın öngördüğü yerlerde	Temel plağı üzerine aderans önleyici, minimum kalınlık 100 mm, aşınma dayanımı, kür.	Sınıf 4,5 veya 6'da olduğu gibi
9) Tek tabaka veya kaplama	Açık yüzey çok düzgün veya kritik yüzey toleransları istenir. Belirli toleranslar gerektiren özel depolama araçları	Dar koridor, yüksek raflı depolar, televizyon stüdyoları, buz paten sahaları.	Değişen beton kalitesi talepleri. F _F 50 den F _F 125 (süper düz zemin betonu), kür.	Süper düz zemin betonu için verilen yüzey bitirme tekniklerine dikkat edilmelidir.