

2.3 DOĞRUDAN YERE OTURAN ZEMİN BETONLARI

Zemin betonları yapısal olarak iki ana sınıfa ayrılır:

- Zemine oturan döşemeler : Zemin tarafından taşınan döşemeler.
- Asma döşemeler : Yapının diğer kısımları tarafından taşınan döşemeler.

Zemin seviyesindeki her döşeme zemin tarafından taşınmaz. Bazıları gerçekte kazıklar tarafından taşınan asma döşemelerdir. Bu bölüm sadece zemine oturan döşemelerle ilgilidir, bir sonraki bölüm kazıklara oturan döşemeler ve diğer asma döşemeleri içermektedir [1].

Bu bölümde:

- taşıyıcı ve taşıyıcı olmayan zemin betonları,
- zemine oturan bir döşemenin taşıyıcı elemanları,
- temel ilkeler,
- tasarım yöntemleri,
- tasarımda gözönüne alınanlar

anlatılmaktadır.

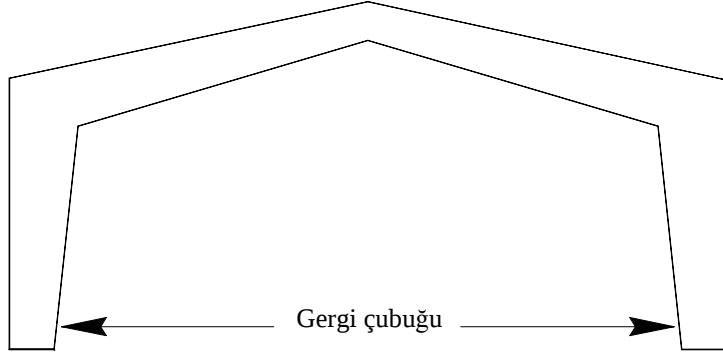
2.3.1 Taşıyıcı - Taşıyıcı Olmayan Zemin Betonları

Zemine oturan bir döşeme için yapısal tasarım; döşeme plağının çatlama olmadan yükleri alt zemine aktaracak yeterli eğilme dayanımına sahip olması ilkesine dayanır (Bu, zeminin çatlamayacağı anlamına gelmez, ancak yük altında yapısal çatlaklar oluşmamalıdır) [1-3]. Zemine oturan plakların çoğunluğu, bina yapısının bir parçası olması anlamında taşıyıcı değildir. Bunlar genellikle zemine oturur ve diğer yapı elemanlarından izole edilmiştir. Bu tür zemin betonları İngiliz Şartnamesi (BS 8110) ve Amerikan Şartnamesi (ACI 318) [5] gibi yapı şartnamelerinin konusu değildir.

Bu bölümde asıl olarak, binanın diğer kısımlarına bağlı bulunmayan taşıyıcı olmayan döşemeler anlatılmaktadır. Zemine oturan döşemelerin çoğunluğu bu kategoriye girer. Zemine oturan bir döşeme ne zaman taşıyıcıdır? Genel olarak bir döşeme; kolonlar, taşıyıcı duvarlar, asma döşemeler veya çatılar gibi diğer yapı elemanlarının döşeme tarafından desteklendiği zaman sistem taşıyıcı döşemedir.

Radye temel tüm binayı destekleyen bir döşeme plağıdır. Birçok büyük binada her kolon kendi temeli üzerine oturur. Eğer kolon yükleri çok fazlaysa veya zemin yeterince zayıfsa tüm temelleri bir büyük radye temelde birleştirmek ekonomik hale gelir. Bu temel, zemin seviyesindeki döşeme olarak iki görev yapar.

Taşıyıcı-çerçeve yapılarında, çerçevenin ayakları birbirlerinden ayrılmaya çalışır ve bu durum sınırlandırılmalıdır (Şekil 2.6). Bunu sağlamanın yollarından bir tanesi zemine oturan döşemeyi bir gergi bağı olarak kullanmaktır. Bu durum, diğer zemine oturan döşemelerde olmayan yatay çekme kuvvetine karşı koyma işlemini görür [1].



Şekil 2.6 Taşıyıcı çerçevede zemine oturan döşemenin bir gergi çubuğu gibi kullanılması [1]

Rafları taşıyan depo binalarının döşemeleri de aslında radye temelin bir parçasıdır. Bu taşıyıcı döşemeler, diğer normal döşemeler gibi tasarlanamazlar, çünkü bunların taşıyıcı işlevi vardır.

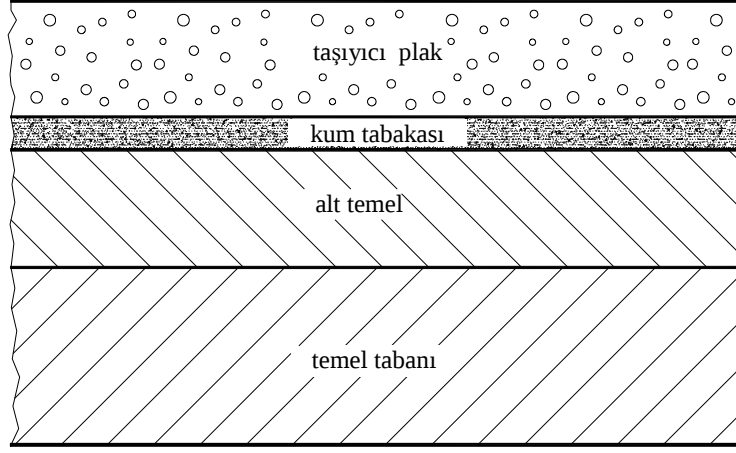
2.3.2 Taşıyıcı Bileşenler

Şekil 2.7’de doğrudan yere oturan bir zeminin elemanları görülmektedir. Bunların bazıları seçime bağlıdır. Doğal toprak veya dolgu olabilir. Temel tabanı ve alt zeminin kalitesi zemine oturan döşemenin yapısal tasarımını etkileyen önemli bir faktördür. Birçok durumda temel tabanı üzerine alt temel yerleştirilir. Tasarımcılar şu nedenlerden dolayı alt temel tasarlarlar:

- Tekil yükleri geniş bir alana yayarak döşemenin yük taşıma kapasitesinin artırılması,
- İnşaat sırasında ve kalıpların yerleştirilmesinde düz bir zemin sağlaması,
- Döşeme altında drenaj tabakası sağlaması.

Alt temellerin çoğu sıkıştırılmış taneli malzemeden yapılır. Her alt temel yukarıdaki gereksinimleri sağlamaz. Bazen alt temel üzerine bir kum tabakası serilir. Bu, alt temeldeki düzensizlikleri giderir, döşeme kalınlığının daha doğru olmasını sağlar ve döşeme ile alt temel arasındaki sürtünmeyi azaltır.

Taşıyıcı beton plak altına plastik örtü yerleştirilir (Şekil 2.7’de gösterilmemiştir). Bu iki amaçla kullanılır: Bunlardan ilki döşeme ve alt temel arasındaki sürtünmeyi azaltmak ve diğeri ise topraktan döşemeye su buharı geçişini önlemek içindir.



Şekil 2.7 Doğrudan yere oturan bir zemin betona ait tabakalar

Plak, döşemenin asıl taşıyıcı elemanıdır. Yükleri alt temel ve zemine aktararak büyük bir alana yayar ve sehimler küçük olur. Birçok plak aynı zamanda aşınma yüzeyini oluşturur. Döşeme plağı üzerinde bir kaplama da kullanılabilir.

2.3.3 Temel İlkeler

Taşıyıcı döşeme yeterli eğilme dayanımına sahip olmalı, çatlamadan yükleri zemine iletebilmelidir. Döşeme donatısız beton olarak tasarlanır. Bu, her zaman donatı içeren asma döşemelerden farklıdır. Zemine oturan döşemeler de donatı içerebilir ancak bu donatıların amacı çatlakları kontrol etmektir, eğilme dayanımını arttırmak değildir. Donatıların olmadığı durumda, tasarımcılar betonun eğilme dayanımına güvenirlir. Temel ilke, döşemede oluşan eğilme gerilmelerinin betonun eğilme dayanımından az olmasıdır. Zemine oturan döşemenin yapısal tasarımı bazen “kalınlık tasarımı” olarak tanımlanır. Bu kapsamda başlıca dört temel değişken vardır [1-3]:

- Döşeme yükleri: Tasarımcı yükleri daima gözönüne almalıdır,
- Alt zeminin taşıma kapasitesi,
- Betonun eğilme dayanımı,
- Taşıyıcı döşeme plağının kalınlığı.

2.3.4 Tasarım Yöntemleri

Bunlar üç ana sınıfa ayrılabilir:

- yük-özgün tasarım yöntemleri,
- yük-sınıf tasarımı,
- deneyime bağlı olarak tasarım.

2.3.4.1 Yük-zgn tasarım yöntemleri

Bu yöntemlerle gerçek döşeme yüklerine göre taşıyıcı tasarım yapılır. Bunlar daha çok depo veya fabrikalardaki ağır yüklü döşemeler için kullanılırlar. Birçok tasarımcı belirli yüklere göre tasarım yaparken tasarım el kitaplarını kullanırlar. Tasarım yöntemi yüklerin tekil veya üniform yayılı olmasına dayanır. Tekil yüklemenin olması durumunda kullanılan yöntemler Westergaard'ın 50 yıl önceki çalışmalarına dayanır.

Tekil yükler için tasarım süreci şu şekildedir [1-3]:

- 1) Yükleme hakkında bilgi toplanması. Yüklerin miktarı, yükleme alanı, yükler arasındaki mesafe gibi konularda bilgiler toplanır,
- 2) Alt zeminle ilgili bilgi toplanması,
- 3) Alt zeminde iyileştirme yapıp yapılmayacağına karar verilmesi,
- 4) Beton dayanımına karar verilmesi,
- 5) Plak kalınlığına karar verilmesi,
- 6) Planlanan yk ve güvenlik katsayısı kullanılarak döşeme plağında oluşacak çekme gerilmesinin belirlenmesi,
- 7) Yükler birbirlerine yakın olacaksa bu durumun plaktaki eğilme çekme gerilmelerini ne kadar arttıracağına kontrol edilmesi,
- 8) En büyük eğilme çekme gerilmesinin betonun eğilme dayanımıyla karşılaştırılması,
- 9) Eğer eğilme çekme gerilmesi beton eğilme dayanımına yakınsa tasarım yeterlidir,
- 10) Eğer eğilme çekme gerilmesi betonun eğilme dayanımından çok daha az ise döşeme plağı yanlış tasarlanmıştır. 5. adıma geri dönülür ve daha ince bir plak kalınlığı seçilir.
- 11) Eğer eğilme çekme gerilmeleri eğilme dayanımından çok daha fazla ise 5. adıma geri dönülür ve daha kalın bir plak seçilir. Bazı durumlarda 3. ve 4. adımlarda değişiklik yapmak gerekebilir.

Üniform Yayılı Yükler için tasarım süreci ise aşağıda verilmektedir [1-3]:

- 1) Yükleme ile ilgili bilgi,
- 2) Zemin ile ilgili bilgi,
- 3) Zeminde iyileştirme gerektiğine karar verilmesi,
- 4) Beton dayanımına karar verilmesi(eğilme dayanımı),
- 5) Plak kalınlığının tahmin edilmesi,
- 6) Bağıl rijitlik oranının belirlenmesi,
- 7) Plaktaki eğilme momentinin belirlenmesi,
- 8) Eğilme momentini karşılayacak plak kalınlığının belirlenmesi; bu kalınlık 5. adımdaki değerle karşılaştırılır.
- 9) Eğer bu iki kalınlık birbirlerine yakınsa, tasarım yeterlidir.
- 10) 5. adımda tahmin edilen kalınlık eğilme momentini karşılayamıyor ise 5. adıma dönülür ve daha kalın bir plak seçilir.
- 11) Tahmin edilen kalınlık momenti karşılamak için gerekli olandan çok daha fazla ise 5. adıma dönülür ve daha ince bir plak seçilir.

2.3.4.2 Yük-yk sınıf tasarımı

Yukarıda belirtilen tasarım yöntemi, döşeme yüklerinin detaylı olarak bilinmesini gerektirir. Ancak bu bilgiler her zaman mevcut olmaz. Yapı inşâ edilirken tasarımcı kullanıcının gereksinimlerini bilmeyebilir. Böyle durumlarda, zemin betonu İngiliz yk-sınıf sistemine göre tasarlamak iyi bir çözüm olabilir. Bu sistem endüstriyel zeminleri dört gruba ayırır: Bunlar; yüklemenin miktarına göre hafif, orta, ağır ve çok ağırdır [1].

Chandler ve Neal [4] yk sınıflarına dayanan basit bir tasarım yöntemi önermişlerdir. Bu yöntemle kesin yüklerin veya malzeme depolama sistemlerinin bilinmesine gerek yoktur. Yükleme miktarı hakkında genel tahminler yapmak yeterlidir.

Bir sebze deposu tasarladığımızı düşünelim. Kat yüksekliğı 6 metre olsun. Neal’a göre bu kullanım “orta” sınıf yükleme yi gösterir. Zeminin zayıf olduğı, alt temel kalınlığının 150 mm taneli malzeme olduğı, beton basınç dayanımının 40 MPa olduğı kabul edilirse Chandler ve Neal’in nerdiğı tablolardan döşeme kalınlığı 175 mm olarak bulunur [1, 4]. Bu tasarım yöntemi sadece son yıllarda kullanılmaktadır ve İngiltere’de büyük kabul görmektedir.

2.3.4.3 Deneyime dayanan tasarımlar

Dünyada, zemine oturan betonların birçoğı deneyimlere dayanılarak tasarlanır. Bu deneyimler tasarımcının kendi deneyimleri veya standartlarda verilen değıerlerdir.

Evler, ofisler ve mağıazalardaki zemine oturan betonların birçoğı minimum kalınlık kurallarına göre tasarlanır. Birçok hafif ve orta sınıftaki endüstriyel zeminlerde bu kurallara göre tasarlanır. İngiliz şartnamelerinde minimum plak kalınlığı 100 mm’dir. Tablo 2.5’de çeşitli kullanım türlerine göre Amerikan Beton Enstitüsü’nün verdiğı değıerler gösterilmektedir [6].

Tablo 2.5 Yere oturan zemin betonlarının minimum kalınlığı [6]

	Minimum kalınlık (mm)
Evler, ofisler, enstitü zeminleri	100
Hafif endüstriyel ve ticari zeminler	130
Endüstriyel zeminler	150

2.3.5 Tasarımda Gözönünde Bulundurulanan Hususlar

2.3.5.1 Yükleme tipleri

Belirli yüklere göre tasarım yapılırken ilk adım yükleme türünü belirlemektir. En az beş tür yükleme vardır:

- nominal yükleme,
- tekil yükler,
- düzgün yayılı yükler,

- çizgisel yükler,
- yatay yükler.

2.3.5.1.a Nominal yükleme

Genellikle şartnamelerde veya kullanıcı isteklerinde görülür. Yüklerin bilinmediği her zaman ve hafif olduğu bilinen konut ve ofis yapılarında yararlı olabilir, ancak endüstriyel yapılarda nominal yükler büyük hatalara yol açabilir. Ağır yüklerin olması durumunda tasarım bu yüklere göre yapılmalı, nominal yüklere göre yapılmamalıdır [1].

2.3.5.1.b Ağır tekil yükler

Yükler genellikle 0,1 m²'den küçük alanlara uygulanır. Yükleme alanı, bu tür yüklerin analizinde önemli bir etkidir. Ağır tekil yükler depolar ve fabrikalarda yaygındır ve genellikle zeminin yapısal tasarımını yönlendirirler. Bazı durumlarda da araç tekerlekleri tasarımı etkiler. Tekil yüklerin değişik formları genelde aynı şekilde analiz edilir, ancak tekerlek yükleri, sabit ekipmanlara göre daha yüksek güvenlik katsayıları gerektirir [1-4, 6].

2.3.5.1.c Düzgün yayılı yükler

Yükler 1 m²'den büyük bir alana yayılıdır. Döşeme üzerine kömür veya taneli bir malzeme konulması düzgün yayılı yükün en iyi örneğidir. Palet veya büyük ruloların oluşturduğu yükler de böyle adlandırılabilir. Düzgün yayılı yükleri taşımada alt temelin bir etkisi yoktur. Bu yükler genelde kN/m² olarak ifade edilir.

2.3.5.1.d Çizgisel yükler

Çizgisel yüklerin çoğunluğu zemin üzerine yapılan duvarlardan kaynaklanır. Bazı malzeme depolama sistemleri de çizgisel yük oluşturur. Çizgisel yük ağırsa, bunun altına ayrı bir temel yapmak gerekebilir. Bu yükler kN/m olarak ifade edilir.

2.3.5.1.e Yatay yükler:

Araçların hareket etmesi, fren yapması, dönmesi gibi durumlarda yatay yükler oluşur. Yükler zemin ile lastik arasındaki sürtünme ile sınırlıdır. Tasarımcıların çoğu yatay yükleri ihmal ederler ancak bu tutum risklidir.

2.3.5.2 Yük emniyet katsayıları

Bir zemin plağını sadece planlanan yükleri taşıyacak şekilde tasarlamak uygun olmaz. Tasarım hataları, inşaat hataları ve fazla yüklemeler için bir güvenlik payı gereklidir. Güvenliği sağlamanın çeşitli yolları vardır, ancak en yaygın yöntem planlanan yükü bir güvenlik katsayısıyla çarpmaktır.

Birçok durumda 1,5'den büyük bir güvenlik katsayısı gerekir. Bir zemin birçok yükleme-boşaltma çevrimine maruz kalıyorsa yorulma göçmesini engellemek için daha yüksek bir güvenlik katsayısı gerekir. Tablo 2.6'da, zemin betonunun ömrü boyunca maruz kalacağı yükleme çevrimi sayısına bağlı olarak güvenlik katsayıları verilmiştir.

Tablo 2.6 Yük emniyet katsayıları [7]

Yük çevrimlerinin maksimum sayısı	Yük emniyet katsayıları
400 000 den çok	2,00
400 000	1,96
300 000	1,92
240 000	1,87
180 000	1,85
130 000	1,82
100 000	1,79
75 000	1,75
57 000	1,72
42 000	1,70
32 000	1,67
24 000	1,64
18 000	1,61
14 000	1,59
11 000	1,56
8 000	1,54
8 000 den az	1,50

2.3.5.3 Yükleme alanı

Tekil yüklerin analizinde alan önemlidir. Eğer yk geniş bir alana yayılırsa döşemede daha az çekme gerilmeleri oluşur. Tasarım için etkin yükleme alanı kullanılır. Bu alan genelde görünen alandan farklılık gösterir.

2.3.5.4 Yükleme konumu

Zemin zerindeki konumlarına bağlı olarak tekil yükler değişik şekilde analiz edilir. İ yükleme denilen plak kenarından uzak yükleme, plaktaki en az gerilmeyi oluşturur. Eğer aynı yük plak kenarına yerleştirilirse daha fazla gerilme oluşturur, plak köşesine yerleştirilirse oluşacak gerilme daha da artar.

Tasarımcılar mümkün olduğunca kenar ve köşe noktalara yükleme yapmaktan kaçınmalıdır. Bu şekilde maliyet önemli ölçüde azaltılabilir. Eğer kenar veya köşe yükleri kaçınılmaz ise plak kenarında iyi bir gerilme aktarımı durumu yaratılmalıdır. Kenarlarda döşeme kalınlığının arttırılması, kalınlığın değiştiği yerde çatlaklara yol açar. Kenarda ek donatı konulması diğer bir çözümdür.

2.3.5.5 Yük kombinezonları

Bazı döşemelerde yükler birbirlerinden yeterince uzaktadırlar ve her biri bağımsız olarak ele alınabilir. Ancak birçok endüstriyel zeminde kritik yükler birbirlerinden birkaç metre uzakta iken oluşur ve birlikte gözönüne alınmalıdır. Yanyana olan yükler yükleme türü ve yükler arasındaki uzaklığa bağlı olarak zemindeki gerilmeyi azaltabilir veya arttırabilir.

2.3.5.6 Alt temel özellikleri

Alt temel tüm zemin yüklerini taşıdığı için zemin özellikleri yapısal tasarım üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Tasarımcı şu üç özeliği dikkate almalıdır [1-3]:

- zemin yatak katsayısı (k) N/mm^3 (MPa/m),
- oturma,
- nem farklılıklarından dolayı büzülme ve genleşme.

Alt zemin yatak katsayısı; zemini, verilen bir birim mesafe kadar deformasyon yapmasını sağlayacak basınçtır. Bu değer alt zeminin elastik deformasyona dayanma yeteneğini gösterir ve MPa/m veya N/mm^3 olarak ifade edilebilir. Bu özellik zemin üzerinde doğrudan plaka yükleme deneyi yapılarak ölçülebilir. Birçok tasarımcı zemin malzemesinin tanımından yatak katsayısını tahmin eder. Tablo 2.7’de çeşitli zemin türleri için sonuçlar gösterilmektedir [1].

Tablo 2.7 Çeşitli zeminler için alt taban reaksiyon modülleri (yatak katsayıları)

Alt taban sınıfı	Zemin tanımı	Alt zemin yatak katsayısı (MPa/m)	CBR (%)
Mükemmel	Çakıllar, çakıl-kum karışımları	82	25-80
İyi	Kumlar, çakıllı kumlar, siltli kumlar, killi kumlar	54	10-40
Zayıf	Çok ince kumlar, siltler, ve plastisite indisi 50 den az olan killer	27	4-15
Çok zayıf	Plastisite endisi 50 nin üzerinde olan Siltler	14	3-5

Bazı zemin mühendisleri yatak katsayısı yerine Kaliforniya Taşıma Oranı (CBR) değerini esas alırlar. CBR değerleri yol inşaatında yaygın olarak kullanılır. Tablo 2.7, CBR ile yatak katsayısı arasındaki yaklaşık ilişkiyi göstermektedir. Bu konudaki ayrıntılar Paragraf 3.2’de verilmektedir.

Eğer alt temel yatak katsayısı çok düşükse şu işlemler yapılarak bu değer yükseltilebilir:

- alt temel kaldırılır ve daha iyi bir malzeme ile değiştirilir,
- alt temel çimento veya kireç kullanılarak iyileştirilebilir,
- vibro-kompaksiyon kullanılabilir.

Alt temel uygulaması, tekil yükler olması durumunda temel tabanı yatak katsayısını artırır. Alt temel uygulanması zeminin düzgün yayılı yükleri taşıma kabiliyetini arttırmaz.

Alt temel yatak katsayısı, zeminin yüklemeye karşı kısa süreli-elastik davranışını tanımlar. Bu özellik genelde döşeme tasarımını etkiler. Ancak, yük altındaki bir zemin aynı zamanda oturma olarak adlandırılan uzun süreli plastik deformasyonlar altında kalır. Oturmanın, kısa

sürekli elastik deformasyonların 20–40 katı olduğu ifade edilebilir. Uzun süreli oturmanın deneylerle tahmin edilmesi güçtür [1].

Tüm yapı için üniform oturma olması çok kötü bir durum değildir. Bazı zeminler sorun yaratmadan 40 mm’den fazla üniform oturma yapabilirler. Ancak farklı oturmalar yapısal çatlaklara yol açar. Farklı oturma bir döşeme altında farklı özelliklerde zemin olması sonucu oluşur.

Oturmanın zararlı etkilerini azaltmak için;

- Az oturmanın beklendiği yerlerin seçimi,
- Alt zemini kaldırıp, daha iyi bir malzeme ile değiştirilmesi,
- Döşemeyi inşa etmeden ön yükleme ile oturmaların tamamlanması sağlanabilir.

Nem değişikliklerine bağlı olarak rötre veya genleşme bazı genleşebilen kil gibi zeminlerde önemli bir problemdir. Birçok zemin ıslakken şişer, kururken büzülür ancak genleşebilen killer bu özelliği çok fazla gösterirler.

Bazı olumsuz koşullarda, toprak yüzeyi kuru ve ıslak dönemler arasında düşey olarak 1 metreye ulaşan hareketler yapabilir. Bu durum basit bir çözümü olmayan ciddi bir problemdir. Çözüm için döşemeye her iki yönde ard-germe uygulayarak, zemin yukarı veya aşağı doğru hareket etse bile döşemenin şeklinin korunması sağlanabilir. Diğer bir yaklaşım, şişen kilin birkaç metre derinliğe kadar kaldırılarak yerine genleşmeyen bir dolgu malzemesinin yerleştirilmesidir. Üçüncü bir çözüm ise döşemenin zemine oturması yerine, kazıklar üzerine oturtularak asma döşeme gibi yapılmasıdır.

2.3.5.7 Alt temeller

Birçok tasarım döşeme plağı ile zemin arasında bir alt temel içerir. Alt temelin üç tane görevi vardır.

- Birincisi; alt temel tekil yükleri zemin tabanı üzerinde daha geniş bir alana yayarak döşemedeki gerilmeleri azaltır. Bu durum sadece tekil yüklerde etkilidir, zeminin düzgün yayılı yükleri taşıma yeteneğini etkilemez. Tablo 2.8 çeşitli alt temellerin zemin yatak katsayısına etkilerini göstermektedir. Etkin değerler sadece tekil yükler için uygulanmaz aynı zamanda yayılı yükler için de uygulanır.
- İkincisi, alt temel inşaat ve kalıpların yapılması için bir platform oluşturur.
- Üçüncüsü ise alt temel döşeme plağı altında bir drenaj tabakası oluşturur.

En yaygın alt temel malzemesi sıkıştırılmış taneli dolgu malzemesidir. İri taneli malzeme drenaj için iyidir, ancak döşeme altında düzgün bir yüzey elde edebilmek için bir kum tabakası gerektirebilir (Şekil 2.7).

Tablo 2.8 Temel taban yatak katsayısına alt temelin etkisi [4]

Alt temel malzemesi	Alt temel kalınlığı	Etkin temel tabanı yatak katsayısı (MPa/m) (orijinal temel tabanı yatak katsayısına bağlı olarak)					
		14	20	27	40	54	60
Granüler	150 mm	18	26	34	49	61	66
	200 mm	22	30	38	55	66	72
	250 mm	26	34	44	61	73	81
	300 mm	30	38	49	66	82	90
Çimento bağlı	100 mm	35	60	75	100	-	-
	150 mm	50	80	110	-	-	-
	200 mm	70	105	-	-	-	-
	250 mm	90	-	-	-	-	-

Grobeton drenaj dışında diğer tüm açılardan mükemmel bir alt temeldir. Grobeton, normal taşıyıcı betona göre daha az çimento ile yapılır. Çimento dozajı yaklaşık 100 kg/m³'dür. Grobeton diğer alt temel malzemelerine göre daha pahalıdır, ancak taşıyıcı plağın kalınlığında azalma sağlar.

2.3.5.8 Beton dayanımı

Zemine oturan döşemenin yük kapasitesinin betonun eğilme dayanımına bağlı olduğunu bir kez daha hatırlatmakta fayda vardır. Tasarımcıların çoğu doğrudan eğilme dayanımını belirtmez, bunun yerine basınç dayanımını belirtirler ve her iki beton dayanımı arasındaki tahmini ilişkiye güvenirlir. Eğilme dayanımının doğrudan belirtilmesi oldukça pratiktir.

Betonun eğilme dayanımını arttıran her işlem beton basınç dayanımını arttırmasa bile döşemenin yük altındaki performansını arttıracaktır. Beton karışımına belli dozajlarda çelik tel eklenmesi eğilme dayanımını, özellikle de kırılma enerjisini artırır.

2.3.5.9 Plak kalınlığı

Zemine oturan döşemelerin çoğunda döşeme plak kalınlığının belirlenmesi en önemli yapısal karardır. Döşeme kalınlığı toplam maliyette çok önemli bir etkiye sahiptir. Döşeme yüklerine göre yapılan hesaplar sonucu kalınlık çok fazla çıkarsa, aşağıdaki adımlar kalınlığın düşürülerek maliyetin azaltulmasını sağlayabilir [1-4].

- Zeminin iyileştirilmesi,
- Daha kalın bir alt temel kullanılması (Sadece tekil yükler için etkili),
- Daha sağlam bir alt temel kullanılması – örneğin grobeton gibi (yine sadece tekil yükler için etkili),
- Daha yüksek dayanımlı beton kullanımı,

- Döşeme plağındaki çekme gerilmelerini azaltmak için ard-germe kullanılması,
- Tekil yüklerin altında daha büyük taban plakaları kullanılması.
- Çelik tel donatılı beton kullanılması.

2.3.5.10 Plak kalınlığının kontrol edilmesi

Plak kalınlığının belirlenmesi bir sorundur, ancak zemin betonu yapımı bittiği zaman belirlenen bu kalınlığın sağlandığından emin olunması diğer bir sorundur. Tasarımcılar en çok döşeme plağının ince olmasından endişe duyarlar, ancak plaklar çok kalın oldukları zaman da problemler oluşur. Kalın bir zemin betonu için daha fazla beton kullanılır ve tahmin edilemeyen yerlerden çatlamalar olabilir. Bazı tasarımcılar plak kalınlığı için tolerans değerleri verirler. Kalınlık toleranslarının sağlanması zordur. Döşeme kalınlığının doğrudan ölçümü delmeyi gerektirir, bu ise ciddi kuşkular olmadıkça nadiren yapılır.

Zorunluluk olmadıkça kalınlık toleransları fazla anlam ifade etmez. Zemin betonu kalınlığı genellikle kalınlık toleransları ile değil, bitmiş zemin betonu yüzeyinin yüksekliğiyle belirlenir. Ancak, bu özellik oldukça değişkendir. Zemin betonu yüzey yüksekliği tahmin edilenden daha az doğrudur. Normal zemin yüzeylerinin birçoğunun yüksekliği, tasarım değerine göre 20 mm'ye varan değişimler gösterebilmektedir. Bu kadar fazla değişkenliğin olduğu durumda tasarımcılar ne yapabilir? Üç tane olasılık vardır:

- Birinci olasılık, belirlenmiş zemin betonu kalınlığına güvenlik payı ekleyerek büyük değişimlere izin vermektir. Basit yöntemlerle yapılan zeminlerde güvenlik payı yaklaşık 50 mm olabilir.
- İkinci yaklaşım, değişim miktarlarının azaltılmasıdır, ancak bunun yapılması zordur. Kalınlığı kontrol etmek için, verilen toleransları azaltmak ekonomik değildir.
- Üçüncü yaklaşım ise alt temel için sıfır tolerans vermektir. Bir başka deyişle, alt temel yüzeyi, belirlenenden daha yüksek olamaz ancak daha alçak olabilir.

2.3.5.11 Kayma

Bazı tasarımcılar zemine oturan betonlarının yapısal tasarımını kayma dayanımı için kontrol ederler. Bazı durumlarda, tasarımcılar sadece eğilme dayanımı için istenenden daha kalın bir plak önerirler.

2.3.5.12 Ard germe

Çatlak kontrolü için ard germe kullanıldığı zaman önemli bir yapısal etki oluşur ve daha ince bir plak kalınlığına izin verilir. Ard germe zemin betonunda basınç gerilmesi oluşturur, bu ise döşeme yükleri tarafından oluşturulan çekme gerilmelerini karşılar. Tipik bir ard germeli döşeme yaklaşık 1 MPa'lık bir basınç gerilmesine göre tasarlanır. Bu etki betonun eğilme dayanımını 1 MPa artırmakla aynıdır. Ağır yüklü zeminlerde ard germe plak kalınlığının 50 mm veya bazen daha fazla miktarda azaltılmasını sağlar.