

5.7.7 Gerekli Yüzey Düzgünlüğünün Belirlenmesi

Gerekli yüzey düzgünlüğünün belirlenmesi için birçok yöntem vardır, düzgünlüğün belirlenmesi için aşağıdaki adımlar izlenebilir.

1. Döşemeyi etkileyecek trafiğin rastgele trafik veya belirli trafik olduğuna karar verilir. Rastgele trafik ise 2. adıma, belirli trafik ise 6. adıma geçilir.
2. Tablo 5.3 de F sayıları belirlenir. Zemine oturan döşemeler için F_F ve F_L belirlenirken, asma döşemeler için F_F sayısı belirlenmesi yeterlidir.
3. Kullanılacak ekipmanların istenen F sayı şartlarını sağlayabileceği kontrol edilir.
4. ASTM E 1155'e göre ölçümler belirlenir.
5. 9. adıma geçilir.
6. Tablo 5.4 den veya Teknik Rapor 34 ten yüzey düzgünlük sınıfı seçilir.
7. Kullanılacak ekipmanların döşeme ile ilgili sınır değerleri için uygun olduğu kontrol edilir.
8. Teknik Rapor 34 e göre ölçümler belirlenir.
9. Yüzey düzgünlüğü ile ilgili sınır değerlerin döşeme tasarımının diğer yönleri ile ilgili adımları kontrol edilir.

5.8 AŞINMA DİRENCİ

5.8.1 Aşınma Direncine Geleneksel Yaklaşım

Bu yaklaşımda performans belirlenmesinden çok yöntem belirlenmesi esas alınmıştır. Geleneksel yaklaşımda hedef, aşağıda belirtilen faktörlerden bir veya birkaçını kontrol ederek aşınma direncini sağlamaktır:

- betonun basınç dayanımı,
- su-çimento oranı,
- kür,
- son düzeltme yöntemleri.

Bu dolaylı yaklaşım bazen oldukça olumlu sonuçlar vermesine karşın aynı zamanda risklidir. Aşınma direncini etkileyen pek çok faktör vardır ve bunların tümünü kontrol altında tutacak bir şartname yaratmak oldukça güçtür.

Aşınma direncinin özellikle önemli olduğu durumlarda, genellikle geleneksel yaklaşımla (toping, kaplama veya sertleştiriciler gibi) yüzey işlemleri belirlenir. Bu işlevi yerine getiren pek çok ürün mevcuttur ve bunlar aşağıdaki gruplar içinde toplanabilir [1].

- yüksek mukavemetli toplingler (genellikle mukavemeti yüksek normal betondan yapılır, fakat bazen epoksi betonu veya diğer malzemeler de kullanılabilir),
- serpme son düzeltmesi (metal veya ametal),
- reçine kaplamaları,
- yüzey sertleştiricileri (betonla reaksiyona girerek yüzeyi sertleştiren kimyasallar).

Yüzey işlemesi genellikle başarılıdır; ancak burada başarı ile kastedilen aşırı derecedeki aşınmanın engellenmesidir. Bu yaklaşımın da ciddi sakıncaları vardır. Bunlardan en

önemlisi maliyettir. Gerçekten etkili olan yöntemlerin uygulanmasının maliyeti yüksektir. Bazı durumlarda bu yüksek maliyetin haklı nedenlerle olduğu kabul edilebilir. Ancak, pek çok durumda iyi kontrol edilmiş normal beton da aynı işlevi görür.

Bir başka sakınca da yüzey işleminin yüzey aşınması dışındaki nedenlerle zarar görmesidir. Topingler ve reçine kaplamaları, bunların altında bulunan beton ile yeterli bağı sağlayamayabilir. Serpme son düzeltmesinin uygulanması zordur. Bir yüzey işleminin başarısız olması, yalın betonun normal aşınmasından çok daha kötü sonuçlar verir.

Tüm bu yöntemlerin paylaştıkları ortak bir problem vardır; bu da yüzeyin aşınma direnci ile kullanıcının ihtiyaçları arasında bir paralellik kurulamayışıdır. Yüzeyin aşınma direncinin çok düşük olması durumunda, zamanından önce aşınması söz konusudur; çok yüksek olması durumu ise maliyetin beklenenin çok üzerine çıkmasına neden olur. Buna çare olarak geleneksel yöntemlerin iyileştirilmesi değil, yöntemi belirleyerek aşınma direncini kontrol altında tutma fikrini tümüyle terk etmek yoluna gidilmesidir. Yapılması gereken, aşınma direncinin belirlenip bunun tamamlanmış yüzeye uygulanan aşınma deneyleri ile desteklenmesidir [1, 2].

5.8.2 Aşınma Direncinin Sınıflandırılması

Aşınma direnci İngiltere ve Amerika'da değişik şekillerde sınıflandırılır. Her iki yöntem de tümüyle yeterli kabul edilemez, çünkü her ikisi de söz konusu yüzeyin sınıfının belirlenmesi için bir deney yöntemi içermemektedir. Ancak İngiliz ve Amerikan sınıflandırmaları uygun bir deneyle birleştirildiğinde etkili sonuçlar vermektedir [1-4].

5.8.2.1 BS 8204 sınıflandırması

Bu yöntemde beton yüzeyler beş sınıfa ayrılarak incelenir. Çoğu beton yüzeyler AR sınıflarına dahildir; Tablo 5.11'de verilen AR1 (çok yüksek aşınma direnci); AR3 (iyi düzeyde aşınma direnci) aralığı içindedir.

Özel olarak adlandırılan kategori, normalin çok üzerinde aşınma direnci gerektiren döşemeler içindir. Özel döşemelerin çoğu, yoğun endüstriyel ortamlarda kullanılır.

Nominal olarak adlandırılan kategori ise, az miktarda aşınmaya maruz kalan zemin betonları içindir. İngiliz standardının bir parçası değildir ancak BS 8204 sınıflandırmasının oluşturulmasını sağlayan CCA (Cement Concrete Association'ın günümüzdeki adı British Cement Association)'ın orijinal önerisinde mevcuttur. Bu kategori, binanın bitmiş halinde aşınmaya maruz kalmamasıyla beraber, inşaat sırasında oluşan trafik nedeniyle orta derecede aşınma ile karşı karşıya olan döşemeler içindir.

Bu sınıflandırmanın kullanımı kolaydır ancak bir risk taşımaktadır. BS 8204, aşınma direnci için bir metod belirlemektedir; bir performans belirlenmesi değildir. Her zemin betonu gerekli görülen çeşitli özellikleri içerir, bunlar: i) beton mukavemeti, ii) minimum çimento miktarı, iii) agrega tipi, ve iv) son düzeltme yöntemidir. Söz konusu risk ise üreticinin tüm bu gereklilikleri yerine getirmesine rağmen düşük aşınma dirençli bir zemin betonu elde edebilme olasılığının oluşudur.

Tablo 5.11 Aşınmaya bağlı olarak zemin betonu sınıfları (İngiliz sınıflandırılması)

Özellik	Döşeme Sınıfı				
	Özel	AR1	AR2	AR3	Nominal
Aşınma direnci derecesi	Aşırı yüksek	Çok yüksek	Yüksek	İyi	Nominal
Aşınan maksimum derinlik* (mm)	0,05	0,10	0,20	0,40	0,80
Tipik kullanımı	Çok yoğun kullanımdaki fabrikalar	Yoğun kullanımdaki fabrikalar ve depolar	Orta yoğunlukta kullanılan fabrikalar ve depolar	Az kullanılan fabrikalar ve depolar	İnşaat trafiğine maruz kalan alanlar
Maruz kalınan tipik trafik	Ağır yüklü çelik tekerlekler; darbe ve sürüklenme yükleri	Çelik tekerlekler ve darbe	Hafif yüklü çelik tekerlekler ve sert plastik tekerlekler	Lastik tekerlekler	Lastik tekerlekler ve yürüyüş trafiği
Beton basınç dayanımı	Özel karışımlar	60 MPa	50 MPa	40 MPa	40 MPa
Minimum çimento miktarı	Özel karışımlar	475 kg/m ³	400 kg/m ³	325 kg/m ³	325 kg/m ³
İnce agrega	Özel karışımlar	Standarta uygun doğal kum, ancak yumuşak kalker veya kumtaşı olmamalı		Standarta uygun doğal kum	Özel talep yok
Son düzeltme	Özel karışımlar	Düzensiz mala düzeltmesi	Düzensiz mala düzeltmesi	Düzensiz mala düzeltmesi veya erken yaş zımparalanması	Mala düzeltmesi veya erken yaş zımparalanması

* Chaplin aşınma deney aleti ile uygulanan standard deneyden elde edilmiştir.

Aşınma deneyleri içeren bir performans kriteri bu riski ortadan kaldırabilir ve BS 8204 sınıflandırmasını deneylerle birleştirmek kolaylaşır. Bu sınıflandırma, Chaplin aşınma deney aleti ile uygulanan aşınma deneylerine dayandırılmaktadır.

5.8.2.2 ACI 302 sınıflandırması

Amerikan sınıflandırması, İngiliz sınıflandırmasından oldukça farklıdır. ACI 302, yedi döşeme sınıfı tanımlar. 1-5 arasındaki sınıflar tek seferde tamamlanan döşemeler içindir. Listeleyen artan trafik miktarına göre sıralanarak yapılmıştır. Örneğin Tablo 5.12'de verilen Sınıf 1, hafif yaya trafiği için; Sınıf 5, yaya ve tekerlek aşındırması içindir. Sıralamada İngiliz uygulamasının tam tersi söz konusudur; düşük sınıf numarası daha yüksek aşınma direnci anlamına gelmektedir. Sınıf 6 ve 7 iki aşamada uygulanan döşemeler içindir. Bu son iki sınıfın, 1-5 sınıflarından daha çok aşınma direnci gerektirmesi şart değildir [1].

Farklılıklarına rağmen, hem İngiliz hem de Amerikan sınıflandırmaları metod belirleyici özelliklerinden kaynaklanan aynı problemlere sahiptirler. ACI 302 her sınıf döşemeye özel

bir yüzey düzeltme metodu önermektedir ve tasarımcıya beton karışımını tayin ederken döşeme sınıfını göz önünde bulundurmasını tavsiye etmektedir. Ancak, bu şekilde tamamlanan döşemenin belirli bir aşınma dayanımına ulaşmasını garanti etmek çok zordur. Tam olarak etkili olabilmesi için ACI 302 sınıflandırması, aşınma deneyleri ile birlikte gözönüne alınmalıdır. Pek çok Amerikan aşınma deneyi standartları olmasına rağmen, bunlar ACI 302'ye entegre edilmemiştir [1-4].

Tablo 5.12 Chaplin aşınma deney aleti esasına ve etkiyen trafiğe göre izin verilebilen aşınma derinliği (Amerikan sınıflandırılması)

Sınıf	Maruz kaldığı trafik	Kullanımı	Maksimum aşınma derinliği* (mm)
1	Hafif yaya	Konutlar veya karoyla kaplı mekanlar	0,80
2	Yaya	Ofisler, okullar ve hastaneler	0,80
3	Yaya ve hafif tekerlekler	Garajlar ve araba alanları	0,40
4	Yaya ve tekerlekler	Hafif yoğunlukta endüstriyel ve ticari alanlar	0,20
5	Yaya, tekerlekler ve yıpratıcı aşınma	Endüstriyel alanlar ve monolitik topingler	0,10
6	Yaya ve sert tekerlekler	Ağır endüstri için bağlantılı topingler	0,05
7	Sınıflar 3,4,5,6	Bağlanmamış topingler	0,40 – 0,05

* Chaplin aşınma deney aleti ile uygulanan standard deneyden elde edilmiştir

5.8.3 Aşınma Direncinin Deneysel Yolla Bulunması

Yıllar içinde aşınma direncinin deneysel yolla elde edilmesi için pek çok değişik alet kullanılmıştır. Tüm bu deney aletleri araştırma amaçlı olarak üretilmiştir, sahada ölçüm yapmada kullanılan standard aletler değildir. Bunlardan pek çoğu ulusal standard deneylerde kullanılır. ASTM C 779 “yatay beton yüzeylerin” aşınma direncinin test edilmesi için üç prosedür tanımlar. Prosedür A’da silikon karbid ağı, dönen diskler kullanılır. Prosedür B’de çelik tekerlekler; Prosedür C’de bilyeli aşındırıcılar kullanılır. Her üç prosedürde de aşınma öncesi ve sonrası yapılan derinlik değişimi okumaları ile aşınma miktarı belirlenir.

Aşınma ile ilgili diğer bazı ASTM deneyleri de döşemeler için uygun değildir. ASTM C 944-80’de çelik tekerleklerle kontrollü aşınma yaratan başka bir alet tanımlanmaktadır. Bu yöntem çoğunlukla deney numuneleri gibi ufak boyutlu beton numunelere uygulanır. ASTM C 418 beton yüzeyleri kumlamayla test etme yöntemini açıklar.

5.8.3.1 Chaplin aşınma deney aleti

İngiliz Standard deneyinin eksikliği nedeniyle, CCA (günümüzdeki adıyla BCA), döşemelerin aşınma direncini ölçmek için yeni bir alet geliştirmiştir. Bu alet, önceleri beton teknolojisi literatüründe “Hızlandırılmış Aşınma Aleti” olarak bilinmektedir. 1980’lerin başında ve ortalarında geliştirilmiş ve şu anda Chaplin aşınma aleti adıyla ticari olarak mevcuttur. Deneyde, endüstriyel araçların neden olduğu aşınmaya benzer bir

aşınmayı sağlayabilmek için dairesel yollar üzerinde hareket eden çelik tekerlekler kullanılmaktadır. On beş dakikalık bir deneyde, tekerlekler halka şeklinde bir aşınma izi oluştururlar. Bir derinlik ölçer yardımıyla aşınma izinin deneyden önceki ve sonraki derinliği belirlenir. Standard bir deney, döşemenin değişik yerlerinde yapılan üç adet on beş dakikalık deneyden oluşur.

Aşınmanın derinliği milimetrenin yüzde biri ile ifade edilir. Yüksek değerler düşük aşınma direncinin göstergesidir. Çoğu beton döşemede 0,05-1,00 mm arasında aşınma derinliği oluşur.

Chaplin deney aleti İngiliz standardının bir parçası olmamasına karşın BS 8204'deki aşınma direnci sınıflandırmasında kullanılmıştır (Tablo 5.12) Resmi statüde bir deney olmaması, Chaplin aşınma deneyi, aşınma direncine bağlı olarak performans belirlenmesinde kullanılan en iyi yöntemdir. İngiltere ve Amerika'da uygulanmaktadır.

Deneyde birkaç sınırlandırma mevcuttur. Yuvarlanan tekerlekler söz konusu olduğu için aşınmanın esas nedeninin tekerlekli trafik olduğu döşemelerde kullanılması daha uygundur. Deney, ayrıca kayma aşınması ve yıpratıcı aşınmaya maruz kalan döşemelerde de kullanılabilir. Döşemelerin çoğu zaten bu kategoriler dahilindedir, ancak dahil olmayan döşemeler de mevcuttur. Chaplin deneyi; yüzeyi aşınmasının başlıca nedeni darbe, korozyon veya hareketli sıvıların neden olduğu erozyon olan döşemelere uygun olmayabilir.

Bir başka sınırlandırma da deneyin çok fazla sert olan döşemelerde yeterince aşınma oluşturamamasıdır. Bazı özel sınıftaki döşemelerde sadece 0,01 mm civarında aşınma derinliği oluşmuştur, bu da deney hassasiyetinin sınırındadır. Bu nedenle de deney, aşınma direnci çok yüksek iki döşemenin birbiriyle karşılaştırılmasında çok başarılı değildir. Bu sınırlandırmayı aşmak için iki yol izlenebilir. Birincisi, deneyin süresini 15 dakikadan 30 dakikaya uzatmaktır. Diğer bir yol ise düzgün yüzeyli tekerlekleri dişli tekerleklerle değiştirmektir. Belirtilen her iki yol da standard deney olarak uygulanmadan önce daha fazla araştırma ile desteklenmelidir.

5.8.4 Aşınma Dayanımının Belirlenmesi

Chaplin deney aletini kullanarak aşınma direnci için performans belirleme yapmak oldukça kolaydır. Çoğunlukla sadece iki adımda bu sağlanabilir:

- 1) BS 8204 veya ACI 302'de, bir zemin betonu sınıfının seçilmesi,
- 2) Tablo 5.1'de belirtilen, 28 günlük veya daha ileri yaştaki bir zemin betonunun 15 dakika Chaplin deneyine maruz kalması durumunda izin verilen maksimum aşınma derinliğinin belirlenmesi.

Hiçbir standard sınıfa dahil olmayan zemin betonlarında ise benzer zeminler için belirtilen aşınma derinliğinin kabul edilmesi uygundur.

Maksimum aşınma derinliği en az 28 günlük beton için ifade edilmiştir. Çünkü, betonun yaşı arttıkça mukavemeti ve buna bağlı olarak aşınma direnci artar. Beton mukavemeti standard olarak 28 günlükken ölçülür, aynı yaklaşım aşınma deneyleri için de uygundur. Bazen döşeme işlemi çok ileri seviyelere ulaşıp tamamlanmadan problemlerin tespit edilip önlenmesi için 28 günden önceki yaşlarda da deney uygulanır.

5.8.5 Aşınma Dayanımını Etkileyen Faktörler

Tasarımcılar, performans belirlenmesi yaklaşımını kullandıkları takdirde aşınma direncini etkileyen her detay ile ilgilenmek zorunda değildir. Sadece temel faktörler hakkında bilgi sahibi olup, belirlenme sırasında değişik parçaların birbiriyle çelişmesini engellemekle yükümlüdürler.

Chaplin deney aleti ve diğer deney aletleri ile sürdürülen araştırmalara dayanarak, aşınma dayanımını etkileyen en önemli faktörlerin, i) son düzeltme yöntemleri, ii) ince agrega, iii) kür, ve iv) bazı yüzey işlemleri olduğu söylenebilir. Betonun dayanımı ve iri agreganın sertliği daha az önem taşımaktadır [1].

Burada, aşağıdaki faktörler incelenmektedir [1, 2]:

- Betonun basınç mukavemeti,
- Son düzeltme yöntemleri,
- İnce agrega,
- İri agrega,
- Serpmeli son düzeltmeler,
- Yüzey sertleştiricileri,
- Reçine kaplaması,
- Kür,
- Karbonatlaşma.

5.8.5.1 Betonun basınç mukavemeti

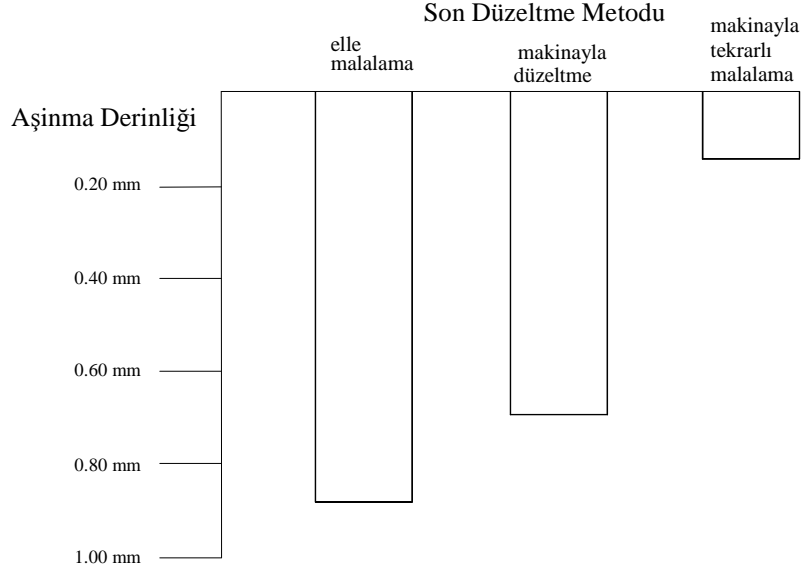
Betonun basınç mukavemetinin aşınma dayanımında önemli bir faktör olduğu bilinmektedir. Hatta bazı tasarımcılar tarafından tek faktör olarak kabul edilir. Beklenmedik bir şekilde, araştırmalarda beton mukavemeti ve tamamlanmış döşemenin aşınma direnci arasında özellikle çok güçlü bir bağlantı bulunamamıştır. Buradaki problem aşınmanın döşeme yüzeyinde gerçekleşmesi ve bu yüzeyin, altındaki betondan çok daha güçlü veya zayıf olabileceğidir. Normal mukavemet sınırları (25-40 MPa) içindeki bir betonla üretilmiş döşemeler Nominal'den Özel'e kadar her aşınma direnci sınıfında olabilir.

5.8.5.2 Son düzeltme yöntemleri

Son düzeltme yöntemleri çoğunlukla beton mukavemetinden daha önemlidir. Pek çok zemin betonu yapımcısı betonun üst yüzeyinin tekrarlı malalamayla yoğunlaştırılabildiği inancındadır. Bu, doğru kabul edilebilir. İngiltere'de yapılan aşınma deneylerinde makinayla uygulanan tekrarlı malalama ile yine makine ile perdahlama (helikopter uygulaması) uygulanmış döşemeler karşılaştırılmıştır. Makinayla malalama uygulanmış döşeme üç kat daha fazla aşınma direncine sahiptir (Şekil 5.20). Amerikan deneylerinde de tekrarlı malalamanın faydaları daha az olmakla beraber tespit edilmiştir.

Son düzeltme yöntemleri önemli olmakla beraber, uygulayıcının yeteneğine çok bağlı olduğu için belirlenmesi güçtür. Her malalamanın süresi önemlidir fakat önceden belirlenmesi mümkün değildir. En iyi uygulama, tamamlanmış yüzeyin ulaşması gereken aşınma direncini belirleyip, uygulanacak düzeltme yönteminin seçimini uygulayıcıya bırakmaktır.

Ancak tasarımcılar, başarısız son düzeltme uygulanmış bir döşemenin iyi malalanmış bir döşemeden çok daha düşük bir aşınma direncine sahip olduğunu bilmelidir. Başarısız bir son düzeltme BS 8204'teki sınıflardan sınıf AR2 veya daha iyi bir sınıfa dahil edilmemelidir [1].



Şekil 5.20 Son düzeltme yönteminin aşınma direncine etkisi

5.8.5.3 İnce agrega

İnce agreganın önemli bir etkisi olduğu belirtilmiştir. Yapılan bir çalışmada, kırma kalker taş tozu değişik tipte doğal kumlarla karşılaştırılmıştır. Chaplin deney aleti ile sürdürülen testlerde, kırmataş incesi ile üretilen döşemelerde doğal kumlara göre üç kat daha fazla aşınma derinliği oluşmuştur.

Ancak aynı çalışmada, aşınma direnci ve ince malzemenin boyutu arasında bir bağıntı kurulamıştır. Kırma kalker taşının verdiği kötü sonuçlardan yola çıkarak ince malzemenin şeklinin daha önemli olduğu öne sürülmüştür.

BS 8204'te Sınıf AR1 ve daha yüksek sınıflardaki döşemeler için doğal kum kullanımının gerekliliği belirtilmiştir. Kırma bir kumun iyi sonuçlar vereceği testlerle belirlenmediği takdirde BS 8204'te belirtilen bu kural uygulanmalıdır.

5.8.5.4 İri agrega

Genel kanıya göre sert agregaların, zemin betonlarının aşınma direncini arttırdığı iddia edilir. Ancak araştırmalar bunu desteklememektedir. Aşınma deneylerinde, yumuşak ve sert

iri agrega ile üretilmiş benzer betonlar arasında hiçbir belirgin fark tespit edilmemiştir. Buradaki problem (beton mukavemeti ile ilişkide de olduğu gibi) döşemenin yüzeyi ile altındaki betonun farklı oluşudur. Normal son düzeltme metodlarında iri agrega alta itilerek yüzeyde harçtan oluşan bir tabaka oluşturulur. Bu nedenle de aşınmaya direnç gösteren iri agrega değil, harçtır. İri agrega, harç tabakası tahrip olduktan sonra aşınma direncinde etkin hale gelir ancak bu durumda döşeme pek çok kullanıcıya göre zaten özelliklerini kaybetmiştir.

5.8.5.5 Serpme son düzeltmeleri

Serpme son düzeltmeleri aşınma direncine olan etkilerine göre farklılıklar gösterirler ve iki şekilde bulunurlar: ametal ve metal. Ametal serpmeler mineral agregalardır (genellikle korund ve/veya kuvarz). Metal serpmeler ise metal parçacıklardan oluşur (genellikle demir). Ametal olanlar daha ucuz olmalarına karşın çok daha az etkilidirler. Araştırmalarda kırılğan mineral agregalardan çok az fayda sağlanabileceği tespit edilmiştir. Bu serpmeler döşeme yüzeyinde çimento yönünden zengin bir harç oluştururlar ancak iyi uygulanmış bir son düzeltmeyle yalın betona da bunu sağlamak mümkündür.

Buna karşın, metal serpmeli son düzeltmeler yalın betonun aşınma direncinden birkaç kat fazla direnç sağlar. Chaplin deneyinde, metal serpmeli zemin betonları 0,01 mm den daha küçük aşınma derinliği vermiştir.

Bu sonuçlar nedeniyle metal serpmeler tercih edilen bir son düzeltme tipidir ancak bazı sakıncaları vardır. En önemli sakınca hem malzeme hem de işçiliğin maliyetinin yüksek oluşudur. Diğer bir sakınca serpmenin uygulamasının iyi işçilik gerektirmesidir. Eğer malzeme iyi bir zamanlamayla uygulanmazsa ve iyi yerleştirilemezse betonla olan bağlantısı başarısız olabilir. Bunun sonucu da hiç serpme kullanılmayan bir yüzeyden çok daha kötü olur. Bir diğer sakınca da serpmeli son düzeltme yapılan bir yüzeyin daha az düz oluşudur [1-3].

Tüm bu sakıncalarına karşın, metal serpmelerin normalin üstünde aşınma direnci gerektiren döşemelerde kullanımı çok fayda sağlayabilir. Aşınma direnci açısından bakıldığında, BS 8204 sınıf AR1 ve daha altındaki sınıflar için metal veya ametal serpme uygulaması gerekli olabilir.

5.8.5.6 Yüzey sertleştiricileri

Yüzey sertleştiricileri genellikle tuzlardır. Tipik olarak suda çözülmüş sodyum silikat veya magnezyum florosilikat kullanılır. Aşınma dayanımı üzerinde az miktarda fakat ölçülebilir etkileri vardır. Örneğin bir deneyde, silikat sertleştiriciler iyi kürlenmemiş bir döşemenin aşınma direncini %15-35 oranında iyileştirmiştir.

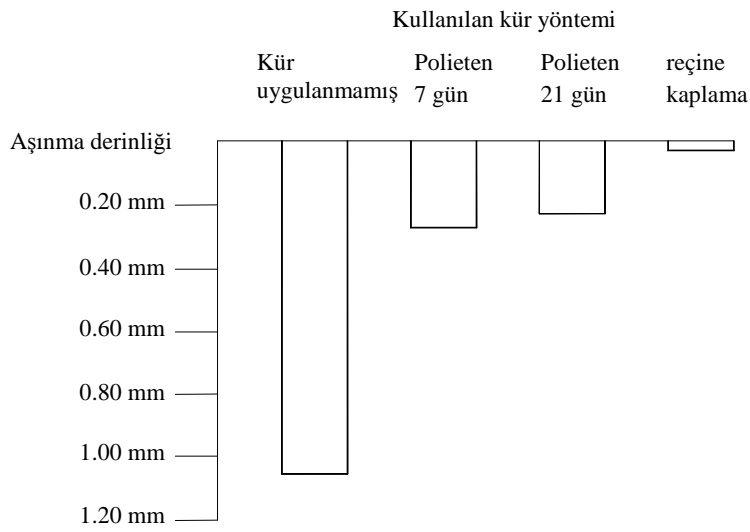
Sertleştiricilerin maliyeti düşüktür ve orta seviyede bir aşınma direnci iyileştirmesinin gerekli olduğu durumlarda kullanılabilir. Örneğin 0,23 mm aşınma derinliği veren bir zemin betonun, standardın maksimum 0,20 mm' ye izin verdiği bir durumda silikat sertleştirici ile uygun dirence ulaştırılabilir. Ancak, daha fazlası beklenmemelidir.

5.8.5.7 Reçine kaplaması

Bu uygulamada polimer reçinesinin döşeme yüzeyinin içine işlemesi sağlanır. Epoksi, poliüretan ve benzeri ticari ürünler mevcuttur. Bazı kaplamalar aşınma deneylerinde çok iyi sonuçlar verirler. Örnek olarak bir deneyde, nem kürü ile birlikte uygulanmış poliüretan kaplama, döşemeyi nominal veya daha aşağı sınıflardan AR2'ye yükseltmiştir. Reçine kaplamaları iki sakıncanın varlığı dışında yararlıdır. Birincisi, bu ürünlerin maliyetinin yüksekliğidir. İkincisi ise yanlış uygulandıkları takdirde yüzeyden soyulmalarıdır.

5.8.5.8 Kür

Kürün aşınma direnci üzerindeki etkisi büyüktür. İngiltere'de yapılan çalışmalar, polietilen örtü kullanılarak kürlenmiş bir zemin betonun aşınmaya karşı, hava kürü uygulanmış bir zemin betonundan çoğu kez daha dirençli olduğu gösterilmiştir (Şekil 5.21). Amerika'da da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Bazı kür bileşenleri çok iyi deney sonuçları vermiştir. Burada çifte etki söz konusudur; nemi korumanın dışında, bu bileşenin betondaki gözenekleri doldurması ile yüzey daha dirençli hale gelir. Kür, tüm beton döşemeler için önemlidir fakat minimum aşınma direncinden daha fazla aşınma direnci gerektiren döşemelerde özellikle önem taşır [1].



Şekil 5.21 Kürün aşınma direncine etkisi

5.8.5.9 Karbonatlaşma

Karbonatlaşma yeni üretilmiş bir döşemeye zarar verebilir. Havadaki karbondioksitin taze betonla reaksiyona girmesi ile oluşur. Genellikle sebep, hava çıkışı olmayan ısıtıcılardır. Bu konuda aşınma deneyi kaydı yoktur. Bazı kür metodlarında karbondioksiti uzak tutmak denir, ancak uygun çözüm, hava çıkışı olmayan ısıtıcılardan ve diğer karbondioksit kaynaklarından uzak durmaktır.

Söz edilen erken karbonatlaşma sertleşmiş betonda görülen uzun zamanda oluşan karbonatlaşmadan farklıdır. Erken karbonatlaşma her zaman zararlıdır, ancak uzun zamanda oluşan karbonlaşma beton yüzeyini biraz sertleştirebilir.

5.8.6 Aşınma Direncinin Geliştirilmesi

Mevcut bir döşemenin aşınma direncinin geliştirilmesi için pek çok yöntem vardır fakat bu yöntemler her zaman geçerli değildir. Aşağıdaki yöntemler incelenecektir[1]:

- zımparalama,
- geç kür,
- yüzey işlemesi,
- toplingler,
- temizlik.

5.8.6.1 Zımparalama

Zayıf aşınma direncinin nedeni genellikle betondan daha zayıf yüzeylerdir. Bu; kötü uygulanmış son düzeltme, kür eksikliği veya erken yaşta maruz kalınan donma sonucunda olur. Döşemenin direncini arttırmak için uygulanan bazı yöntemler de buna sebep olabilir. Örneğin, serpmeli son düzeltme yanlış bir zamanlamayla uygulandığında, kullanım sırasında zarar gören, bağlantısı olmayan ince bir tabaka oluşur.

Yüzeyin zayıf olduğu durumlarda, zımparalama iyi sonuçlar verir. Zımparalanan derinlik genel olarak 1,5-3,0 mm arasındadır. Büyük ölçekli bir zımparalama işlemine başlamadan önce bu işlemin istenen düzeyde aşınma direnci sağlayıp sağlamayacağı denenmelidir. Genellikle bir metre kare üzerinde denenmesi yeterlidir.

5.8.6.2 Geç kür

Yetersiz kür çok zayıf döşemenin nedeni olabilir. Son düzeltmenin ardından yüzeyin kuruması sertleşme işleminin durmasına neden olur ve beton potansiyel dayanımının sadece bir kısmına ulaşır. Bazı durumlarda kür, beton ıslatılarak tekrar uygulanabilir ve bu “geç kür” olarak adlandırılır.

İngiliz araştırmacılar geç kürün etkisini aşağıdaki üç çeşit yüzeye aşınma deneyi uygulayarak tespit ettiler:

1. 7 gün polietilen örtülerek kürlenmiş zemin betonları,
2. 28 gün havaya maruz bırakılan zemin betonları,
3. 28 gün havaya maruz bırakıldıktan sonra ıslatılarak 7 gün polietilen örtülerek kürlenmiş zemin betonları.

Sonuçlar Şekil 5.22’de görülmektedir. Beklenildiği gibi Grup 1, Grup 2’den daha yüksek aşınma direnci göstermiştir. Geç kür uygulanan 3. grup ise 2. gruptan daha iyi sonuçlar vermekle beraber 1. grubun değerlerine de ulaşmamıştır.

Bu sonuçlar, yetersiz kür uygulanmayı teşvik etmemelidir. Son düzeltmenin hemen ardından uygulanan kür en iyi sonucu verir, ancak bunun gerçekleşmemesi durumunda geç kür uygulanabilir [1].