

BETON BLOK KAPLAMALARIN EKONOMİK OLARAK UYGULANABİLİRLİĞİ

Mustafa KARAŞAHİN, Mesut TIĞDEMİR, Mehmet SALTAN
S.Demirel Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü

ÖZET

Beton plak kaplamalar, son yıllarda ülkemizde kaldırımlarda, yaya yollarında, rekreasyon alanlarında, endüstri merkezlerinde ve şehiriçi yollarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak, yapılan gözlemler sonucu, bilinçsiz bir şekilde kullanıldıkları kanaatine varılmıştır.

Beton blok kaplamaların yaygınlaşmasının en önemli nedeni, kalifiye işçiliğe gereksinim duyulmamasıdır. Ancak, yapım kurallarına uyulmadığı takdirde, kısa sürede ondülasyonlar, yüzey bozuklukları ve geometrik bozukluklar ortaya çıkmaktadır.

Bildiride, beton blok kaplamalı yolların yapım teknikleri, beton blokların avantajları ve kısıtları, bir şartname örneği ve beton blok tiplerinin analitik tasarım açısından önemi konularında bilgilere yer verilerek, ülkemizde uygulanan yanlış kullanımdan bahsedilmiştir.

1.GİRİŞ

Beton bloklar fabrikasyon olarak üretildiğinden, inşaat sahasında sadece ünitelerin kurallara göre yerleştirilmesi yapılmaktadır. Blokların fabrikalarda üretilmesi, hem boyutlar açısından hem de dayanım açısından standart bir kontrolden geçmesini gerektirmektedir. Bu da sahada blokların güvenle kullanımını artırmaktadır.

Blok elemanlar trafik yüklemesi altında şekil değiştirme (ötelenme) hareketi yapabildiklerinden, davranış şekli olarak, esnek üstyapıları andırmaktadır. Bu nedenle, kalınlık tasarımı yaparken, özellikle alttemel ve temel tabakası için, esnek üstyapı tasarım prensipleri uygulanabilir.

Beton yollar, genellikle el ile yerleştirilmektedir. Ancak, son yıllarda mekanizasyona gidilmeye başlanmıştır. Genellikle insan gücü ile yerleştirme oldukça basit aletlere ve ucuz maliyete sahip olduğundan ülkemizde tercih edilmektedir. Ancak, büyük hacimli işlerde taşıma gücünün istendiği işlerde mekanizasyona gidilmesi ile daha kaliteli ve durabil bir kaplama elde etmek mümkün olabilecektir.

2. BETON BLOK KAPLAMALARIN DOĞASI

Klasik üstyapı tiplerinde olduğu gibi, yerinde döküm söz konusu olmadığından ve ayrıca petrol gibi maddelere gereksinim duymadığından, beton blok kaplamalar çevre dostudur. Ayrıca, beton blokların fabrikalarda imal edilmesi, işçilikten kaynaklanan hataları minimuma indirmektedir. Gerek boyut bazında, gerekse dayanım bazında, şartnamelere uygun malzeme üretmek mümkün olabilmektedir.

Beton blok kaplamalar, genel olarak el ile serilmek için tasarımılandırığından, oldukça basit aletlere gereksinim duyar. Beton yolların (rijit üstyapı) aksine, yapımdan hemen sonra trafiğe açılabilir. Ayrıca, esnek üstyapılar gibi sıcaklığa karşı hassas olmadığından her mevsimde yapım ve bakım çalışması yapmak mümkündür.

Beton bloklar, frenleme ve ivmelenmeden dolayı oluşan ani düşey kuvvet ve yatay kesme kuvvetlerine karşı oldukça mukavimdir. Ayrıca, benzin, mazot ve diğer madeni yağlarla kimyasal reaksiyona girmediğinden ömürleri oldukça uzundur.

Yapılan çalışmalar, beton blok kaplamaların 70 km/st hıza kadar uygun olduğunu göstermiştir (Stackel, 1988). Zira beton bloklar diğer üstyapılara göre daha fazla derze sahip olduğu gibi, yüzeyi oldukça pürüzlüdür. Bu nedenle, şehir içi yollarda ve fazla hız istenmeyen kesimlerde beton blok kaplamalar kullanılabilir.

Beton blok kaplamaların en önemli özelliklerinden birisi de bakım kolaylığıdır. Bozulan kısımlar kaldırılarak, alt tabakalar iyileştirilir, eğer beton bloklar sağlam ise tekrar yerine yerleştirilir; değilse değiştirilir. Bu şekilde malzemedan belli bir ekonomi sağlanacağı gibi, trafik işletmesi açısından da kısa sürede tamir edilebildiğinden, işletme maliyetlerini artırmamaktadır. Beton blok kaplamaların ömrü, beton bloklardan ziyade, altta bulunan taban zemini ve temel tabakasının özelliğine bağlıdır.

Beton blok kaplamalar değişik renklerde yapılabileceği için, estetik bir görünüm sağlar. Eğer, şerit çizgileri ve diğer yatay işaretlemeler renkli bloklarla yapılırsa uzun süre kalıcı bir işaretleme yapılmış olur.

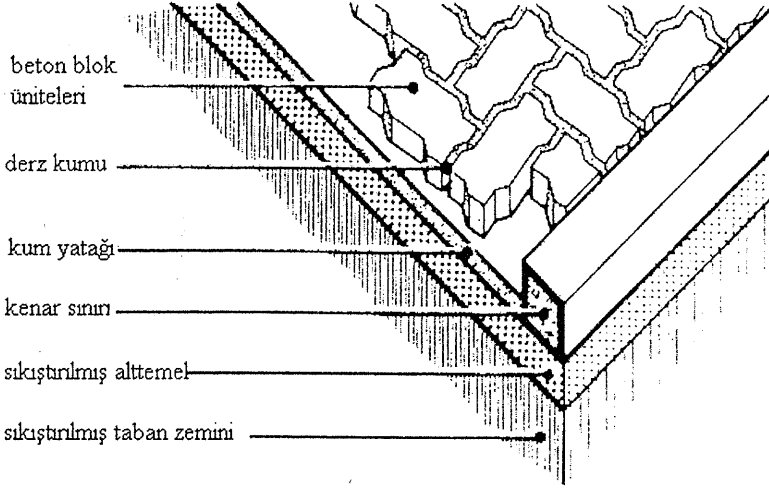
4.BETON BLOK KAPLAMALARIN YAPIMI

Beton bloklar, oturma alanlarında, şehirlerarası yollarda, şehir içi caddelerde, otobüs terminallerinde ve endüstri merkezlerinde kullanılabilir. Şekil 1' de tipik bir beton blok kaplamalı yol kesiti gösterilmiştir.

Beton blokların yapım sırası dokuz adımda özetlenebilir:

Adım 1. Beton blok kaplamanın kaplanacağı alan boya ile veya ip ile işaretlenir. Yapımı engelleyecek iri taşlar var veya zayıf zemin varsa, inşaat alanından uzaklaştırılır.

Adım 2. Taban zemini sıkıştırılır ve onun üzerine temel tabakası üniform olarak serilir.



Şekil 1. Tipik bir beton blok kaplama kesiti (Stackel, 1988)

Adım 3. Temel tabakası, küçük boyutlu işlerde dairesel hareketler yaptırılarak el ile sıkıştırılır. Ancak, özellikle motorlu taşıt trafiğine açılacak kesimlerde vibratörlü sıkıştırma yapılmalıdır.

Adım 4. Kenar sınırları bir şekilde belirtilmelidir. Örneğin kaldırım ise bordür taşı, ev ise bina sınırı veya merdiven gibi.

Adım 5. Yaklaşık 2.5 cm yıkanmış beton kumu temel üzerine serilir. Buna kum yatak adı verilir.

Adım 6. Beton bloklar uzun ve düzgün bir kenar boyunca döşenir.

Adım 7. Kenar sınırlarını taşan bloklar testere ile düzgün olarak kesilir.

Adım 8. Bütün beton bloklar döşendikten sonra, bir vibratörlü sıkıştırıcı ile, önce bütün dışta kalan kısımlar; daha sonra da iç kısımlar dairesel hareket yaptırılarak sıkıştırılır.

Adım 9. Sıkıştırma işleminden sonra, derz kumu bloklar arasında hiçbir boşluk kalmayacak şekilde serilir ve süpürülür. Eğer kumlarda oturma olursa, birkaç gün sonra tekrar derz kumu serilerek, boşluklar tamamen doldurulur.

5.BETON BLOK KAPLAMALAR İÇİN ŞARTNAME ÖRNEĞİ

Bu bölümde UNI-GROUP U.S.A.(1999) tarafından hazırlanan bir şartname örneği özet olarak verilecektir. Türkiye’ de bilindiği kadar bir şartname olmadığından, bu şartname Türkiye koşullarına uyarlanarak kullanılabilir.

5.1. Beton Blokların Dayanımı

80 mm kalınlığındaki beton plağın dayanımını 60 mm kalınlığa çevirmek için 1.18 katsayısı ile çarpılmalıdır. Beton blokların ortalama basınç dayanımı 55 Mpa ve her bir test edilen bloğun basınç dayanımı ise en az 50 Mpa olmalıdır. Beton blokların ortalama su absorpsiyon oranı %5, her bir bloğun ise en fazla %7 olması gerekir.

5.2. Kum Yatağı ve Derz Kumu

Genellikle beton kumu kullanılmaktadır. Kum, temiz, plastik olmayan, yabancı maddelerden arındırılmış, doğal veya kırılmış kayadan elde edilebilir. Kireç taşından elde edilen kum ve Tablo 1’ deki granülometriyi sağlamayan kumlar yatak kumu olarak kullanılmamalıdır. Beton bloklar taşıt trafiğine maruz kalacaksa, mümkünse sert kum kullanılmalıdır. Yatak kumu derz kumu olarak kullanılabilir, ancak derz kumu yatak kumu olarak kullanılmaz. Derz kumu granülometrik bileşimi Tablo 2’ de gösterilmiştir.

5.3. Taban Zemini ve Temel Tabakasının Hazırlanması

Yaya yollarında veya mahalle aralarında taban zemininin %95 standart Proktor yoğunluğunu sağlaması istenir. Ağır trafiğe maruz kesimlerde ise, daha yüksek yoğunluk istenir. Taban zemininin zayıf olması durumunda, stabilizasyon gerekebilir. Şartnamelerde temel tabakası kalınlığı, yüzey düzgünlüğü toleransları belirtilmelidir.

Tablo 1. Yatak kumu gradasyon limitleri (ASTM C 33)

Elek büyüklüğü	% geçen
3/8" (9.5 mm)	100
No.4 (4.75 mm)	95-100
No.8 (2.36 mm)	85-100
No.16 (1.18 mm)	50-85
No.30 (0.600 mm)	25-60
No.50 (0.300 mm)	10-30
No.100 (0.150 mm)	2-10

Yerel agregalar temel ve alttemel tabakası yapımında kullanılabilir. Yaya ve mahalle aralarındaki yollarda sıkıştırmanın %95 Proktor yoğunluğunu sağlaması istenir. Trafiğe maruz kalan kesimlerde ise %98 modifiye Proktor yoğunluğunun sağlanması istenir. Temel tabakasında kullanılacak agregaların gradasyon limitleri Tablo 3 de gösterilmiştir.

Tablo 2. Derz kumu gradasyon limitleri

Elek büyüklüğü	Doğal kum (ASTM C 144)	Yapay kum (ASTM C 144)
No.4(4.75 mm)	100	100
No.8(2.36 mm)	95-100	95-100
No.16 (1.18 mm)	70-100	70-100
No.30 (0.600 mm)	40-75	40-100
No.50 (0.300 mm)	10-35	20-40
No.100 (0.150 mm)	2-15	10-25
No.200 (0.075 mm)	0	0-10

Tablo 3. Temel ve alttemel tabakaları gradasyon limitleri

Elek büyüklüğü (kare gözlü)	Tasarım %	Tasarım %	Tolerans %	Tolerans %
	geçen Temel tabakası	geçen Alttemel tab.	geçen Temel tabakası	geçen Alttemel Tab.
2 "(50mm)	100	100	-2	-3
1.5 "(37.5 mm)	95-100	90-100	+/-5	+/-5
0.75 "(19 mm)	70-89	-	+/-8	-
3/8 "(9.5 mm)	50-70	-	+/-8	-
No.4 (4.75 mm)	35-55	30-60	+/-8	+/-10
No.30 (600 µm)	12-55	-	+/-5	-
No.200 (75 µm)	0-8	0-12	+/-3	+/-5

5.4. Yapım

Temel tabakası üzerine, 25 mm kalınlığında ve 40 mm' yi geçmeyen kalınlıkta yatak kumu serilir. Temel tabakasında oluşan yüzey bozuklarını düzeltmek için yatak kumu yerine, temel malzemesi kullanılmalıdır. Yapıma geçmeden önce, blokların temizliğinden emin olunmalıdır. Daha sonra, bloklar projesine uygun olarak yerleştirilir.

Yerleştirme işleminden sonra blokların vibratörlü bir sıkıştırıcı yardımıyla sıkıştırılması gerekir. Sıkıştırmada düşük ağırlıklı (örneğin 22 kN gibi) ve yüksek frekanslı (örneğin 75-100 Hz) vibrasyonlu sıkıştırıcılar kullanılmalıdır. Derzler arasında derz kumu tamamen doluncaya kadar, bloklar vibrasyona maruz bırakılır. Genellikle

sıkıştırıcının aynı nokta üzerinden iki-üç defa geçmesi yeterlidir. Destek olmayan kesimlerde vibrasyon yapılmamalı ve destek olmayan kesimden bir metre içeride vibrasyon kullanılmamalıdır.

6. BETON BLOK KAPLAMALI YOLLARDA KALINLIK TASARIMI

Beton blok kaplamalı yollar, esnek üstyapıların tasarımına oldukça yakındır. Bazı çalışmalarda, aşınma ve binder tabakasının taşıma kapasitesinin beton blok taşıma kapasitesine eşit olduğu kabul edilerek, gerekli temel ve alttemel kalınlıkları hesaplanabilir (Stackel, 1988). Ancak kullanım kolaylığı olduğundan dolayı Almanya'nın katalog şeklinde geliştirdiği tasarım Tablo 4' de verilmiştir. Tablo 4' den görüleceği gibi, trafik yükü arttıkça gerekli olan, tabaka kalınlıkları artmaktadır. Son yıllarda analitik tasarım yöntemleri kullanılarak tasarım metotları da geliştirilmeye başlanmıştır. İlginç olan bir çalışma ise, beton blok kaplamaların asfalt betonu kaplama üzerine takviye tabakası olarak kullanımınıdır. Bu uygulamada, öncelikle ömrünü tamamlamış asfalt betonu tabakası üzerine bir membran eleman serilerek, düzgün bir yüzey ve aynı zamanda güçlendirilmiş temel tabakası elde edilmiş olur. Daha sonra, 30 mm kalınlığında muhtemelen bitümlü bir koruma tabakası serilerek, onun üzerine 50 mm kalınlığında kum serilir ve onunda üzerine granüler malzemeden 120-150 mm kalınlığında temel tabakası oluşturularak, beton bloklar yerleştirilir.

7. BETON BLOK TİPLERİ

Ticari kuruluşlar satışlarını artırmak amacıyla, sürekli yeni tip beton bloklar piyasaya sürmektedirler. Daha önceki yapılan araştırmalar, blok şekillerinin performans üzerine bir etkisi olmadığını göstermesine karşılık, 1/1 ölçekli hızlandırılmış trafik etkisi altında yapılan deneylerde, blok şeklinin performansı etkilediği ortaya konmuştur. Genellikle üretilen bloklar A ve U harflerini andırmaktadır (Bakınız Şekil 2). Genellikle kategori I ve II deki blokların dişli özelliğe sahip olması, yatay krip hareketine karşı performansını artırmaktadır. Bu nedenle, ağır trafikli yollarda, kategori I bloklar kullanılmalıdır. Kategori III blokları ise taşıt trafiğinin hakim olmadığı yollarında kullanılabilir.

8. BETON BLOK DÖŞEME ŞEKİLLERİ

Beton blok kaplamaların, performansı döşeme şekli ile değişmektedir (Bakınız şekil 3). Zigzag ve paralel döşeme modeli en iyi performansı gösteren döşeme şeklidir. Zira bu döşeme şeklinde, uygulanan yüke daha fazla blok birleşerek karşı koyabilmektedir. Dolayısıyla, yük aktarımı kolay olduğu gibi, daha fazla blok ile temas edildiğinden, daha düşük yüklere maruz kalacaktır. Kategori I deki bütün beton bloklar ve dikdörtgen blok zigzag ve paralel döşeme modelinde kullanılabilir. Kategori II deki bloklar ise gerilmiş döşeme modelinde kullanılabilir. Eğer, beton bloklar ağır trafige maruz kalacaksa, zigzag ve paralel döşeme modeli tercih edilmelidir. Gerilmiş döşeme modelinin en fazla deformasyona maruz kaldığı görülmüştür (Stackel, 1988).

Tablo 4. Standart Almanya beton blok kalınlık tasarımı (Stackel, 1988)

	Beton blok kalınlığı(mm)	Kum yatak kalınlığı(mm)	Stabilize gravel (mm)	Kırılmış agrega (mm)	Granüler malzeme (mm)	Don koruma tabakası (mm)	Asfalt betonu (mm)	Grobeton (mm)
Yaya yolları, otaparklar	60-80	30-50	150	200	250	-	-	-
Caddeler, fabrika caddeleri, otobüs ve kamyon park yerleri	80-100	30-50	150-180	180-220	250-300	150	100-150	150
Ana arterler, otobüs terminaleri	100-120	30-50	200-230	200-230		120-180	120-180	120-180
Takviye*	60-80	30-50	-	-		-	-	-
Endüstri sahaları	80	30-50	-	-		300	-	-
Ağır sanayi sahaları	100	30-50	300-600	300-600		300	-	-

* Takviye tabakasında 30 mm koruma tabakası ve 50 mm kalınlığında kum tabakası granüler malzemeden önce serilir.

Kategon I						
Kategon II						
Kategon III						

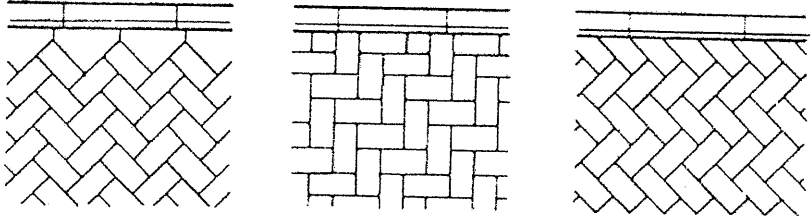
Şekil 2. Beton blok tipleri (Stackel, 1988)

9. TÜRKİYE' DE BETON KULLANIMINDAKİ EKSİKLİKLER

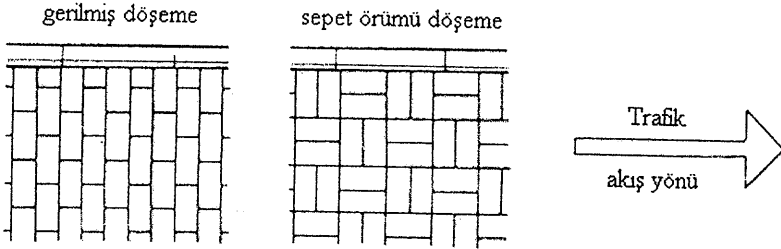
Ülkemizde beton blok kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Ancak aşağıdaki hususlara dikkat edilmediği kanaatindeyiz.

1. Beton blokların seçimi konusunda herhangi bir kriter gözetilmemekte, sadece bulunabilen ve estetik olan beton bloklar tercih edilmektedir. Burada yapılması gereken ömür/maliyet oranına bağlı olarak bir seçim yapmaktır. Mümkün merteye kategori I e giren bloklar tercih edilmelidir.
2. Ülkemizde bilindiği kadarıyla herhangi bir şartname bulunmamaktadır. Buna ilave olarak, özellikle yerel yönetimler kendi işgücü ile beton blokları döşediği için, herhangi bir kalite kontrolü bulunmamaktadır. Genellikle beton blok döşemelerde, yapım kurallarına fazla uyulmadığından, kısa sürede döşemelerin plastik deformasyona uğradığını görmekteyiz.
3. Beton bloklar döşenmeden önce taban zemini genellikle hiçbir şekilde sıkıştırılmamaktadır. Ayrıca, beton bloklar döşendikten sonra yüzey düzgünlüğü elde etmek ve derz kumunun derzlere nüfuz etmesi için, kesinlikle vibrasyonlu sıkıştırma yapılması önerilir.
4. Özellikle taşıt trafiği geçecek yollarda bir üstyapı kalınlık projelendirmesi yapılması gerekir. Yaya yollarında veya kaldırımlarda olduğu gibi, alttemel ve temel tabakası olmaksızın yapılan beton blok kaplamalı yollar çok kısa sürede plastik deformasyona maruz kalacaktır.

5. Beton blok kalınlığı, alttaki tabakaların kalınlığını etkilemektedir. Daha doğrusu, daha ince beton blok kullanıldığında daha kalın bir alttemel ve temele ihtiyaç duyulacaktır.
6. Mümkünse zigzag ve paralel döşeme modeli seçilmelidir. En son seçilecek model ise gerilmiş döşeme modeli olmalıdır.



zigzag ve paralel örgülü döşeme



Şekil 3. Beton blok döşeme modelleri

7. Şehir içinde asfalt betonu kaplamalar yerine, beton blok kaplamalar tercih edilmelidir. Zira, beton bloklar ülkemiz kaynakları ile imal edilebilmektedir. Ayrıca, beton bloklar üzerinde fazla hız yapılamayacağından trafik güvenliği de artacaktır. Ayrıca, kısa sürede bakımının yapılması ve hava koşullarına bağlı olmaması ayrı bir önem arzeder.

10. SONUÇLAR

Ülkemizde yaygın olarak kullanılmaya başlanan beton bloklar, uygun imal edildiği takdirde, diğer üstyapılara oranla hem daha uzun ömürlü olacak, hem de hammadde olarak ülkemiz kaynakları kullanılmış olacaktır.

Ülkemizin daha iyi beton blok kaplamalar yapabilmesi ve ülke içersinde belli standartları sağlamak için bir beton blok kaplama şartnamesi hazırlanması gerekir. Şartname aşırı bağlayıcılıktan ziyade uygulanabilir olmalıdır.

Beton blok şekilleri ve döşeme modelleri, beton blok kaplamaların performansını etkilemektedir. Bu nedenle, beton blok seçimi yapılırken mümkün mertebe kolay imal

edilen ve ucuz olan deęil, dişli bloklar tercih edilmelidir. Ayrıca, döşeme modeli olarak, zigzag ve paralel model seçilmelidir.

KAYNAKLAR

STACKEL, B. (1988) Interlocking Concrete Pavements , Concrete Pavements, Elsevier Applied Science, Edited by A.F.Stock.
UNI-GROUP U.S.A.,(1999),<http://uni.groupusa.org>

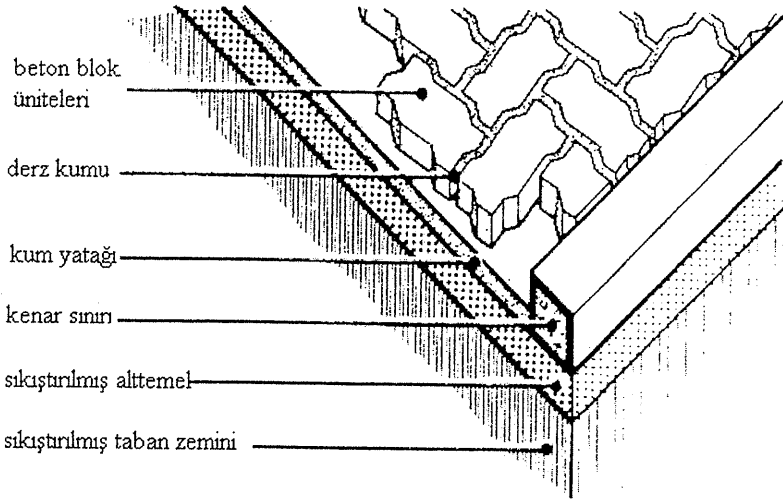
ABSTRACT

ECONOMICAL APPLICABILITY OF INTERLOCKING CONCRETE PAVEMENTS

In recent years interlocking concrete block pavements have been used extensively in pedestrian pathways, recreation areas, industry centers and urban roads. However, it was seen that the material have been used without any rule.

One of the main reason of extensive usage of the concrete blocks it does not need any qualified worker. However, if the rules are not obeyed, it can be soon seen surface distresses, plastic deformation and geometric irregularities.

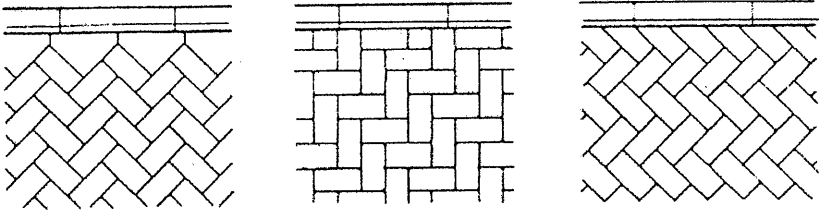
In this paper, construction techniques of the concrete blocks, advantage and disadvantages of the concrete blocks, an example specification and analytic design approach of the concrete blocks are given and some points of the misuse of the concrete blocks in our country was mentioned.



Şekil 1. Tipik bir beton blok kaplama kesiti (Stackel, 1988)

Kategori I						
Kategori II						
Kategori III						

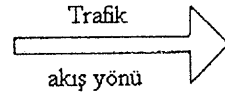
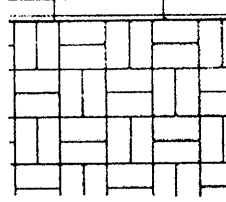
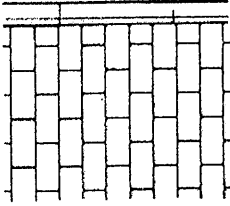
Şekil 2. Beton blok tipleri (Stackel, 1988)



zigzag ve paralel örgülü döşeme

gerilmiş döşeme

sepet örümü döşeme



Şekil 3. Beton blok döşeme modelleri (Stackel, 1988)