

6.4 ZEMİNE OTURAN DÖŞEMELERDE ÇATLAK KONTROLÜ

Beton döşemeler çok değişik şekilde çatlayabilir ancak zemine oturan döşemelerde en çok görülen ve en çok sorun yaratan çatlaklar kuruma rötresi ve sıcaklık değişimine bağlı kılma sonucu oluşan çatlaklardır. Bu bölümde bu tür çatlaklara kısaca *çatlaklar* adı verilecektir.

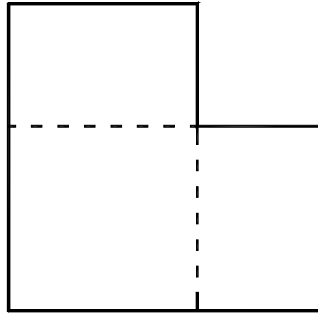
Asma döşemelerde de çatlaklar oluşur ancak yapı şartnameleri bu döşemelerin çatlaklara karşı yeterince donatı bulundurmalarını sağlar. Zemine oturan döşemeler ise yapı şartnamelerinde yoktur ve bazı döşemeler hiç donatı içermezler. Zemine oturan döşemelerde; derzlerle, donatılarla ve öngerme uygulanarak çatlaklar kontrol edilir. Derzlerle, çatlakların belirlenmiş noktalarda oluşmaları sağlanır. Donatılar ise çatlakları önlemez ancak genişliklerini sınırlandırır. Öngerme ise betonu basınç altında tutarak çatlakları önler. Bu yöntemler ayrı ayrı kullanıldığı gibi ilk iki önlem beraber de uygulanabilir [1-3].

6.4.1 Donatısız Derzli Döşemeler

Yük aktarımı veya derzlerin doldurulması gerekli değilse, inşaa edilmesi en ucuz döşemelerdir.

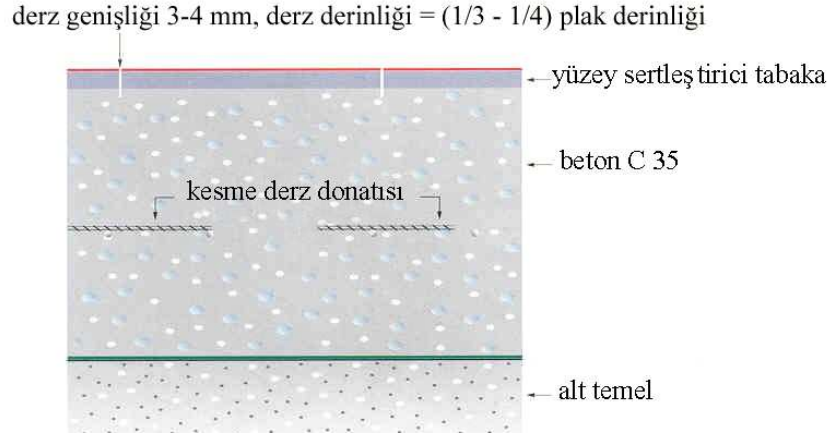
6.4.1.1 Derz yerleşimi

Derzler birbirine dik iki yönde, bir ağ şeklinde yerleştirilir. Çatlamayı kontrol edecek donatı bulunmadığı için derzler yeterince yakın yerleştirilerek rastgele çatlamalar önlenir. İngiliz Beton Birliği maksimum derz aralığı olarak 6 metreyi önermektedir. Amerikan uygulamasında ise derz aralıkları döşeme kalınlığının 36 katından fazla olamaz. Bazı tasarımlar ise 4 metrelik derz aralıklarını kullanmaktadır. Her iki yöndeki derz aralıkları yaklaşık eşit olmalıdır. Şekil 6.22’de görüldüğü gibi derz kesimleri zemin betonu içinde köşe oluşan yerlerde; diğer bir deyişle gerilme yığılmasının yüksek olduğu köşelerde oluşturulmalıdır [1].



Şekil 6.22 Bir zemin betonunda çatlamayı önlemek için içteki köşelerde iki tane çatlak kontrol derzi (kesme derzi) oluşturulabilir.

Şekil 6.23’de ise kesme derzlerinin açılacağı doğrultulara dik doğrultuda bağlantı donatıları konursa zemin plağının derinlik boyunca çatlamalar önenebilir.



Şekil 6.23 Açılan çatlak kontrol derzlerinin kesme derz donatıları yardımıyla açılmalarının önlenmesi

6.4.1.2 Derz türleri

Bu döşemeler genellikle hem yapım derzlerini hem de yalancı derzlerini içerir. Dar şerit dökümünde boyuna yöndeki derzler yapım derzleri iken diğer yöndeki derzler yalancı derzlerdir. Geniş şerit dökümünde ise her iki yöndeki derzler yalancı derzlerdir. Geniş olan dökümünde de tüm derzler yalancı derzlerdir. (Şekil 6.10, Şekil 6.11 ve Şekil 6.14)

6.4.1.3 Donatısız derzli döşemelerin üstünlükleri ve sakıncaları

Donatısız derzli zeminlerin üstünlükleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- donatı maliyeti yoktur,
- yapımı basittir,
- plastik oturma riski yoktur.

Bu zeminlerin sakıncaları ise şöyledir;

- rastgele oluşan çatlaklar kontrol edilemez,
- derzlerde yük aktarımını sağlamak masraflı olabilir,
- derzleri doldurmak pahalı olabilir,
- çok sayıdaki derz uzun dönemde bakım sorunları oluşturabilirler.

Bu tür döşemeler trafiğin az olduğu yapılarda uygundur. Ağır trafik yüklerinin etkisindeki yapılarda ise, derzlerin doldurulması ve bakımı nedeniyle donatısız döşemeler pahalıya malolabilir.

6.4.2 Sürekli Donatılı Derzsiz Zemin Betonları

Kullanılan donatılar oluşacak çatlakların küçük kalmalarını sağlar. Yapım ve izolasyon derzlerinden başka derz içermezler.

6.4.2.1 Donatı miktarı

Döşeme kesit alanının % 0,5 ila % 0,7'si kadar boyuna donatı miktarı beton yol inşaatlarında başarıyla kullanılmaktadır. Zemin beton plakları ise çok daha az sıcaklık değişimlerinin etkisinde kaldığı için sürekli donatılı bir zemin betonuna kesit alanının % 0,5 oranında donatı kullanmak güvenli bir yaklaşım olacaktır.

Kesitin %0,5 'i oranında donatı kullanmak küçük bir zemin plağı için çok fazla olabilir, bu nedenle uzunluğu 100 metreden az zeminler için donatı miktarını veren aşağıdaki bağıntı kullanılabilir;

$$Q_s = \frac{1,57FL}{f_y}$$

Burada Q_s : zemin kesit alanı yüzdesi olarak gerekli donatı miktarı,

F : zemin ile alt temel veya alt zemin arasındaki sürtünme katsayısı,

L : zemin uzunluğu (m),

f_y : donatı akma sınırı (MPa).

Sürtünme katsayısı döşeme altındaki malzemeye göre değişir. Aşağıdaki tabloda bazı malzemeler için sürtünme katsayıları verilmektedir.

Tablo 6.2 Döşeme ve alt temel veya alt zemin arasındaki sürtünme katsayısı (F)

Döşemenin hemen altındaki malzeme	Sürtünme katsayısı (F)
Polietilen örtü	0.5-0.9
Kum tabakası	0.7-1.0
Taneli alt temel	0.9-1.7
Plastik zemin	1.3-2.1

Zemin betonunun uzunluğu L , zeminin toplam uzunluğu veya büzülme (rötre) derzleri arası mesafeden küçük olmalıdır. L uzunluğu her iki yönde de ölçülmelidir.

Örnek: Döşeme genişliği: 30 metre, uzunluğu: 80 metre, beton 15 m genişliğinde iki şerit halinde dökülecek, ve şeritler arası derz yük aktarma çubuklu büzülme derzi olacak. Döşeme altına plastik örtü serilecek. Kullanılacak donatı: BÇ III çeliği olacaktır.

Verilen bu bilgilere göre bir yönde uzunluğu 80 m, diğer yönde serbest büzülme derzleri arası mesafesi 15 m olan iki plak vardır.

Tablo 6.2 den plastik örtü malzemesi için sürtünme katsayısı 0.9 olarak seçilebilir. BÇ III çeliği için akma dayanımı 420 MPa dır.

$$\text{Boyuna doğrultuda } Q_s = \frac{1,57 \times 0,9 \times 80}{420} = \%0,27$$

$$\text{Yanal doğrultuda } Q_s = \frac{1,57 \times 0,9 \times 15}{420} = \%0,05$$

Amerikan Beton Enstitüsü (ACI)'ne göre, hesap sonuçları daha az bulunsa bile donatılı zemin betonlarda, donatı miktarı hiçbir zaman 1,3 kg/m² den az olmamalıdır.

6.4.2.2 Donatı yerleşimi

Zemine oturan betonlarda donatı genellikle yüzeyin 50 mm altında yerleştirilir. Bu uygulama İngiliz Beton Birliği ve Amerikan Beton Enstitüsü tarafından önerilmektedir. Donatının yüzeye yakın yerleştirilmesinin nedeni yüzeydeki çatlak genişliğini sınırlandırmaktır. Amerikan Beton Enstitüsüne göre, döşeme içindeki donatı döşeme kenarına 50-150 mm mesafe kalana kadar devam eder.

6.4.2.3 Sürekli donatılı zeminlerin üstünlükleri ve sakıncaları

Sürekli donatılı zeminler şu yararları sağlar;

- zemin çok az derzle yapılabilir,
- kenar ve köşe yüklerden kaçınılarak yapısal tasarım basitleştirilebilir ve daha ince bir plak kullanılabilir,
- uzun dönemli bakım maliyetleri birçok derz içeren bir zemine göre daha düşüktür.

Bu döşemelerin sakıncaları ise;

- donatısız döşemelere göre inşaatı daha zordur.
- donatı maliyeti vardır.
- çatlak oluşumları estetik sorunlar yaratabilir.

6.4.3 Donatılı Derzli Zemin Betonları

Donatısız zemin betonlarında çatlaklar sadece derzlerle, donatılı zemin betonlarındaki çatlaklar ise sadece donatı ile kontrol edilir ancak tasarımcıların çoğu bu iki yöntemin bir karışımını kullanır. Zemine oturan bir döşeme çatlak kontrolü için hem derz, hem de donatı içerir.

6.4.3.1 Nominal donatı

Bazı tasarımcılar donatısız bir zemin döşemesine göre derz dağılımı yapıp ardından çok küçük bir miktar donatıyı çatlaklara karşı önlem olarak projeye dahil eder. Bu kadar az miktardaki donatının çatlaklar üzerinde belirgin bir etkisi olması beklenemez.

6.4.3.2 Daha büyük derz aralıklarına olanak veren donatı

Derz sayısını azaltmak için donatı kullanmak iyi bir yaklaşımdır. Çatlakları kontrol etmek için donatı kullanarak 10 metreye kadar kısalma derz aralıkları uygulanmaktadır. Donatı miktarı yukarıda sürekli donatılı derzsiz döşemeler bölümünde verilen formülден hesaplanabilir.

6.4.3.3 Çelik tel donatılı zemin betonları

Derzler arasındaki mesafeyi arttırmak için lifler kullanılabilir. İki temel lif türü vardır; çelik tel ve polipropilen lifler.

Polipropilen liflerin beton dayanımına etkileri yoktur. Ancak, bu lifler plastik haldeki betonun çatlamasını kontrol etmede yardımcı olurlar.

Çelik lifler, çeşitli çap ve uzunluklarda, uçları genelde kancalı tellerdir. Bu lifler, zemine oturan döşeme betonlarında oldukça önemli olan eğilme dayanımına büyük etki yaparlar. Eğilme dayanımındaki büyük artışla birlikte tasarım yükleri artırılabilir veya daha ince plak kalınlığı mümkün olur. Ancak, eğilme dayanımlarındaki bu artış kiriş eğilme deneyleriyle kontrol edilmelidir. Çelik lif kullanılarak derz aralıklarını genişletmek mümkündür. Lifler geleneksel donatı yerine kullanıldığında bu betonu yerleştirmek daha kolaydır. Daha detaylı bilgiler Bölüm 3, 7 ve 9'da verilmektedir.

6.4.3.4 Donatılı derzli zeminlerin üstünlükleri ve sakıncaları

Çok yaygın olan bu zemin türü, zemine oturan beton plaklar için standart uygulama olarak kabul edilebilir. Bu tür zeminlerin iki temel üstünlüğünün olduğu söylenebilir; birincisi derz sayısı azaltılabilir, ikincisi ise bu tür yapım şekliyle kullanıcıların döşemenin çatlamayacağını düşünmeleridir. Bu döşeme türünün sakıncası ise artan işçilik ve malzeme maliyetleridir, ayrıca derzlerin bakımı da gereklidir.

6.4.4 Öngerme

Bu işlem, kuruma rötresi veya ısıl kısalma yapmadan önce döşemeye basınç gerilmesi uygulanarak sonradan çekme gerilmeleriyle oluşacak çatlakların önlenmesidir.

Döşeme yük taşımaya başlamadan önceden basınç kuvveti uygulaması iki şekilde olabilir; genleşen çimento kullanılması veya döşeme betonu döküldükten sonra ardgerme uygulanmasıdır. Ardgerme uygulanması zayıf zemine oturan küçük boyutlu döşemeler için Amerika'da kullanılmaktadır. Bu uygulamada detaylara ayrı bir özen gösterilmelidir [1, 2].

6.4.5 Alt Zemin ve Plak Arasındaki Sürtünme

Çatlak kontrolündeki önemli etkenlerden birisi beton plak ile plağın hemen altındaki yüzey arasındaki sürtünmedir. Sürtünme azaltılabilirse çatlama da azaltılabilir. Düşük bir sürtünme katsayısı şu yararları sağlar;

- donatısız döşemelerdeki rastgele çatlak oluşumu azalır.
- donatılı döşemelerdeki donatı miktarı azalır.

Döşeme altında kullanılan malzemeler için sürtünme katsayıları Tablo 6.2 de verilmiştir. Polietilen örtü malzemeler en düşük sürtünme katsayısına sahiptir. İki

kat polietilen örtü kullanılarak sürtünme katsayısını daha da düşürmek mümkündür. İki katlı plastik örtünün düzgün olması durumunda 0.4 gibi düşük bir sürtünme katsayısı elde etmek mümkündür. Düşük bir sürtünme katsayısı elde etmek için işçilik önemlidir. Sıkıştırması yetersiz bir zemin, hangi malzemeden yapılmış olursa olsun sürtünme katsayısı daha yüksek olur. Burada söz konusu edilen, kalınlığı yeterli olan yüzen döşemedir, kalınlığı düşük yapıştırma şapı değildir.

Kaynaklar

1. Garber, G., Design and construction of concrete floors, Edward Arnold, London, 1991, 287 p.
2. Farny, J.A., Concrete floors on ground, EB 075, Portland Cement Association, Skokie, Illinois, 2001, 136 p.
3. The Concrete Society, Concrete industrial ground floors - A guide to design and construction, Technical Report 34, Third Edition, Berkshire, 2003 139 p.
4. ACI, Committee 302, Guide for concrete floor and slab construction, ACI 302.1R, American Concrete Institute, Farmington Hills, Michigan, 1997, 64 p.
5. The Concrete Society, Concrete Industrial ground floor, Technical Report 34, Concrete Society, London, 1987, 104 p.
6. CEB, Durable Concrete Structures, Thomas Telford, London, 1992.
7. Taşdemir, M.A., Lydon, F.O., and Barr, B.I.G., Tensile strain capacity of concrete, Magazine of Concrete Research, Vol. 48, 1996, pp.211-218.
8. Kosmatka, S.H., Panqrese, W.C., Gissing, K.D., and Maclead, N.D., Design and control of concrete mixtures, Sixth Canadian Edition, Canadian Portland Cement Association, Ottawa, 1995, 221p.