

2.3.5.13 Standartlar

Temel tasarım yöntemleri –yüklerin belirlenmesi, zemin özellikleri, beton dayanımı ve plak kalınlığı standartlarda bulunmaz. Betonarme standartları ise zemine oturan döşemelerin birçoğuna uygulanamaz. Ancak yapısal tasarımın bazı yönlerini içeren şartnameler vardır: BS 8204 (Beton zeminleri için İngiliz Şartnamesi) ve ACI 302 (Beton zeminleri için Amerikan Şartnamesi). Boyutsal toleranslar ile ilgili bazı değerler ise şu standartlarda verilmiştir: BS 5606 (genel yapı toleransları) ve ACI 117 (beton yapıların toleransları).

2.4 ASMA DÖŞEMELER

Asma bir döşeme diğer yapı elemanları tarafından taşınır. Asma döşemelerin birçoğu yer seviyesinden yüksekte kolonlar, kirişler, perdeler tarafından taşınır. Yer seviyesindeki asma döşemeler ise kazıklar tarafından taşınır. Yer seviyesindeki döşemelerin çoğu zemine oturur, asma değildir.

Asma ve zemine oturan döşeme plakları tamamen değişik kurallara göre tasarlanır. Bir önceki bölümde görüldüğü gibi zemine oturan betonlar eğilme etkisine karşı betonun kendisini kullanır, donatı tercihe bağlıdır ve sadece çatlakları kontrol etmek için kullanılır. Asma döşemeler ise tam tersine her zaman donatılı olarak tasarlanır. Beton sadece basınç gerilmelerine karşı koyar, çekme gerilmeleri ise donatı tarafından karşılanır [1-3].

Zemine oturan betonların birçoğunun tersine, asma döşemeler binanın yapısal bir parçasıdır. Bu sebepten yapı şartnamelerinde yer alırlar. Asma bir döşemenin davranışını analiz etmek zor olduğu için birçok tasarımcı şartnamelerde belirtilen standart tasarım yöntemlerini kullanır. Bu bölüm asma döşemelerin yapısal tasarımı için kısa bir giriş içermektedir. Bu konuda tam detaylı bir açıklama daha kapsamlı çalışmaları gerektirir.

2.4.1 Asma Döşemelerin Tipleri

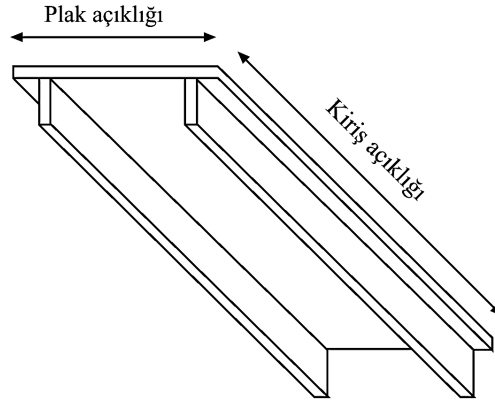
En basit sınıflandırma tek yönde ve iki yönde çalışan döşemeler arasındadır. Tek yönde çalışan döşemeler yükü mesnetlerine sadece tek yönde aktarır. İki yönde çalışan döşeme yükü genellikle birbirlerine dik olan iki yönde aktarır. İngiliz standardına göre uzunluk/genişlik oranı 1,4'den fazla olan döşemeleri tek yönde çalışan döşeme olarak açıklar. Türk ve Amerikan standardında ise bu oran 2,0'dır [1, 5].

Bu basit sınıflandırmadan sonra aşağıdaki taşıyıcı tipleri incelenebilir:

- tek doğrultuda çalışan döşemeler,
- tek doğrultuda çalışan kirişli döşemeler,
- tek doğrultuda çalışan prekast sistemler,
- iki doğrultuda çalışan kirişsiz döşemeler,
- iki doğrultuda çalışan kirişli döşemeler,
- kompozit döşemeler.

2.4.1.1 Tek yönde çalışan plaklar

Döşemenin uzunluk/genişlik oranı 1,4'ten (İngiliz Şartnamesi: B8110) veya 2'den fazladır (Türk Standardı: TS 500, Amerikan Şartnamesi: ACI 318). Şekil 2.8'de tek yönde çalışan bir döşeme gösterilmektedir.



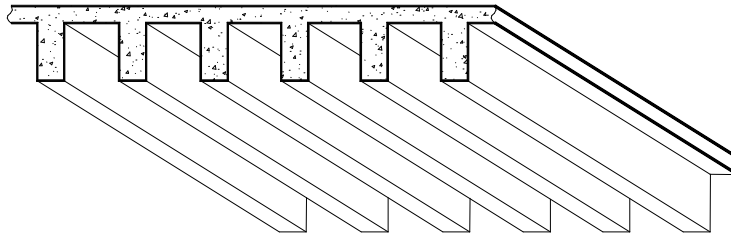
Şekil 2.8 Tek yönde çalışan döşeme

Tek yönlü sistemin en basit olanı iki kenardan perde duvarlara oturan döşemedir. Biraz daha karmaşık bir sistemde döşeme kirişlere oturur, onlar ise kolon veya perdeler tarafından desteklenir.

Tek yönde çalışan döşemelerin ana donatıları sadece bir yönde bulunur. Kuruma rötresini veya termal kısaltmaları önlemek için diğer yönde de ikincil donatılar bulunur, bu donatıların döşemenin yük taşıma kapasitesine etkisi dikkate alınmaz. Tek yönde çalışan döşemeler, kirişler arası açıklık 6 metre'ye kadar etkin bir biçimde tasarlanabilir. Döşemenin diğer yöndeki uzunluğu serbesttir [1].

2.4.1.2 Tek doğrultuda çalışan kirişli döşemeler

Tek yönde çalışan döşemeleri destekleyen kirişler birbirlerine çok yakınsa, örneğin 3 metreden daha yakınsa, bunlar kirişli döşeme olarak bilinir. Tek yönlü bir dış sistemi oluşturmak için kirişler ve döşeme monolitik olarak dökülür (Şekil 2.9).



Şekil 2.9 Tek yönde çalışan kirişli döşemeler

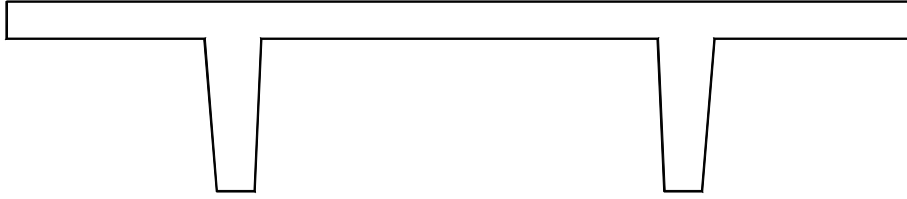
Bu sistemin dayanımı dişlerin derinliği ve aralıklarıyla belirlenir. Dişler genellikle 150-500 mm derinliktedir ve yaklaşık 600 mm aralıktır. Dişli döşemeler dişlerin doğrultusunda 14 metreye varan açıklıklara ulaşabilir. Bu döşemeler ağır yükler ve küçük sehmlere göre tasarlanarak endüstriyel uygulamalar için iyi bir seçim olabilir [1].

2.4.1.3 Tek yönde çalışan prekast sistemler

Beton döşemelerin çoğu yerinde dökümdür ancak tek yönde çalışacak bir döşeme için tasarımcı yerinde dökme ya da prekast beton tercihini yapabilir.

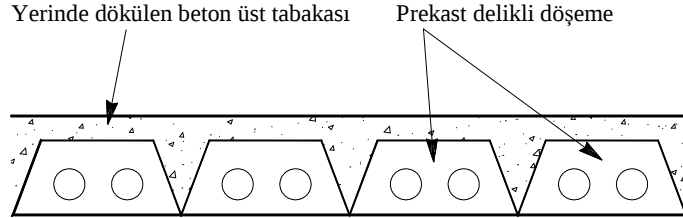
Prekast sistemleri anlayabilmek için tek doğrultuda çalışan döşemelerin nasıl analiz edildiğine bakmak gerekir. Tasarım sırasında yapı mühendisi tek yönde çalışan döşemeyi 1 metre genişliğinde kirişler serisi olarak kabul eden Prekast sistemiyle bu düşünce tarzı bir adım daha ileri götürülür ve döşeme gerçekten ayrı parçalar halinde yapılır.

Bazı prekast parçaları (T ve çift T) döşeme yüzeyleri düzeltilmiş olarak üretilir (Şekil 2.10). Çok sayıda geniş birleşim istenmediği zaman bunlar uygundur. Çift T elemanları otoparklarda yaygın olarak kullanılır [1].



Şekil 2.10 Çift dişli (çift T) bir prekast eleman

Yerinde dökme betonla birlikte kullanılan başka prekast sistemler de vardır. Şekil 2.11 bunlardan bir tanesini göstermektedir.



Şekil 2.11 Prekast delikli döşeme

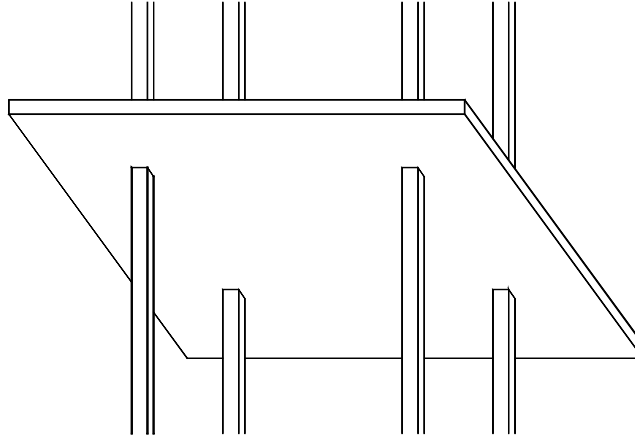
Prekast üretimin, şantiyede beton üretimine göre çeşitli üstünlükleri vardır. Bu elemanlar çok sayıda üretilebilir, maliyet düşürülür ve daha iyi bir kalite denetimi sağlanabilir. Bu elemanlar fabrikalarda yapıldıkları için öngerme veya buhar kürü gibi şantiyelerde uygulanması pratik olmayan işlemler yapılabilir [1].

2.4.1.4 İki doğrultuda çalışan kirişsiz döşemeler

Bu döşemeler doğrudan kolonlar üzerine otururlar. Bunlar, genelde iki yönde çalışan, donatılı veya öngermeli döşemelerdir. Kirişsiz döşemeler iki gruba ayrılır: düz plaklar ve düz döşemeler.

- Düz plak, tüm kalınlığı aynı olan basit bir döşemedir (Şekil 2.12). Sabit kalınlıkta olduğu için kullanılan malzeme fazladır.
- Düz plak döşemenin üstünlüğü inşaatının kolaylığıdır. Kalıbı oldukça basittir. Basit kalıp ise maliyeti azaltan bir unsurdur.
- Diğer bir üstünlüğü ise kat yüksekliğinin azaltılabilmesidir. Döşeme altında kiriş veya başka taşıyıcı eleman olmadığı için döşeme sisteminin toplam kalınlığı diğer sistemlere göre daha az olur.

Bu sistemin en önemli sakıncası ise tam olarak tahmin edilemeyen büyük sehimler yapabilmesidir. Genelde, kirişsiz düz plak döşeme sistemi az yüklü, açıklığı 9 metreye kadar ulaşabilen tasarımlar için uygulanabilir. Bunlar konut, ofis veya kamu yapılarında kullanılırlar [1].



Şekil 2.12 İki yönde çalışan düz döşeme plağı [1]

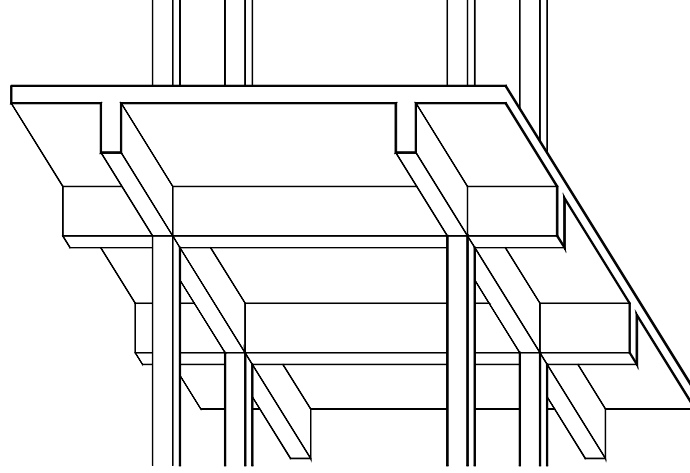
Düz döşeme ise düz plak sistemine göre farklıdır. Düz döşemede döşeme kalınlığı kolonlar üzerinde arttırılmıştır. Kalınlaştırılmış kesitler zımbalama dayanımını arttırır. Bu sistemin inşası daha zordur, ancak daha ağır yükler, daha geniş açıklıklarda taşınabilir. Düz döşeme sisteminde de sehimler fazladır [1].

2.4.1.5 İki doğrultuda çalışan kirişli döşemeler

Bu sistemde her bir plak dört kenarından kirişlere oturur. Şekil 2.13 iki doğrultuda çalışan basit bir kirişli döşeme sistemini göstermektedir. Eğer kirişler arasındaki mesafe 3 metreden az ise buna nervürlü (ızgara) döşeme denilir.

İki doğrultuda çalışan kirişli döşemeler diğer döşeme sistemlerine göre genellikle daha az sehim yaparlar. Nervürlü döşemeler oldukça düşük sehim yapar, bu ise yüksek derecede düzgünlük istenen durumlar için iyi bir seçimdir.

Bu döşeme sistemi çok ağır yükler ve geniş açıklıklar için tasarlanabilir. Bu döşemelerin en önemli sakıncası ise inşa edilmelerinin zorluğudur. Bu zorluğu azaltmak için daha önceden yapılmış hazır kalıplara göre tasarım yapılabilir.

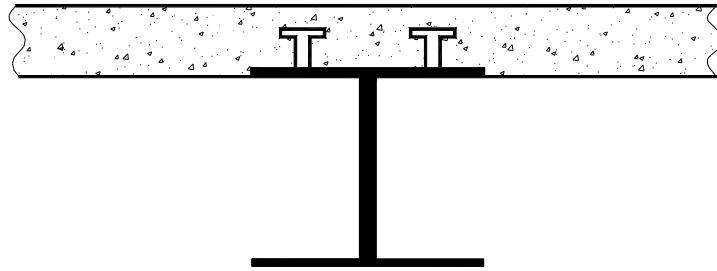


Şekil 2.13 İki yönde yük taşıyan kirişli döşeme

2.4.1.6 Kompozit döşemeler

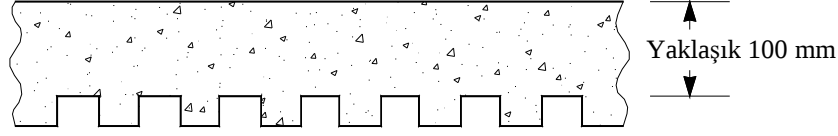
Bu terim daha çok, betonarme donatı çeliği dışında başka çelik elemanlarla çalışan beton döşemeler için kullanılır.

Çelik kirişlerle taşınması halinde tek veya iki doğrultuda çalışan döşemeler yapılabilir. Döşeme plağının çelik kirişler üzerine basitçe yerleştirilmesi yeterli olmaz, her iki eleman kaymaya karşı başlıklı kayma çivileri kullanılarak birbirlerine bağlanmalıdır (Şekil 2.14) [1].



Şekil 2.14 Kompozit yapı: Çelik kirişle döşemeyi bir birine bağlamak için kullanılan başlıklı kayma çivileri [1]

Kompozit döşemelerin yaygın bir örneği metal tabliyelı döşemelerdir (Şekil 2.15). Metal plaka yapı çerçevesine bağlanır ve yaklaşık 100 mm'lik beton ile kaplanır. Döşemenin altındaki bu metal tabanın iki amacı vardır: Birincisi beton için uygun bir kalıp oluşturur, bunun çıkartılması gerekmez. İkincisi ise bir yapısal malzeme olarak hizmet etmesidir, bu tabaka sürekli bir alt donatı katmanı olarak görev yapar. Metal tabliyelı döşemeler her zaman bir doğrultuda çalışan döşemelerdir. Çatlak kontrolü için betonun içinde az miktarda donatı bulunabilir. Bu döşemeler ucuzdur ve yapımı kolaydır, ancak fazla miktarda sehım yapabilirler. Kompozit döşemelerin çoğunda beton döşemeyi taşıyan çelik elemanlar tasarlanır [1].



Şekil 2.15 Kompozit yapı: Metal tabliye üzerinde beton döşeme [1]

2.4.1.7 Döşeme tipinin seçilmesi

Döşeme türünün seçimi en önemli tasarım kararlarından bir tanesidir. Seçim birçok etkene dayanır. Bunlardan bazıları:

- açıklık (Tablo 2.9),
- yükleme,
- sehımlerin kontrol edilmesi gerekliliğı,
- kalıp durumu.

Birçok durumda, etkin faktör maliyettir. Tasarımcılar malzeme ve işçilik masrafları arasında bir denge sağlamalıdır. Yerel alışkanlıklar da döşeme türünün seçiminde rol oynar. Eğer bir tasarım, yerel inşaatçıların bilmediğı bir teknikse, bunu inşa etmek genelde daha pahalıdır.

Tablo 2.9 Çeşitli döşeme tipleri için maksimum pratik açıklıklar [1]

Döşeme tipi	En büyük pratik açıklık
Tek yönlü plak	6 m
Tek yönlü kirişli döşeme	14 m
Düz plak	9 m
Düz döşeme	10 m
Kaset döşeme	15 m

Bu maksimum açıklıklar tahminidir, yaklaşık olarak verilmiştir. Herhangi bir plak türüne göre daha büyük açıklıklar olasıdır, ancak ekonomik olmayabilirler.

2.4.2 Tasarım Süreçleri

Yapı şartnameleri asma döşeme sistemlerinin yapısal tasarımı için çeşitli yöntemlere izin verirler. Yöntemler yaklaşımı olarak farklı oldukları gibi, verdikleri sonuçlar da bazen çok farklı olabilmektedir. Yine de tüm tasarım yöntemlerine uygulanan bazı genel durumlar vardır.

Gözönüne alınan temel unsurlar şunlardır [1-3]:

- eğilme dayanımı;
- kayma dayanımı;
- sehimin kontrol edilmesi;
- çatlakların kontrol edilmesi.

Yapı mühendislerinin çoğu eğilme dayanımına göre tasarım yaparlar, ardından tasarımı kayma dayanımı, sehim ve çatlak için kontrol ederler.

Son iki nokta; sehim ve çatlak kontrolü, yapı mühendisliği kitaplarında “servis durumu” başlıkları altında toplanır. Döşeme servis durumu genellikle düzgünlük, aşınma dayanımı ve yapısal tasarımla ilgisi olmayan konular ile ilgilenir.

Yapı tasarım süreci şu şekilde gelişir:

- 1) Zemin betonlarındaki hareketli yük hakkında bilgi toplanması
- 2) Zemin betonu açıklığına karar verilmesi (genellikle döşeme altındaki alanın kullanımına göre karar verilir)
- 3) Zemin betonu yapısal türüne karar verilir.
- 4) Eğilme dayanımına göre tasarım (Bu adım en karmaşık adımdır ve tasarım yöntemlerine göre birbirinden ayrılır).
- 5) Tasarım kayma dayanımına göre kontrol edilir.
- 6) Sehimler hesaplanır ve izin verilebilen sınırlar içinde kalındığından emin olunur.
- 7) Çatlamalara karşı yeterince donatının yerleştirilip yerleştirilmediği kontrol edilir.

2.4.3 Tasarımda Göz Önünde Bulundurulacak Hususlar

Bu alt başlık altında önemli yapısal etkenler incelenmektedir [1, 2]:

- | | |
|--------------------|-------------------|
| • eğilme dayanımı, | • açıklıklar, |
| • kayma dayanımı, | • beton dayanımı, |
| • sehimler, | • donatı, |
| • çatlaklar, | • öngerme, |
| • yükleme, | • kalıp. |

2.4.3.1 Eğilme dayanımı

Herhangi bir asma döşemenin en önemli görevi eğilme dayanımı, eğilmeye dayanma yeteneğidir. Tüm döşemeler kendi ağırlığını ve üzerindeki yükleri belli bir emniyet katsayısı ile taşıyacak biçimde eğilme dayanımına sahip olmalıdır. Eğilme, yapının çeşitli bölgelerinde basınç ve çekme gerilmeleri oluşturur, bu nedenle eğilme dayanımı hem basınç dayanımını, hem de çekme dayanımını içerir. Donatısız betonun eğilme dayanımına

sahiptir, ancak bu özellik asma döşemelerde çok önemli değildir (Bu özellik değişik kurallara göre tasarlanan zemine oturan döşemelerde önemlidir) [1-3].

Zemin betonu plağında önemli olan, beton ve çeliğin birlikte çalışmasıdır. Tasarımcılar betonun basınç dayanımını karşılaması, çeliğin ise çekme dayanımını karşılaması ilkesine göre hesap yaparlar.

Yapı şartnameleri eğilme dayanımının belirlenmesi için çeşitli yöntemlere izin verirler, ancak tüm yöntemler şu değişkenleri dikkate alır:

- döşemenin türü (düz döşeme, tek doğrultuda çalışan döşeme v.b.),
- açıklık veya mesnetler arası mesafe,
- mesnetlerin sürekliliği,
- beton basınç dayanımı,
- döşeme kalınlığı,
- çeliğin çekme dayanımı,
- çelik miktarı ve yerleştirilmesi.

2.4.3.2 Kayma dayanımı

Yapı şartnameleri asma döşemelerin kayma dayanımına göre kontrol edilmesini ister. Kayma iki türlü dikkate alınır: düzleminde kayma ve zımbalama. Düzleminde kayma döşemelerde ciddi bir problem değildir, çünkü bunlar nispeten incedir. Kalın kirişler, eğilme sonucu oluşacak düzleminde kaymayı engellemek için etriye donatısı içerirler.

Zımbalama dayanımı bazen döşeme tasarımını etkiler. En kötü durum kirişsiz döşemelerde kolonlar yakınında oluşur. Tasarımcılar zımbalama dayanımını arttırmak için donatı ilave ederler veya kolon üzerindeki donatı miktarını arttırırlar.

2.4.3.3 Sehimler

Birçok asma döşemede çökme tehlikesi olmasa bile fazla miktarda sehim yaparlar. Fazla sehim genellikle kullanıcılar için problem yaratır.

Sehimlerin döşeme yüzey düzgünlüğünü etkilemesi asıl problemdir. Bir endüstri yapısında, fazla sehim yapmış bir döşeme bazı malzeme depolama araçları için yeterince düzgün olmayabilir. Diğer bir problem ise psikolojiktir. Fazla miktarda sehim yapmış bir döşeme kullanıcıları tedirgin eder.

Sehimin ne kadarı fazladır? Geleneksel bir kurala göre hareketli yüklerden oluşacak sehim açıklığın 1/360'ını geçmemelidir. Bu değer bazı modern depo ve ofis binalarında kabul edilemez. Bazı döşemeler açıklığın 1/2000'i kadar sehim yapacak şekilde tasarlanırlar, ancak bazı durumlarda açıklığın 1/360'ından fazla olan sehimler de kabul edilebilir [1].

Yapı şartnameleri sehimlerin belirlenmesi için bazı yöntemler verirler, ancak şartname yaklaşımları her zaman yeterli olmayabilir ve kabul edilemeyecek sehimler oluşabilir. Sorun sehimlerin tahmin edilmesinin çok zor olmasıdır, gerçek yükler tasarım yüklerinden çok daha fazla olabilir.

Sehimler çatlamalardan etkilenir ve çatlamanın tahmin edilmesi zordur. Betonarme tasarımında betonun çekme dayanımının ihmal edildiği ve betonun her zaman çekme bölgelerinden çatlayacağını kabul eder. Gerçekte, betonun bir miktar çekme dayanımı vardır. Çatlamamış bir döşeme, çok çatlaklı bir döşemeye göre daha rijittir ve daha az deformasyon yapar. Yapı şartnamelerine bağlı kalarak büyük sehimlerin oluşmasını önlemeye yetmiyorsa tasarımcı ne yapabilir? Büyük sehimlerin problem olduğu döşemelerde birkaç yolla önlem alınabilir:

Sehimleri kontrol etmenin bir yolu taşıyıcı sistem seçimidir. Kirişsiz döşemeler iyi bir seçim değildir. Kirişli döşemeler daha az sehim yapar. Tek doğrultuda çalışan nervürlü döşemeler, özellikle iki yönde çalışan nervürlü döşemeler en iyi çözümdür.

Normal betonarme donatısı yerine öngerme kullanmak bir başka yöntemdir. Öngermeli döşemelerde sehim daha kolay tahmin edilebilir. Döşemeyi gereğinden daha kalın yaparak veya daha çok donatı yerleştirilerek sehimler azaltılabilir. Bu yöntem en etkili olan yöntemdir, ancak yüksek maliyeti sebebiyle pratik değildir. Sehimleri azaltmanın bir yolu da döşemeyi çatlamalara yol açan erken yaştaki gerilmelerden korumaktır [1].

2.4.3.4 Kuruma-rötresi ve termal-kısılma çatlakları

Yapı şartnameleri bu çatlakları kontrol etmek için minimum donatı miktarları içerir. Bu değerler her iki yönde de uygulanır. Tek doğrultuda çalışan döşemede eğilme dayanımı için bir yönde donatı kullanılabilir ancak her iki yönde de çatlak kontrol donatısı şartlarını sağlamalıdır. Şartname değerleri her döşeme için yeterli değildir. Çatlakların sıkı bir kontrolü gerektiği durumlarda tasarımcılar standartlarda belirtilenden daha fazla donatı kullanabilir. Betona çelik lif ilavesi, çatlak genişliğini sınırlandırarak taşıma kapasitesini ve yutulan enerjiyi artırır. Doğru tasarlanıp inşa edildiği takdirde öngermeli döşemeler çok az çatlak içerir [1-3].

2.4.3.5 Yükleme

Asma döşemeler genellikle kN/m^2 olarak ifade edilen hareketli yüklere göre tasarlanır. Bu, döşemelerin birçoğunun maruz kaldığı yüklemeyi tanımladığı için pratiktir. Asma döşemeler genellikle, endüstri yapılarında bulunan ağır tekil yükleri taşımak için kullanılmaz. Endüstriyel döşemelerin birçoğu zemine oturur.

2.4.3.6 Açıklıklar

Açıklık veya yapısal destekler arasındaki mesafe döşemenin yapısal tasarımında büyük bir etkiye sahiptir, bazen kullanılan döşemenin türünü belirler. Tablo 2.9 çeşitli taşıyıcı döşeme türleri için pratik olarak maksimum açıklıkları belirtir. Açıklıklar genellikle döşemeden bağımsız etkenler tarafından belirlenir. Yükseltilmiş döşemelerin çoğu için, döşeme altındaki alanın nasıl kullanılacağına göre taşıyıcı mesnetler arasındaki mesafe belirlenir.

Kazıklar üzerine inşa edilmiş, zemin seviyesindeki döşemeler için durum oldukça farklıdır. Tasarımcılar kazık aralıklarını istedikleri gibi kontrol edebilirler. Kazıklı bir temel tekil yükleri taşımak için tasarlandığı zaman kazıkları doğrudan yüklerin altına yerleştirmek mümkündür, bu da döşeme maliyetini önemli ölçüde azaltır [1].

2.4.3.7 Beton dayanımı

Asma bir döşeme için en önemli özellik betonun basınç dayanımıdır. Bu değer genellikle 20 ile 40 MPa arasındadır. Daha yüksek dayanımlı beton üretilebilmesine rağmen asma döşeme sistemlerinde kullanımı azdır.

Betonun kayma dayanımı da önemlidir, ancak, doğrudan ifade edilmez veya ölçülmez. Yapı şartnamelerinde kayma ile ilgili olarak ampirik formüller vardır.

Asma döşemelerin tasarımında betonun çekme dayanımı nadiren ele alınır. Betonarme tasarımda betonun çekme dayanımının sıfır olduğu kabul edilir. Aslında betonun bir miktar çekme dayanımı vardır, ancak bu döşeme dayanımını etkilemez, ancak çatlama ve sehim miktarını etkiler.

Asma döşemelerin çoğunda beton dayanımı yapı tasarımıyla ilgisi olmayan etkenler tarafından belirlenir. Tasarımcılar genellikle iyi bir yüzey elde etmek, aşınma dayanımı ve kimyasal etkilere dayanıklılık gibi başka nedenlerle yüksek dayanımlı betonu tercih ederler [1-3, 5].

2.4.3.8 Donatı

Çelik donatı üç amaçla kullanılır;

- eğilme sonucu oluşan çekme kuvvetlerine karşı,
- kayma gerilmelerine karşı (kolonlardaki zımbalama kaymasına karşı),
- çatlak genişliklerini sınırlandırmak için.

Tasarımcının en önemli görevlerinden birisi donatı tasarımı ve detaylandırılmasıdır. Bunun için gözönüne alınması gerekli hususlar aşağıdadır:

- donatı cinsi,
- çeliğin çekme dayanımı ve
- paspayı.

Tasarımcılar iki çeşit donatı kullanabilir: çelik çubuklar ve hasır donatı.

Çelik çubuklar çeşitli boy ve çaplardadırlar, bunların çoğunluğu nervürlüdür. Nervürler çelik-donatı aderansını artırır. Tekil çelik çubuklar ile istenen miktarda donatı yerleştirilebilir, bunların sakıncası ise elle yerleştirme ve bağlanmalarıdır.

Hasır donatılar, birleşim yerlerinden kaynaklanmış çelik çubuk ızgaralardır. Bunlar fabrikada üretilirler. Hasır donatının en büyük üstünlüğü şantiyede zaman ve işçilikten tasarruf edilmesini sağlamasıdır. Bunların sakıncası ise verimli kullanılamamalarıdır. Hasır donatılar belirli çap ve aralıklarda üretildikleri için bir doğrultuda daha fazla donatı kullanılmasına yol açabilir. Çeliğin çekme dayanımı önemlidir, çünkü bu değer, çekme gerilmelerine karşı ne kadar donatı kullanılması gerektiğini belirler.

Paspayı beton yüzeyi ile donatı arasındaki mesafedir. Eğer sadece yapısal dayanım gözönüne alınırsa en etkin tasarım, döşemenin çekme bölgesindeki paspayının en az olduğu tasarımdır. Mühendisler genellikle yapı şartnamelerinin izin verdiği en düşük paspayını kullanırlar ve bu değer bazı durumlarda 20 mm kadar küçük olabilir.

Ancak döşeme tasarımında sadece yapısal dayanım tek etken değildir. Paspayının en büyük agrega tanesinden küçük olduğu durumlarda yüzey düzeltme problemleri oluşur. Amerikan Beton Enstitüsü (ACI)'ne göre, plastik oturma çatlaklarını önlemek için en az 50 mm'lik bir paspayı tercih edilmelidir. Döşeme üzerinde kablo yönlendirmeli araçların kullanılacağı durumlarda daha da fazla paspayı gerekli olabilir. Bu fazla paspayı değerleri döşemenin üst yüzeyinde istenir [5, 6].

Uygun olmayan paspayının inşaat sorunlarına yol açması durumunda uygulayıcı çelik donatıları olması gerekenden daha aşağıya yerleştirmeyi düşünebilir. Bu çok risklidir. Donatı tasarımının inşaatın önemli bir bölümüdür ve sadece sorumlu mühendis tarafından değiştirilebilir.

2.4.3.9 Öngerme

Öngerme, çekme gerilmelerini karşılamak için basınç gerilmesi oluşturulmasıdır. Eğer doğru yapılırsa beton döşemedeki tüm çekme gerilmelerini yok edebilir.

Asma döşemelere öngerme yapmak için iki yöntem yaygın olarak kullanılır: i) ön-germe ve ii) ard-germe. Öngerme işleminde önce çelik kablolar gerilir ve beton bunların etrafına yerleştirilir. Beton kabloları sıkıca saracak kadar sertleştikten sonra kablolar bırakılır. Kablolar betonla çevrili oldukları için üzerlerindeki gerilmeyi uzunlukları boyunca betona aktarırlar. Şantiyelerde öngerme uygulamak pratik değildir ancak bu yöntem prefabrik elemanların üretiminde yaygın olarak kullanılır.

Ard germe işleminde ise kablolar, beton sertleştikten sonra gerilir, bu yüzden bu işleme ard germe veya sonradan germe denir. Eğer kablolar betonla sarılı değilse gerilme aktarımını döşemenin her bir ucundaki ankrajlarla sağlar. Eğer kablolar betonla sarılı ise kablo kılıfı içine enjeksiyon yapılarak kabloların betonla aderansı sağlanır. Bu ikinci yöntem döşeme inşaatında çok fazla kullanılmaz. Yerinde döküm döşemeler için ard germe işlemi öngerme işlemine göre daha pratiktir.

Öngerme çeliği betonarme çeliğinden farklıdır. Kabloların çoğu bir telin etrafına sarılmış altı tane çelik telden oluşur. Çelik tellerin akma sınırı yaklaşık 1860 MPa'dır. Öngerme kablosu beton kesit içinde düz bir şekilde ilerlemez. Eğilme momentlerini karşılamak için mesnet kısımlarda üstte yer alırken, açıklık ortasında kablo, kesitin alt kısmına doğru ilerler. Paspayı ile ilgili olarak daha önce anlatılanlar öngerme durumunda da geçerlidir. Öngerme uygulamasının normal donatıya göre en az dört üstünlüğü vardır.

- Birincisi daha az çelik kullanılır. Öngerme çeliğinin fiyatı aynı ağırlıktaki normal çelikten pahalı bile olsa, daha az çelik gerektirdiği için bu yüksek fiyat karşılanır.
- İkincisi, öngerme daha ince döşeme kalınlıklarına izin verir. Öngerme ile birlikte döşemenin tüm kalınlığı daha etkin olarak kullanılır.
- Üçüncüsü, öngerme çoğu çatlakları önler. Normal donatı çatlaklarını önlemez, sadece çatlaklar oluştuğundan sonra kalınlıklarını sınırlandırır. Öngerme ise betonu basınç altında tutarak çatlamaları önler.
- Dördüncüsü ise öngerme sehimlerin daha iyi kontrolünü sağlar. Çatlamalar daha iyi kontrol edilebildiği için sehimler de tahmin edilebilir [1].

2.4.3.10 Kalıp

Kalıp taze betonu destekleyen geçici bir yapıdır. Kalıp hakkındaki birçok karar yapımcıya bırakılır ancak tasarımcı bu konuyu ihmal etmemelidir. Tasarım aşaması sırasında kalıplara özen gösterilmesi daha iyi ve daha ucuz döşemelerin yapılmasını sağlayabilir.

Taban kalıbı döşeme plağının alt kısmını belirler. Bunlar taze beton ağırlığının tamamını destekleyecekleri için sağlam olmalıdırlar. Taşıyıcı görevlerinin yanında döşemenin alttan görünüşünü de belirler.

Yan kalıplar döşeme plağının kenarlarını belirler ve genellikle yapım derzleri oluşturmak için kullanılır. Bu kalıpların yüksek dayanımlı olmaları gerekmez. Ancak, bunlar döşemenin yüzey düzgünlüğü ve yapım derzlerinin kalitesi için oldukça önemlidir.

Kalıplar çok pahalı olabilir. Bazı uygulamalarda döşeme maliyetinin yarısından fazlasını oluşturabilir. Kalıpların sökülme zamanları konusu da önemlidir. Yan kalıpların sökülmesinin taşıyıcılık bakımından bir etkisi yoktur ancak taban kalıpları dikkatlice sökülmelidir. Taban kalıplarının yapısal etkileri vardır. Şartnameler, beton belirli bir dayanıma ulaşınca kadar taban kalıplarının sökülmemesini öngörür. Sehim ve çatlamaların denetim altına alınabilmesi için kalıpları daha geç sökmek yararlı olabilir.

Kaynaklar

1. Garber, G., Design and construction of concrete floors, Edward Arnold, London, 1991, 287p.
2. Farny, F.A., Concrete floors on ground, EB075, Portland Cement Association, Skokie, Illinois, 2001, 136p.
3. Concrete Society, Concrete industrial ground floors, Technical Reports 34, Concrete Society, London, 2003.
4. Chandler, J.W.E. and Neal, F.R., The design of ground-supported concrete industrial floor slabs, British Cement Association, Wexham Springs, 1988.
5. ACI, Committee 318, Building code requirements for reinforced concrete and commentary, ACI 318/318R, American Concrete Institute, Farmington Hills, Michigan, 1999.
6. ACI, Committee 302, Guide for concrete floor and slab construction, ACI 302. 1R, American Concrete Institute, Farmington Hills, Michigan, 1997, 64p.
7. Chandler, J.W.E., Design of floors on ground, Cement and Concrete Association, Wexham Spring, 1982.