

BETONARME YAPI ELEMANLARININ DAYANIKLILIĞINI ARTTIRMAK ÜZERİNE ÖNERİ: BETONDAN PAS PAYI ELEMANI

Mert Göktuğ Keleş¹, Ekrem Koç², Mustafa Taştepe³

Özet

Betonarme uygulamalarında kullanılan inşaat çeliğinin korozyona karşı direnci çok düşüktür. Korozyondan korunması amacıyla dış yüzeyde kalan kısmının üzerini kapatacak şekilde beton örtü tabakası oluşturulur. Betonarme yapının inşası esnasında pas payı tabakası adı verilen bu örtü tabakasını oluşturmak için pas payı elemanları kullanılmaktadır. Şimdiye kadar alternatif bir endüstriyel ürün geliştirilemediğinden yaygın olarak plastik pas payı elemanları kullanılmaya devam edilmektedir. Yapısı itibarıyla plastik pas payı elemanı betonarme yapıda süreksizlik oluşturmaktadır. Bu çalışma ile yapısal farklılıktan dolayı oluşan süreksizlik problemine çözüm olması ve bu süreksizlikten ötürü ortaya çıkan sorunları bertaraf etmesi adına betonarme yapının kendisiyle aynı kimyasal ve yapısal özelliklere sahip yine beton tabanlı bir ürün geliştirilmesi amaçlandı. Kimi şantiyelerde amatörce üretilip kullanılmaya çalışılan beton pas payı elemanlarının geliştirilerek, kullanımı kolay ve betonarme yapı ile birebir kaynaşacak endüstriyel bir ürün ortaya çıkarılması sağlandı.

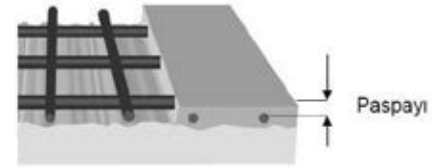
A Recommendation on Increasing the Durability of Reinforced Concrete Elements: Concrete Spacer Element

The resistance of the construction steel used in reinforced concrete applications to corrosion is very low. In order to protect from corrosion, a concrete cover layer is formed to cover the outer surface. During the construction of the reinforced concrete structure, spacer elements are used to form this cover layer called the concrete cover layer. As an industrial product could not be developed until now, plastic spacer elements are being widely used. Due to the structural condition, the plastic spacer element creates discontinuity in the reinforced concrete structure. In order to solve the discontinuity problem caused by structural difference and to eliminate the problems caused by discontinuity, it was aimed to develop a concrete-based product having the same chemical and structural properties as the reinforced concrete structure itself. Concrete spacer elements, which are being produced and used amateurly in some construction sites, have been developed to provide an industrial product that is easy to use and fuses with the reinforced concrete structure.

paylarında çatlamaya yol açarak zararlı maddelerin beton içine girişini ve taşınmasını artırır [2].

1. GİRİŞ

Betonarme yapıların dırabilite performansını ve dolayısıyla servis ömrünü etkileyen temel parametreler beton bileşimi, bağlayıcı türü ve pas payı kalınlığıdır [1]. Betonda pas payı; beton kesitin içerisinde bulunan demir donatının dışından, beton kesitin dış kenarına olan mesafe olarak tanımlanmaktadır. Pas payı tabakası, donatı çeliğini korozyon oluşumundan koruyarak betonarmenin dayanıklılığını artırır.

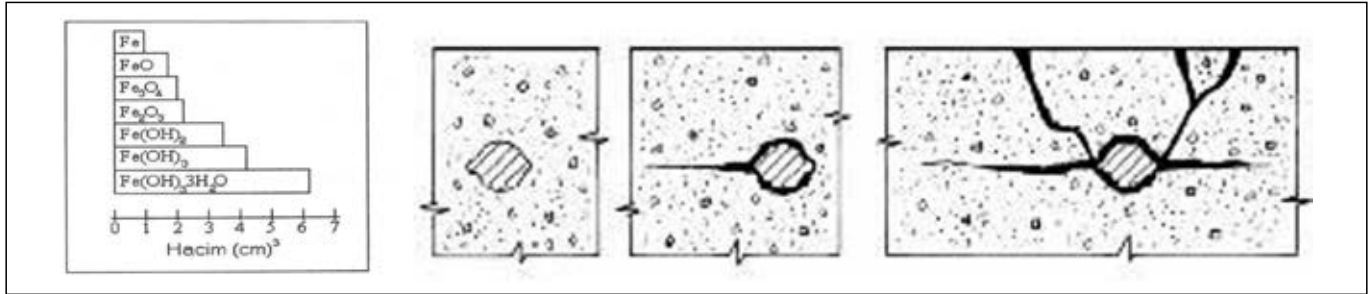


Şekil 1: Donatıyı koruyan beton pas payı tabakası

Donatı korozyonu, betonarme yapılarda karşılaşılan en önemli dırabilite sorunlarından biridir [1]. Korozyon sonucu donatı çaplarında azalma olurken, oluşan korozyon ürünleri beton pas paylarında çatlamaya yol açarak zararlı maddelerin beton içine girişini ve taşınmasını artırır [2].

1) mertgoktugkeles@gmail.com, SER-TAŞ İnşaat Ltd. Şti., İstanbul 2) eqremkoc@gmail.com, UZKA İnşaat Sanayi ve Ticaret AŞ, İstanbul 3) tastepem@gmail.com ÇİMSA Çimento Sanayi ve Ticaret AŞ, Mersin

(*) Türkiye Hazır Beton Birliği tarafından düzenlenen Beton İstanbul 2017 Hazır Beton Kongresi'nde sunulmuştur.



Şekil 2: Donatı korozyonu sonucunda demiroksitlerinde meydana gelen hacim artışları

Pas payı, betonarme hesaplarda emniyetli tarafta kalındığı için ihmal ediliyor olsa da gerçekte taşıyıcı olarak katkısı vardır. Betonarmede pas payı kesiti, standart ve şartnamelerin gerektirdiği kriterlerde imal edilmezse; betonarme yapı elemanı amacına uygun hizmet etmeyerek yapının ve kullanıcılarının hayatını riske atmış olacaktır. Ayrıca uzun vadede ekonomik anlamda kayıplar ortaya çıkacaktır. Servis ömrünün, dolayısıyla betonarme dayanıklılığının önem arz ettiği büyük alt yapı projelerinde, betonarme yapı elemanlarının pas payı tabakasının imalat kalitesi önemlidir. Yapı servis ömrü sınıflandırması Tablo 1'de verilmektedir. Özellikle yalnızca bakım - onarım yapılabilen yani yenileme yapılması gerek fiziksel olarak mümkün olmayan gerekse ekonomik ve sosyal anlamda rasyonel olmayan kamusal kullanım yapılarında (köprü, tünel, baraj gibi) tasarım ömrüne uygun betonarme imalatlar için dayanıklılık kriteri ön plana çıkmaktadır. Yapının yetersiz dürabilitesi, yapı güvenliğındeki azalmanın yanında oldukça büyük ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Ekonomik kayıplar, onarım ve güçlendirme masraflarının yanında yapı kullanımının sınırlandırılması sonucu oluşan maliyetleri kapsar. Söz konusu maliyetler özellikle köprü veya tünel gibi ulaşım yapılarında trafiğin aksaması durumunda çok daha büyük önem kazanır. Köprü gibi bir yapının kullanıma kapanması veya sınırlandırılması bu köprüyü kullananlar için artan trafik yoğunluğu ve zaman kaybı anlamına gelir [1].

Tablo 1: Yapı servis ömürleri (TS EN 1990, 2002)

Sınıf	Tasarımda kullanılabilir gösterge servis ömrü (yıl)	Örnek
1	10	Geçici yapılar
2	10-25	Değiştirilebilir taşıyıcı elemanlara sahip yapılar
3	15-30	Tarım yapıları
4	50	Konut ve kamu yapıları
5	100	Anıtsal binalar, köprüler ve diğer önemli yapılar

2. KÖK SEBEP VE DURUM ANALİZİ

Pas payı tabakasının doğru bir biçimde imal edilmemesinin sonucunda yapının kullanılabilirlik ve taşıma gücü sınırı durumlarına ulaşması gibi olumsuz sonuçlar ortaya çıkabilir [1]. Uygunsuz pas payı sebebiyle donatı çeliğinin zamanla koro-

ziona uğraması ve bunun sonucunda oluşan korozyon ürünlerinin pas payı kesitinde çatlaklara sebep olması ile birlikte kesitin koparak ayrılması, artık bir bütün olmayan ve tamamen korumasız kalan çeliğin betonarme kesitte karşılaması gereken gerilmelere dayanamamasına ve betonarme elemanın taşıyıcı işlevini yitirmesine neden olabilir.

Yapıda meydana gelebilecek bir yangın esnasında, yapı içerisinde sıcaklığın 1200°C'ye yükselmesi sebebiyle uygunsuz bir pas payı tabakasını aşarak donatı çeliğine ulaşan yüksek ısı, yük altındaki donatı çeliğini de kısa sürede akma durumuna ulaştırarak yapının stabilitesinin riske girmesine neden olabilir. Bu durum, yakın zamanda meydana gelen bir olayla örneklenebilir. İran'da 17 katlı bir binanın 10. katında gaz sızıntısı sebebiyle patlama olmuş ve yangın çıkmıştır. Yangını söndürmek için müdahale edildiği sırada bina aniden çökmüş ve 20 kadar itfaiye erinin hayatını kaybetmesine sebep olmuştur. Burada servis süresince ayakta kalabilen bir binanın patlama ve ardından oluşan yangın sebebiyle kısa sürede taşıyıcılık özelliğini yitirdiği anlaşılmaktadır. Acil durumlarda binaların tahliyesi için belirli bir süre gerekir ve güvenli bir tahliye için gerekli bu süreyi belirleyen parametrelerden birisi pas payı tabakasının imalat kalitesidir.



Fotoğraf 1: Korozyona uğrayan donatı çeliği ve dökülen pas payı tabakası



Fotoğraf 2: İran'da yangın esnasında çöken bir bina (2016)

Uzun servis ömrüne sahip yapılar elde edebilmek için pas payı kalınlığının artırılmasının yanında pas payının kalitesi, yani geçirimsizliği de dikkate alınmalı ve düşük geçirimsizliğe sahip, çatlak içermeyen bir pas payı elde edebilmek için kür koşulları gibi çeşitli etkenlere de özen gösterilmelidir. Pas payında çatlak bulunması hâlinde klorun beton yüzeyinden içeriye taşınımı çok hızlı bir şekilde meydana gelir, böylece herhangi bir zamanda, çatlağın olduğu kısımdaki klor konsantrasyonu, çatlak olmayan diğer bölgelere göre çok daha yüksek olur. Çatlaklı kısımdaki bu yüksek klor konsantrasyonu sonucu ise buralarda korozyon çok daha kısa sürede meydana gelir. Ayrıca, bu çatlaklardan başka zararlı etkilerin ve suyun taşınımı da hızla gerçekleştiğinden bu etkiler betona çok daha kolay bir şekilde zarar verebilir [1].

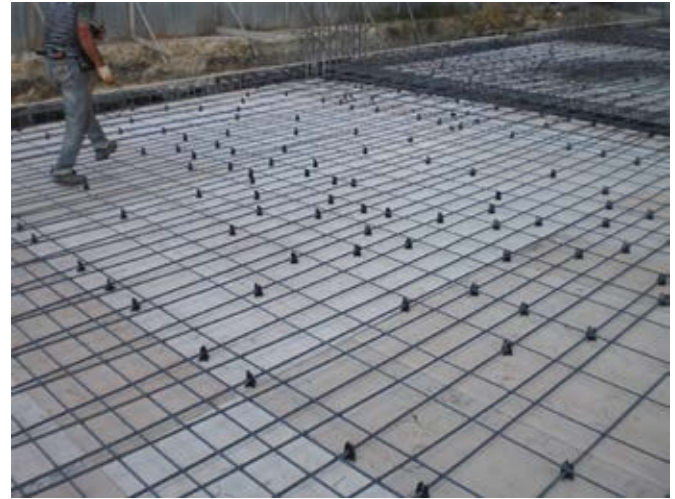
Bu ve benzeri durumlarla karşılaşmamak için donatı çeliğini yeteri kadar koruyabilecek bir pas payı tabakasını sağlamak önemlidir.

3. PLASTİK PAS PAYI ELEMANI

Reel durumda betonarme yapıların büyük bir çoğunluğunda plastik bazlı pas payı elemanları kullanılmaktadır. Değişik model ve kalınlıkta üretilen bu elemanlar, pas payı tabakası sağlamak için temel, kolon, kiriş, perde, döşeme, kazık gibi taşıyıcı yapılarda donatı montajı öncesinde ya da montaj sırasında kalıp yüzeyi ile donatı arasına takılmaktadır. Farklı taşıyıcı elemanlarda en az 2,5 cm olan ve çevresel etki sınıfına göre 10 cm ve daha fazla kalınlıklarda olması şart koşulan beton pas payı aralıklarını sağlaması beklenen plastik pas paylarının sahada kullanımı sırasında plastik elemandan kaynaklanan birçok uygunsuz durum ile karşı karşıya kalınabiliyor.

Beton dökümü sonrasında betonun içinde kalan bu plastik elemanlar, donatı ile dış çevre arasında bağlantı noktası oluşturmaktadır. Özellikle döşeme yapılarında alanın geniş olması sebebiyle kolon ve kiriş yapılarına nazaran sayıca daha fazla plastik pas payı aparatı kullanılmaktadır. Yapıda meydana gelebilecek bir yangın esnasında, plastik pas payı elemanı eriyecek ve yüksek ısı donatı çeliğine ulaşacaktır. Böyle bir

durumda yapının kısa sürede taşıma gücü sınırına ulaşma riski ortaya çıkacaktır. Plastik pas payının kullanımının en ciddi sakıncalarından birisi bu durumdur.



Fotoğraf 3: Plastik pas payı elemanı ve donatı montajı



Fotoğraf 4: Beton kalıp demontajı sonrası plastik pas payı elemanının beton yüzeyindeki görünüşü

4. ÖNERİLEN / GELİŞTİRİLEN ÜRÜN

Plastik pas payı elemanlarının yanı sıra endüstriyel bir ürün olarak piyasada satılmadığından inşaat şantiyelerinde imal edilen beton pas payı elemanları da tercih edilebilmektedir. Beton pas payı elemanı, plastik pas payı elemanlarına oranla dayanım ve dayanıklılık açısından daha emniyetli bir betonarme imalatına imkân sağlayabilmektedir.

Beton pas payı elemanı, beton bazlı bir ürün olduğundan sağlamdır; basınca, darbeye ve vibrasyona karşı dayanıklıdır. Bu sayede imalatlar sırasında pas payı kalınlığını tehdit edecek bir durum oluşmasına engel olur. Yangın esnasında, plastik pas payı gibi daha erken erime noktasına ulaşmaz ve donatı çeliğini yüksek ısıdan korur, yapının stabilitesini sürdürür.



Fotoğraf 5: Beton pas payı elemanının radye temel yapısında kullanımı



Fotoğraf 6: Beton pas payı elemanının perde ve kolon yapılarında kullanımı



Fotoğraf 7: Beton pas payı elemanının kazık yapılarında kullanımı

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yüksek yatırımlar gerektiren yapıların istenilen servis ömürleri süresince belirli bir güvenlik içerisinde işlevlerini yerine getirmeleri beklenir, ancak dürabiliteye bağlı sorunlar sonucu yapı performansı zamanla azalabilir. Yapının yetersiz dürabilitesi büyük ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Bu kayıplar onarım ve güçlendirme masrafları ile yapı kullanımının sınırlandırılması sonucu oluşan maliyetleri kapsar. Tasarım ve imalat aşamalarında bu ve benzeri durumları göz önünde bulundurmak, standart ve şartnamelerin şart koştuğu pas payı aralıklarını sağlayabilmek için doğru malzemeyi doğru yöntemle kullanma konusunda yol gösterici olacaktır. Plastik pas payları, yapının servis ömrü boyunca maruz kalabileceği - özellikle yangın gibi - durumlar karşısında yapıda bir zaafiyet oluşturacağından, bunun yerine plastik malzemenin dezavantajlarını ortadan kaldıran beton pas paylarının kullanımının yapının dayanıklılığını arttırmakta önemli bir parametre olduğu ortaya çıkmaktadır.

Teşekkür

Bu çalışma Akçansa AŞ'nin 2010 yılında düzenlediği Betonik Fikirler Proje Yarışması'nda 3. olmuştur, katkılarından dolayı Akçansa firmasına teşekkürlerimizi sunarız. Ayrıca bu projenin oluşturulmasında ve geliştirilmesinde desteklerini esirgemeyen Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi İnşaat Mühendisliği Yapı Malzemeleri Anabilim Dalına ayrıca teşekkür ederiz.

Kaynaklar

Şengül, Ö., "Sürdürülebilir Gelişme için Betonarme Yapıların Dürabiliteye Göre Tasarımı", 9. Ulusal Beton Kongresi, 2015.

Broomfield, P.J., "Corrosion of Steel in Concrete: Understanding, Investigation and Repair." 1st. E & FN Spon (Chapman & Hall), London, 1997.