

# BETON ESASLI PREFABRIKE CEPHE PANELLERİNDE YÜZEY ÖZELLİKLERİNE BAĞLI ATMOSFERİK KİRLENME ETKİSİ

Caner GÖÇER  
Araş. Gör.  
İTÜ Mimarlık Fakültesi

## ÖZET

Yapıların cepheleri atmosferik kirlenme tehdidi altındadır. Yağmur ve rüzgar diğer atmosferik etmenlerle birlikte yapı dış yüzeylerini kirletir. Cephelerin tasarımında atmosferik kirlenmenin en az düzeyde gerçekleştiği, "kendini temizleyen" ve temiz görünüm süresinin en uzun olduğu çözümler üretilmelidir.

Bu çalışmada beton esaslı prefabrike cephe panellerinin yüzeyinde oluşabilecek kirlenmeler ile çözüm önerileri incelenmiştir. Çünkü kalite kontrolü ve bitmişlik düzeyi yüksek yapı elemanı üretimine sahip olan prefabrikasyon teknolojisinin olanakları atmosferik kirlenmeyi önleyebilecek çözümler üretebilmektedir.

## GİRİŞ

Çevresel etmenler olan yağmur ve rüzgar birlikte cephe yüzeyinin kirlenmesine sebep olmaktadır. Bu tür kirlenme atmosferik kirlilik olarak adlandırılır. Yüzeylerdeki kirlilik derecesi, hava kirliliğine sebep olacak gazların oranı, yağış sıklığı, hakim rüzgar yönü ve hızına bağlı olarak değişiklik göstermektedir (1).

Cephe sistemlerinin tasarımında en az kirlenmeye maruz kalacak çözümlerin ortaya koyulması gerekmektedir. Burada önemli olan, kirlenmeyi estetik bütünlüğü bozmayacak ve binanın yaşlanmasını hızlandırmayacak bir şekilde kontrol altına almaktır.

Cephe elemanlarının kirlenme sonucu zamanla görünüm değişikliklerine uğramalarının önlenmesinde iki tür yaklaşım söz konusu olmaktadır. Birincisi, cephelerin belirli zaman aralıklarıyla temizlenmesidir. Bu durumda cephe elemanları istenilen form, renk ve dokuda olabilir. Ancak bu tür temizlik, yapım sonrası ek bir kullanım maliyeti getirmektedir. Diğer bir yaklaşım ise, yapım sonrası temizlik için herhangi bir bakım gerektirmeyecek şekilde uygun çözümlerin geliştirilmesi ve kirlenmeyi önleyebilecek detay analizinin yapılmasıdır. Cephe elemanlarının bazı özellikleri yüzeyde oluşan kirlilik derecesini belirlemektedir. Bu özellikler aşağıdaki gibi özetlenebilir :

- Yüzey eğimi,
- Yüzey formu,
- Yüzey dokusu,
- Yüzey rengi.

Buna bağlı olarak, bu çalışmada beton esaslı prefabrike cephe panellerinin yüzeyinde oluşabilecek kirlenmeler ile çözüm önerileri araştırılmıştır. Öncelikle atmosferik kirlenme konusu ve beton esaslı prefabrike cephe panellerine ait özelliklerden kısaca bahsetmek yararlı olacaktır.

## 2. Atmosferik kirlenme

Yerküreyi çevreleyen gaz tabakası olarak tanımlanan atmosfer, yaklaşık iki milyar yıldan günümüze kadar birçok değişikliğe uğramıştır. Hızlı nüfus artışı, kentleşme ve sanayileşme sonucunda meydana gelen kirlenme, tüm canlıların yaşamsal aktiviteleri için doğal bir ortam olan atmosferin doğal yapısının bozulmasına sebep olmuştur. Fosil içerikli enerji kullanımı ile ortaya çıkan hava kirliliği ve etkileri sadece canlıları değil, yapı ve yapı malzemeleri üzerinde de önemli değişimler meydana getirmiştir. Bunların sonucunda ‘‘Atmosferik Kirlilik’’, ‘‘Hava Kirliliği’’ kavramları ortaya çıkmıştır.

Hava kirliliğinin yeryüzündeki yaşamsal faaliyetler açısından büyük bir öneme sahip olması, canlı ve cansız bütün ögelere olan etkilerinin bilinmesini gerekli kılmış ve bu gereklilik hava kirliliğinin, birçok meslek disiplini olduğu gibi, mimarlık disiplini içerisinde de ele alınmasını zorunlu kılmıştır.

Atmosferik kirlenmeye neden olan kirleticiler, atmosferde değişik şekillerde bulunmaktadır.

Kirlenmeye neden olan kaynaklardan atmosfere doğru yayılan kirleticiler, birincil kirleticiler, atmosferde bulunan birincil kirleticiler ile atmosferik faktörler arasındaki kimyasal reaksiyonlar sonucunda meydana gelen kirleticiler de ikincil kirleticiler olarak tanımlanır. Birincil kirleticiler kükürtdioksitler, azotoksitler, karbonoksitler ve partiküllerden oluşmaktadır. İkincil kirleticiler ise asit yağmurları, nitrikasit ve smogdan oluşmaktadır (2).

### 2.1. Atmosferik Kirlenmenin Kaynakları

Atmosferik kirlenmeye neden olan kaynaklar doğal ve antropojenik olmak üzere iki kısımda incelenir. Bu kaynaklardan kısaca söz etmek yararlı olacaktır.

#### 2.1.1. Doğal Kaynaklar

Orman yangınları, tozlar, okyanus aerosolleri, volkanlar ve buharlaşma gibi nedenlere bağlı olarak partikül emisyon miktarları artmaktadır. Yerkabuğundaki değişimlere bağlı olarak oluşan volkanik patlamalar, büyük miktarda partikülün ve kükürtdioksitin atmosfere karışmasına sebep olmaktadır.

Tozlar ise rüzgarın yer yüzeyindeki kum, polen, vb parçacıkları taşımasıyla oluşan kirleticilerdir.

Orman yangınları sırasında da partikül maddeleri atmosfere karışmaktadır. Okyanusların ve denizlerin üzerlerindeki tuz aerosolleri oluşumlarının rüzgar ve buharlaşma ile atmosfere karışması ve orman alanlarındaki fotokimyasal reaksiyonlar sonucunda hidrokarbonların açığa çıkması da atmosferik kirlenmeye neden olan önemli doğal etmenlerdir (3).

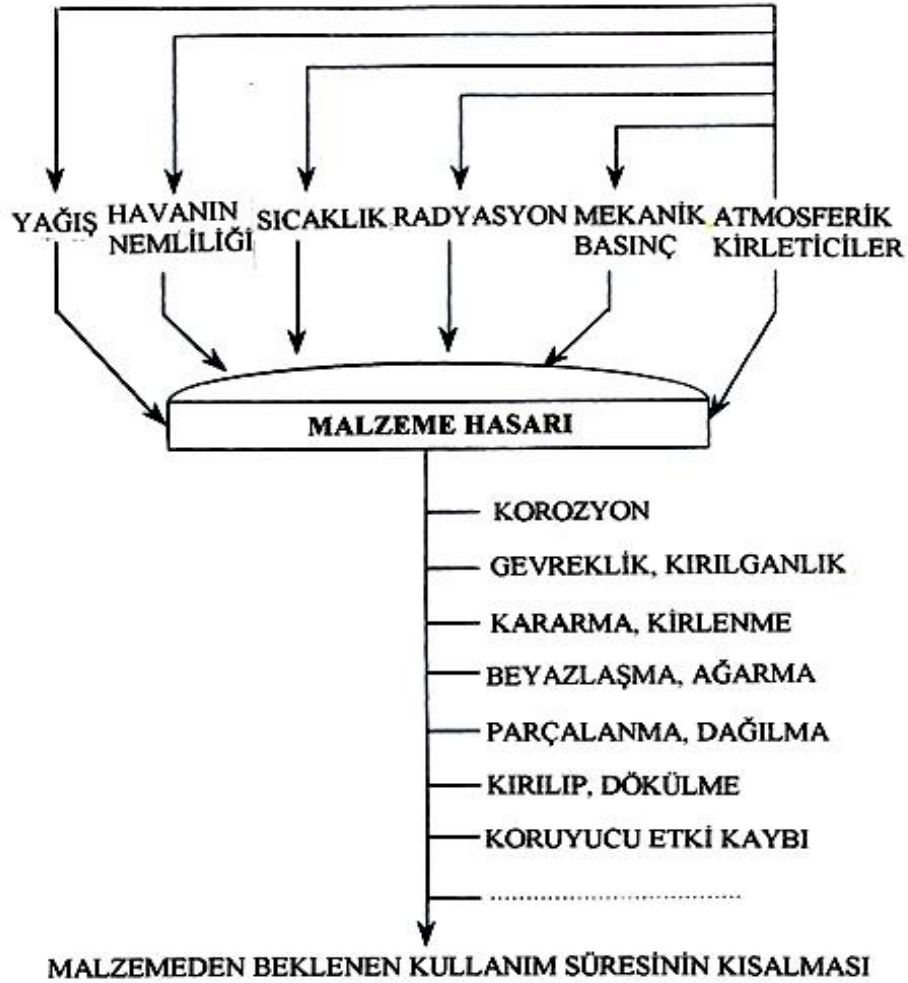
#### 2.1.2. Antropojenik Kaynaklar

Antropojenik (insanların neden olduğu) kirlenme kaynakları, konumlarına göre alansal, çizgisel,ve noktasal olmak üzere üç kısımda incelenir. Yerleşim bölgeleri, iş merkezleri, hastaneler ve okullar gibi ısınma nedeniyle oluşan kirlenmeler alansal kaynaklı kirlenmelerdir. Çizgisel kaynaklar ise araç emisyonlarının oluşturduğu kaynaklardır. Noktasal kaynaklar ise enerji santralleri, petrol rafinerileri ve uzun bacalı fabrikalar olarak nitelendirilir (4).

## 2.2. Atmosferik Kirlenmenin Dış Duvar Üzerindeki Etkisi

Yukarıda da bahsetmiş olduğumuz gibi, yapı dış duvarında meydana gelen atmosferik kirliliğin insani kaynaklı "Dış Etmen", atmosferik faktörlerin de doğal kaynaklı bir "Dış Etmen" olduğunu söyleyebiliriz. Bu iki etmenin kombinasyonu sonucunda ortaya çıkan çeşitli kimyasal oluşumlar, zamana bağlı olarak yapı dış duvarının dış yüzeyinde veya bünyesinde bozulmalara neden olur.

Bozulma aşamaları, dış duvarın içinde bulunduğu atmosferik faktörlerin birleşik etkilerinin bir sonucu olarak meydana gelmektedir. Bu atmosferik faktörler, yağış, sıcaklık, nemlilik, rüzgar, güneş ışığı, bulutluluk, sis ve hava basıncıdır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Çevresel Etmenler ile Atmosferik Kirleticilerin Dış Duvarda Meydana Getirdiği Hasarlar (5)

### 3. Beton Esaslı Prefabriğe Cephe Panelleri

Beton esaslı prefabriğe cephe panelleri donatılı olarak fabrikada üretilen, bitmişlik düzeyi yüksek hazır yapı elemanlarıdır. Taşıyıcılıklarına, kesit kuruluşlarındaki katmanlaşma düzenine, genişliklerine, yüksekliklerine ve bina taşıyıcı sistemlerine göre konumsal çeşitliliklerine bağlı olarak çeşitli şekillerde sınıflandırılırlar (6).

Beton esaslı cephe panellerinin tasarımında tasarımcı binanın kullanım fonksiyonlarına ait özelliklerinin yanında, üretim teknolojisine ait olanaklar ve fiziksel etmenler konusunda detaylı bilgi sahibi olmalıdır. Çünkü fabrikada yüksek üretim teknolojisine sahip olan betona istenilen şekil verilebilmekte ve birçok yüzey oluşturma tekniğiyle de zengin seçenekler oluşturulabilmektedir.

Beton esaslı prefabrike cephe panellerinde, panel formu ve yüzey özelliklerine bağlı olarak birçok fiziksel çevre kriterine karşı yüksek düzeyde performans sağlanabilmektedir. Bu çalışma kapsamında atmosferik kirlenme konusuna bağlı olarak gerekli incelemeler ve değerlendirmeler yapılmıştır.

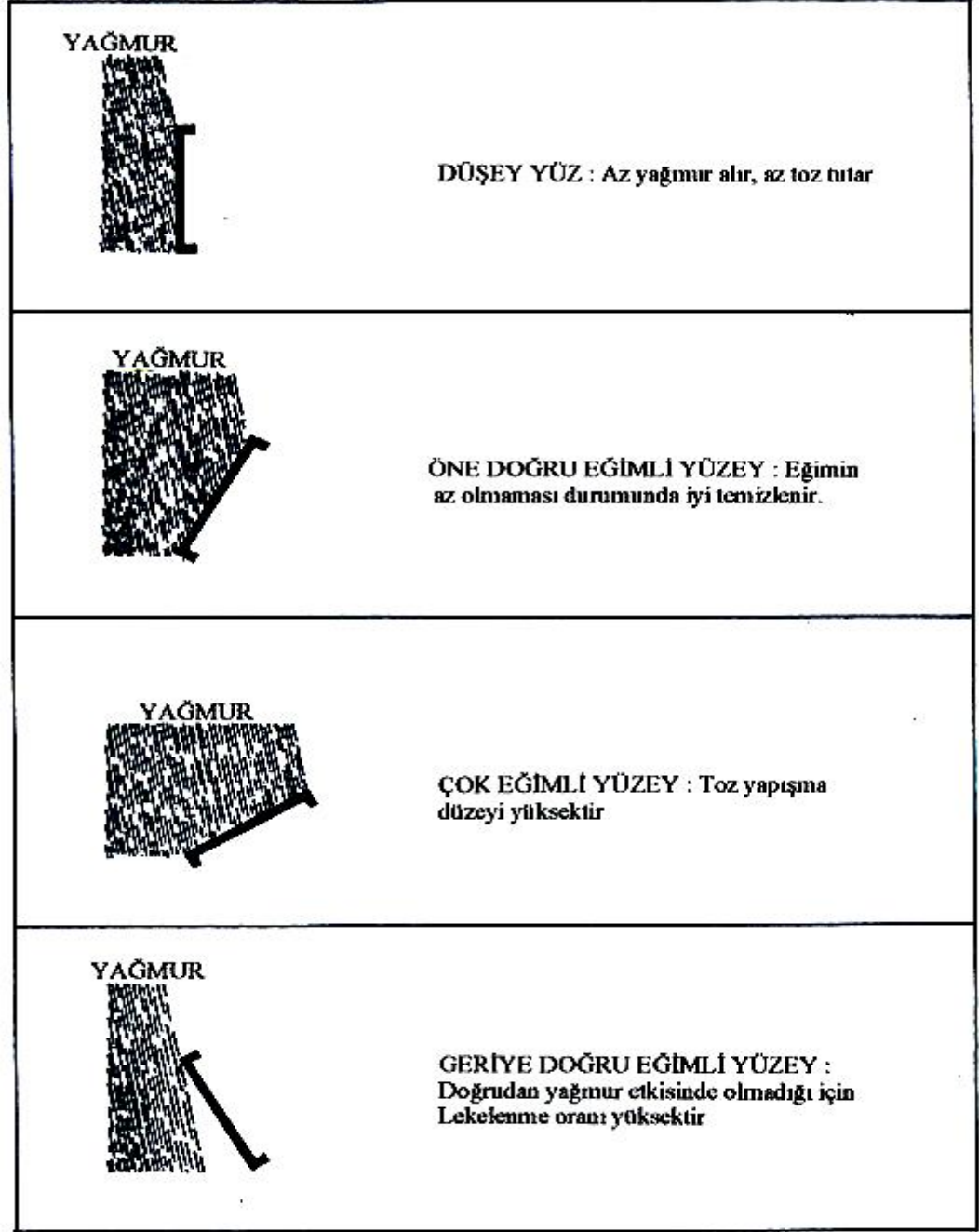
#### **4. Beton Esaslı Prefabrike Cephe Panellerinde Atmosferik Kirlenme**

Beton esaslı prefabrike cephe panellerinde atmosferik kirlenme dış yüzey eğimine, formuna, dokusuna ve rengine bağlı olarak incelenmektedir. Bu bölümde bu kriterlere bağlı olarak atmosferik kirlenmeye maruz kalan örnekler ile çözüm önerileri ortaya koyulmuştur.

##### **4.1.Yüzey Eğimi**

Genel olarak yağmur, atmosferik kirlenmenin etkisindeki yüzeylerin ideal temizleyicisidir. Yağmur suyu ilk temasta yüzeyde toz tabakasından oluşan kirleri temizler. Ancak giderek toz vb pislikleri emer ve yağmurun kendisi kirlenmeye başlar. Panel yüzeylerinin eğimi azaldıkça yüzeylerdeki yağmurun akma hızı da azalmakta ve buna bağlı olarak kirlenme de artmaktadır.

Beton esaslı prefabrike cephe panelleri kalıp özellikleri ve döküm tekniğine bağlı olarak istenilen eğimde üretilebilmektedir ve kirlenmeyi kontrol altında tutmak mümkün olabilmektedir (Şekil 4.1).


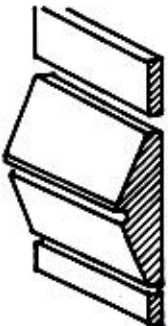

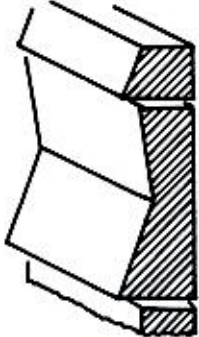
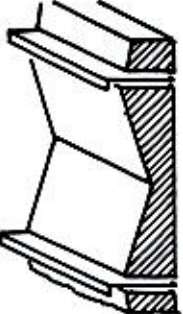

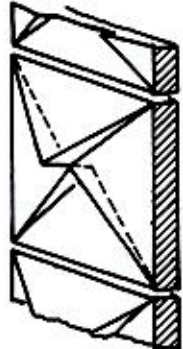
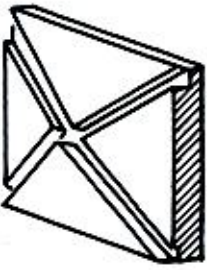


Şekil 4.1. Beton Esaslı Cephe Panellerinin Eğimine Bağlı Kirlenme Oranları (7).

#### 4.2. Panel Formu

Cephe panellerinin formunu oluşturan farklı düzlemler yıkanma farklı düzlemler yıkanma farklılığı gösterir. Böylece girintili ve çıkıntılı bölümlerin alt kısımlarıyla bunların birbirleri ile birleştikleri bölgelerde kirlenme meydana gelir. Bu durumda yüzeyler üzerine doğrudan yağmur düşüşü elde etmek ve diğer elemanları kirletmeyecek şekilde yağmur suyunun akmasını sağlamak gerekir.

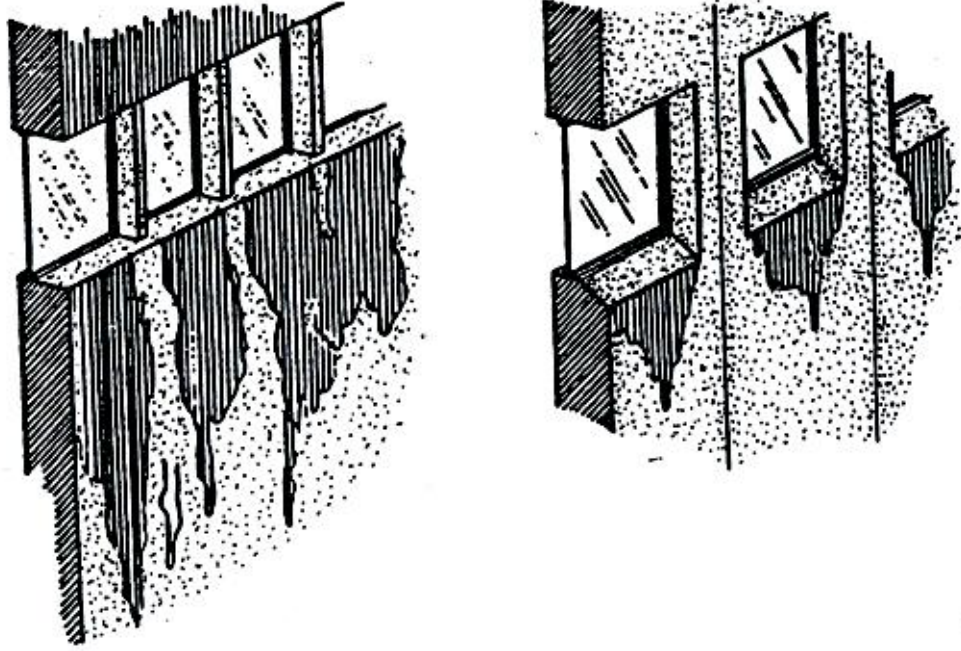
Beton esaslı cephe panelleri kalıp teknolojisindeki olanaklara bağı olarak istenilen formda üretilebildiği için, yağmur suyunu yönlendiren detay çözümlerine sahiptir ve kirlenmenin de kontrolü en üst düzeyde yapılabilmektedir (Şekil 4.2).

KIRLENME	ÇÖZÜM ÖNERİLERİ	
		
		
		

**Şekil 4.2. Beton Esaslı Prefabriğe Cephe Panellerinin Formuna Bağı Kirlenme ve Çözüm Önerileri (8)**

Düz yüzeyli kısımların kirlenmesini önleyebilmek için farklı konumdaki düzlemlerin birbirlerine geçişinde suyu damlatacak çıkıntılı ve girintili profiller gerekir. Örneğin doğrama boşluğunun altında kalan duvar bölümünün kirlenme problemi çıkıntılı bir denizlik yapılarak ve suyun kontrollü bir şekilde akıtılmasını sağlanarak çözümlenebilir (Şekil 4.2). Prefabriğe panellerle oluşturulan cephe düzlemlerinde paneller arası derzlerde sürekliliğin sağlanması gerekmektedir. Aksi takdirde düşey


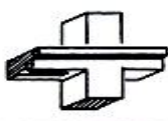
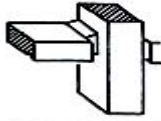

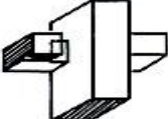
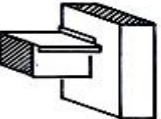

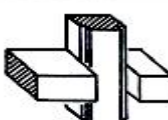


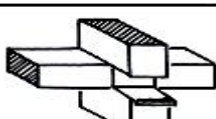
derzlerde biriken ve ilerleyen yağmur suyu ile birlikte akan kir cephe yüzeylerinde lekelenmelere sebep olmaktadır (Şekil 4.3).



Şekil 4.2. Opak Cephe Yüzeylerinde Saydam Kısımların Neden Olduğu Lekelenmeler (1).



Şekil 4.3. Yağmur Suyunun Yüzeylerde Lekelenme Problemi Oluşturmadan Akıtılmasında Olumlu ve Olumsuz Çözümler (1).

KIRLENME	ÇÖZÜM ÖNERİLERİ	
		
		
		
	<b>KABUL EDİLEN KIRLENME</b>	
		

**Şekil 4.4. Cephe Yüzeylerinin Kirlenmesi ile İlgili Bazı Örnekler ve Çözüm Önerileri (8).**

Yatayda ve düşeyde nervürlü kısımlar veya birleşimlerinde meydana gelen kirlenmeyi önleyebilmek için yağmur sularının düşey ve yatay derzlere yönlendirilmesi gerekir. Bitmişlik düzeyi yüksek olan prefabrike elemanlarla bu yönlendirmeyi sağlayacak detay çözümleri kolaylıkla sağlanabilmektedir (Şekil 4.4).

### 4.3. Yüzey Dokusu

Kirlenme beklenen yüzeylerin dokusu kirlenmenin en düşük düzeyde tutulabilmesi bakımından büyük öneme sahiptir. Cephelerin kendi kendisini temizleyebilmesi düz yüzeylerde uygulanan birtakım işlemlere, pürüzlü yüzeylerde ise agreganın büyüklük, sıklık ve biçimine bağlıdır.

Boyanmayan yüzeylerde betonun kalitesi, bünyesindeki kum ve çimentonun rengi kirlilik derecesini belirleyen önemli etmenlerdir. Betonun gözenekliliği arttıkça su emme oranı da artmakta ve yüzeyler daha uzun süreli olarak toz tutmaya hazır duruma gelmektedir. Yüzeylerin zamanla aşınması sonucu aşınan çimento tabakası betonun bünyesindeki kumun yüzeyde pürüzlü bir doku oluşturmasını sağlayacaktır. Bu nedenle yüzeylerin homojen görüntüsünün sağlanabilmesi için çimento ve kum arasında büyük renk farklılığı olmamalıdır.

Yıkama yöntemi ile oluşturulan, görünen agregalı yüzeylerde agreganın formu, büyüklüğü ve rengi kirlenmeyi oluşturan temel etmenlerdir. Yuvarlak ve koyu renkli agregalar köşeli formda ve açık renkli agregalara oranla daha az kir toplaması nedeniyle daha çok tercih edilmektedir.

### 4.4. Yüzey Rengi

Beton esaslı ve düz yüzeyli prefabrike cephe panellerinin üretim aşamasında mekanik işlemlere tabi tutulması, boyanması veya yüzeylerin sırlı bir kaplamayla kaplanması sonucu yüzeylerin kirlenmeye



karşı hassasiyeti azaltılmış olur. Kir görünümünün azalması yüzeylerin koyu renkli bir boya ile boyanmasıyla sağlanabilmektedir. Ancak çok açık renkli yüzeylerde lekelenme olabildiği gibi, çok koyu renkli yüzeylerde de tozlanma sonucu orijinal rengin matlaşması, yani canlılığını kaybetmesi söz konusudur. Bu nedenle renk seçimi binanın çevresel konumuna bağlı olarak yapılmalıdır.

## SONUÇ

Beton esaslı prefabrike cephe panellerinde yüzey özelliklerine bağlı olarak atmosferik kirlenmenin incelenmesine yönelik yapılan bu çalışmada varılan sonuçlar aşağıda özetlenmiştir :

- Panellerinin eğimi azaldıkça yüzeylerdeki yağmurun akma hızı da azalmakta ve buna bağlı olarak kirlenme de artmaktadır.
- Betonun gözenekliği arttıkça su emme oranı da artmakta ve yüzeyler daha uzun süreli olarak toz tutmaya hazır hale gelmektedir.
- Yıkama yöntemi ile oluşturulan görünen agregalı yüzeylerde agreganın yuvarlak ve koyu renkli olması, köşeli formda ve açık renkli agregalara oranla daha az kir toplanmasına neden olmaktadır.
- Boyanan yüzeylerde kir görünümünün azaltılması, yüzeylerin koyu renkli boya ile boyanması ile sağlanırken, boyanmayan yüzeylerde betonun kalitesi, bünyesindeki kum ve çimentonun rengi kirlilik derecesini belirleyen başlıca etmenlerdir.

Atmosferik kirlenmenin önlenmesi veya en az düzeye indirilmesine ilişkin dikkate alınması gereken öneriler ise aşağıdaki gibi özetlenebilir :

- Beton esaslı prefabrike cephe panellerinin tasarımında atmosferik kirlenmenin en az düzeyde gerçekleştiği, "kendini temizleyen" ve temiz görünüm süresinin en uzun olduğu çözümler üretilmelidir.
- Tasarımcı atmosferik kirlenmeye neden olacak fiziksel etmenler ile seçilecek malzemenin ilişkisini detaylı bir şekilde analiz etmeli ve buna bağlı olarak biçimlenme ve yüzey bitirme önerisini sunmalıdır.
- Panellerin girintili ve çıkıntılı bölümlerinin alt kısımlarında ve bunların birleştikleri bölgelerdeki kirlenmeyi önlemek için yüzeyler üzerine doğrudan yağmur düşüşünü elde etmek ve diğer elemanları kirletmeyecek şekilde yağmur suyunun akması sağlanmalıdır.
- Yatayda ve düşeyde nervürlü kısımlar veya birleşimlerinde meydana gelen kirlenmeyi önleyebilmek için yağmur sularının düşey ve yatay derzlere yöneltmesi gerekir.

## KAYNAKLAR

- (1) ANON, "Architectural Precast Concrete", Precast Concrete Intitue, USA, 1989.
- (2) GÖKALTUN, E., "Atmosferik Kirleticilerin Kireçtaşı Mermerleri Üzerindeki Parlaklık Kaybına Etkisi", Anadolu Üniversitesi, Eskişehir, 2001.
- (3) BOTKIN, D. B., "Environmental Studies", Charles E. Merril Publishing Company, Columbus, KELLER, E. A. Ohio, 1982.
- (4) İNCECİK, S., "Hava Kirliliği", İTÜ Yayınları, İstanbul, 1994.
- (5) ANON, "Atmospheric Pollution Effects", Environmental Engineering Vol. 3, No :3, December, 1990.
- (6) GÖÇER, C., "Beton Esaslı Giydirme Cephe Sistemleri", Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Mimarlık Fakültesi, İstanbul, 1997.
- (7) CANSUN, O., "Yıkılmış Betondan Giydirme Cephe Elemanlarının Tasarım, Üretim ve Montajları için Tavsiyeler, İTÜ Mimarlık Fakültesi, İstanbul, 1980.
- (8) AYAYDIN, Y., "Hazır Beton Cephe Elemanlarının Tasarımı", Beton Hazır Elemanlar Sempozyumu, YEM, İstanbul, 1988.