

## Beton Esaslı Prefabrike Dış Duvarlarda Seçenek Özelliklerinin Tanımlanması

**Caner GÖÇER<sup>1</sup>**

**Konu Başlık No: 1. Çatı ve Cephe Sistemleri ve Bileşenleri**

### ÖZET

Beton esaslı prefabrike dış duvarlar sahip olduğu hızlı üretim, iklim şartlarından etkilenmeyen uygulama biçimi ve standartlaşmış kalite nedeniyle bina üretiminde rasyonel bir çözüm olarak karşımıza çıkmaktadır. Beton esaslı prefabrike dış duvarlar kesit düzenindeki katmanlaşma düzenine, genişliklerine, kat yüksekliklerine, bina taşıyıcı sistemi türüne, taşıyıcılığına ve birbiriyle olan konumsal ilişkiye ve diğer birçok kritere göre biçimsel çeşitliliğe sahiptir. Bu tür dış duvarın tasarımında veya seçiminde bina fonksiyonu, taşıyıcı sistem türü, dış duvarın maruz kaldığı fiziksel etmenler ve diğer birçok ölçüt etkili olmaktadır. Bunlara ek olarak prefabrike yapım sisteminin getirdiği zorunlu ölçütler de düşünülürse ortaya birçok seçenek ve karar kriteri çıkmaktadır. Bu durumda beton esaslı prefabrike dış duvarın sağladığı tüm seçeneklerin ortaya koyulması, zorunlu ve öncelikli performans kriterlerine göre seçeneklerin değerlendirilmesi ve en uygun seçeneğin belirlenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada performans kriterleri ve sistemin sağladığı çeşitliliğe bağlı olarak olası tüm dış duvar seçeneklerinin ortaya koyulması ve seçenek özelliklerinin tanımlanması hedeflenmektedir. Ortaya çıkan seçenek tablosu beton esaslı prefabrike bir dış duvarın tasarımında tasarımcıya detaylı bir değerlendirme yapma ve en uygun seçeneği belirleme olanağı sunacaktır.

### ANAHTAR KELİMELER

Beton Esaslı Prefabrike Dış Duvarlar, Dış Duvar Seçenekleri, Standartlaşmış Üretim.

<sup>1</sup> Caner Göçer, Araş. Gör. Dr. (İTÜ), İTÜ Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Taşköşkü, 34437, Taksim/İstanbul, Tel: 0212 2931300-2246, Faks: 0212 2514895, gocercaner@gmail.com

## 1. GİRİŞ

Beton esaslı dış duvar sistemleri yapı taşıyıcı sistemi ve dış duvarın fonksiyonuna bağlı olarak çeşitlilik göstermektedir. Yapıdaki taşıyıcı sistem ile dış duvar elemanlarının bir araya getirilmesinde ve elemanların üretim teknolojisindeki farklılıklar, birçok seçenek sunmaktadır. Beton esaslı prefabrikte dış duvar elemanları, biçimleri, boyutları, kesit kuruluşlarındaki katmanlaşma düzeni ve bina taşıyıcı sistemleri ile ilişkileri bakımından çeşitli açılardan büyük bir çeşitliliğe sahiptir. Dış duvarda sağlanan bu çeşitlilik cephe çözümlerinde birçok seçenek sunmaktadır. Beton esaslı prefabrikte bir dış duvarın tasarımında birçok kriter söz konusu olmaktadır. Bu kriterler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Bina fonksiyonuna ve binada yer alan eylemlere bağlı kriterler,
- Tasarım ve yapım sistemine bağlı kriterler,
- Yasalara bağlı kriterler,
- Doğal ve yapay çevreye bağlı kriterler,
- Zemin koşulları ve deprem yüklerine bağlı kriterler,
- Yapı fiziki sorunlarına bağlı kriterler,
- Statik yüklere bağlı kriterler,
- Maliyet ile ilgili kriterler [1,2,3].

Yukarıda sıralanan tasarım kriterleri her uygulamada farklı önem derecelerine sahiptir. Bu durumda beton esaslı prefabrikte dış duvarın sağladığı tüm seçeneklerin ortaya koyulması, zorunlu ve öncelikli performans kriterlerine göre seçeneklerin değerlendirilmesi ve en uygun seçeneğin belirlenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada performans kriterleri ve sistemin sağladığı çeşitliliğe bağlı olarak olası tüm dış duvar seçeneklerinin ortaya koyulması ve seçenek özelliklerinin tanımlanmaktadır. Performans özelliklerine tanımlanmış seçenek tablosu beton esaslı prefabrikte bir dış duvarın tasarımında tasarımcıya detaylı bir değerlendirme yapma ve en uygun seçeneği belirleme olanağı sunmaktadır [4,5].

## 2. BETON ESASLI PREFABRİKE DIŞ DUVAR TÜRLERİ

Beton esaslı prefabrikte dış duvarlar birçok farklı kritere göre sınıflandırılır. Dış duvar panelleri Üretim biçimi, fiziki özellikler, diğer yapı elemanları ile olan konumsal ve konstrüktif entegrasyon çeşitliliğine bağlı olarak oldukça geniş bir seçenek yelpazesine sahiptir. Söz konusu dış duvar panelleri ;

- Genişliklerine,
- Kesit kuruluşundaki katmanlaşma düzenine,
- Biçimsel çeşitliliğe,
- Boyutsal çeşitliliğe,
- Bina taşıyıcı sistemi ile konumuna,
- Taşıyıcılığa bağlı olarak sınıflandırılabilir [6].

Bu çalışma kapsamında beton esaslı prefabrikte duvar sistemlerinin uygulandığı binaların yapısal özellikleri ve dış duvardan beklenen performans kriterleri çerçevesinde sınırlandırılmış bir sınıflandırma sistemine bağlı seçenekler ortaya koyulmuştur. Buna göre öncelikli performans kriterlerine bağlı olarak beton esaslı dış duvar panellerine ait sınıflandırma aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Genişliklerine bağlı olarak dış duvar panellerinin sınıflandırılması:

- Dar paneller ( 30-100 cm )
- Orta boy paneller ( 100-200 cm )
- Büyük boy paneller ( 200 cm den büyük ) [7]
- Kesit kuruluşundaki katmanlaşma düzenine bağlı olarak dış duvar panellerinin sınıflandırılması:
  - Tek katmanlı paneller
  - Çift katmanlı paneller
  - Üç katmanlı paneller
  - Dört katmanlı paneller [8]
- Boyutsal çeşitliliğe bağlı olarak dış duvar panellerinin sınıflandırılması.
  - Kat yüksekliğinde dar veya geniş paneller
  - Birkaç kat yüksekliğinde paneller
  - Parapet elemanları
  - Küçük parçalı elemanlar [9]
- Bina taşıyıcı sistemi ile konumsal çeşitliliğe göre dış duvar panellerinin sınıflandırılması:
  - Ön konumlu
  - Yarı ön konumlu
  - Ara konumlu [10]
- Taşıyıcılık bakımından dış duvarların sınıflandırılması:
  - Kendini taşıyan
  - Taşınan
  - Taşıyıcı [10,11]

### 3. PERFORMANS KRİTERLERİ

Beton esaslı prefabrike dış duvarın performansına ilişkin kriterler belirlenirken öncelikle bir dış duvardan beklenen genel performans kriterlerinin bu sistemlerde de doğrudan etkili olduğu söyleyebilir. Bunlara ek olarak prefabrike sistemlerin avantaj ile dezavantajlarına ve endüstrileşmiş yapıım sistemi özelliklerine bağlı olarak performans kriterleri genişletilebilir. Bu çalışma kapsamında yapı üretim ve kullanım süreçlerine bağlı gerekli performans kriterlerine bağlı olarak dış duvar sistemleri incelenmiştir. Bu süreç aşağıdaki üç başlık altında toplanabilir:

- Tasarım süreci,
- Yapım süreci,
- Kullanım süreci.

Tasarım ile ilgili performans kriterleri dış duvar sistemi özelliklerinin bina fonksiyonuna uygunluğu ve tasarım esnekliği sağlayabilme konularını içeren iki ana başlıktan oluşmaktadır. Bina fonksiyonuna uygunluk binanın ilk tasarım durumunu, tasarım esnekliği sonraki süreçte değişen fonksiyonlara göre dış duvar sisteminin yeni düzenlemelere karşı uyumluluğunu tarif etmektedir. Özellikle dış duvar panellerinin yataydaki boyutsal çeşitliliği bir taraftan cephe düzenleme olanaklarını artırırken, aynı zamanda da modüler tasarım esasları çerçevesinde boyutsal açıdan mekansal gereklilikleri karşılayabilme, farklı boyutlara sahip mekan gruplarının aynı boyutta tekrar eden cephe modülüne uyumlu olması gerekmektedir. Taşıyıcı duvar perdeli betonarme prefabrike yapılarda iç mekan organizasyonunun

sağlanmasında tasarıma gelen kısıtlamalar da bina taşıyıcı sistemi ile bina fonksiyonu arasındaki uyumun önemli bir performans ölçütü olduğunu göstermektedir.

Yapım ile ilgili olarak performans kriterleri prefabrikasyonun ana hedeflerinden biri olan montaj süresi, uygulama kolaylığı ve yapım maliyeti ölçütleridir. Büyük boyutlu duvar panelleri ağır ve geniş bir montaj organizasyonu gerektirirken, aynı zamanda bağlantı noktalarının az olması nedeniyle avantajlı bir durumdadır. Prefabrike eleman boyutları belirli bir boyutun altına indiğinde çok sayıdaki bağlantı noktası montaj ve ayar süresini uzatmaktadır. Yapım maliyeti kriteri bu çalışmada sadece panellerin metrajına bağlı bir maliyet olarak ele alınmıştır.

Kullanım ile ilgili performans kriterleri iç mekan konfor koşullarını sağlayan fiziksel performans kriterleri ve diğer kriterlerden oluşmaktadır. Öncelikli fiziksel performans kriterleri ısı, su, nem, ses, yangın, güneş olarak sıralanabilir. Çalışma kapsamında sadece betonarme prefabrike dış duvar panelleri ele alınacağı için seçenekler arası değişkenlik göstermeyen kriterler bu çalışmada kapsam dışında tutulmuştur. Su ile ilgili olarak betonarme panellerin geçirimsizliği bünyesindeki katkı maddeleri ile sağlanacağı için tüm seçenekler geçirimsiz olarak kabul edilmiş ve bu kriterle göre değerlendirme yapılmamıştır. Nem ile ilgili olarak duvar panellerinin kesit kuruluşundaki katmanlaşma düzeni etkili bir ölçüt olmakla birlikte, ısı yalıtım malzemesinin türü ve betonarme katmanların bünyesine bağlı olarak difüzyon direnci kontrol edilebilmektedir. Hava tabakalı duvar panellerinin bünyesindeki nemi doğrudan dışarı aktarması nedeniyle yoğunlaşma riski bakımından en iyi performansı verdiği söylenebilir. Ancak diğer duvar seçenekleri için sabit bir değerlendirme yapmak mümkün olmayacağı için nem kriteri de kapsam dışında tutulmuştur. Betonarme malzeme ağır dış duvar sınıfına girdiği için ilave ses yalıtımına ihtiyaç duymamaktadır. Bu nedenle ses ile ilgili olarak da karşılaştırmalı bir değerlendirme yapılmamıştır. Yangın kriteri ile ilgili olarak betonarme paneller için birçok kritik nokta söz konusudur. Bunlardan birincisi panelin bünyesidir. Çok katmanlı panellerde yanıcı ısı yalıtım malzemesinin konumu önem kazanmaktadır. Metal bağlantı elemanları da yangından korunmalıdır. Yangın ile ilgili olarak diğer önemli nokta ise yanıcı derz dolgu malzemeleridir. Çözüm olarak yangın bariyeri kullanılması ve derz noktalarının mümkün olduğu kadar az olmasıdır. Güneş kriteri kesit düzenindeki katmanlaşmaya bağlı olarak iletim yoluyla ısı geçişini etkilemekle birlikte daha çok saydamlık oranına bağlı bir kriter olmasından dolayı kapsam dışı tutulmuştur. İletim yoluyla ısı geçişi ısıl performans kriterinde dikkate alınmıştır. Kullanım aşamasında diğer kriterler olarak tanımlanan performans kriterleri ise yenileme kolaylığı ve depreme dayanıklılık ölçütlerinden oluşmaktadır.

#### **4. SEÇENEKLERİN PERFORMANS KRİTERLERİNE BAĞLI DEĞERLENDİRİLMESİ**

Performans kriterlerine bağlı olarak yapılan değerlendirme her sınıflandırma türüne bağlı seçeneklerin birbirlerine göre karşılaştırması esasına dayanan bir derecelendirmeye sağlanmıştır. Buna göre beton esaslı prefabrike dış duvar seçeneklerinin 1 rakamından 5 rakamına kadar belirlenen derecelendirme değerleri aşağıdaki tabloda görülmektedir. Bazı sınıflandırma türlerinde seçenek özelliklerine veya seçenek özelliklerinin değişkenlik göstermesine bağlı olarak performans özelliklerinde değişkenlik göstermemesi durumu 0 olarak kodlanan “etkisiz” özellikte tanımlanmıştır.

**Tablo 1.** Beton esaslı prefabrike dış duvar seçeneklerine ait performans özellikleri.

SINIFLANDIRMA TÜRLERİ	BETON ESASLI PREFABRİKE DIŞ DUVAR SEÇENEKLERİ	TASARIM AŞAMASI		YAPIM AŞAMASI			KULLANIM AŞAMASI			
		Bina fonksiyonuna uygunluk	Tasarım esnekliği	Montaj süresi	Uygulama kolaylığı	Yapım maliyeti	Isı geçirgenliği	Yangın korunumu	Yenileme kolaylığı	Depreme dayanım
GENİŞLİK	Dar	5	5	3	5	3	0	3	3	3
	Orta boy	4	4	4	4	4	0	4	4	4
	Büyük boy	3	3	5	3	5	0	5	5	5
KATMALAŞMA DÜZENİ	Tek katmanlı	0	0	5	5	5	1	5	5	5
	Çift katmanlı	0	0	2	2	4	4	2	3	5
	Üç katmanlı	0	0	4	4	3	4	5	4	4
	Dört katmanlı	0	0	4	3	2	4	5	4	3
BİÇİMSEL ÇEŞİTLİLİK	Kat yüksekliğinde	5	5	4	4	5	0	5	5	4
	Birkaç kat yüksekliğinde	3	4	5	3	5	0	5	4	5
	Parapet elemanları	5	5	4	4	4	0	4	5	4
	Küçük parçalı	5	5	3	5	3	0	3	4	3
KONUMSAL ÇEŞİTLİLİK	Ön konumlu	0	0	4	4	5	5	0	5	3
	Yarı-ön konumlu	0	0	5	4	4	4	0	5	4
	Ara konumlu	0	0	5	5	5	3	0	5	5
TAŞIYICILIK	Kendini taşıyan	5	5	4	4	5	0	0	4	5
	Taşınan	5	5	4	5	5	0	0	5	3
	Taşıyıcı	3	3	5	3	4	0	0	2	4
Derecelendirme değerleri		0: etkisiz 1: kötü 2: vasat 3: orta 4: iyi 5: çok iyi								

Yukarıdaki tabloda görülen karşılaştırmalı derecelendirmelere göre dış duvar seçeneklerinin performans özellikleri değerlendirildiğinde, tasarım aşamasındaki performans kriterleri bakımından panellerin yataydaki ve düşeydeki boyutsal çeşitliliğinin etkili olduğu söylenebilir. Panel boyutları azaldıkça mekan bölümlenmelerine ilişkin temel modül büyüklüğü de azalmakta; bu durum mekan büyüklüklerine ilişkin katı sınırlamaları ortadan kaldırmaktadır. Bina fonksiyonuna uygunluk bakımından taşıyıcılık sınıflandırmasına göre taşıyıcı duvar sistemlerinin taşıyıcı aks mesafesinde olmasından dolayı birden fazla mekan grubu ve boyutunun tek bir büyüklükte uzlaşma zorlukları meydana getirmektedir.

*7. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu 3–4 Nisan 2014  
Yıldız Teknik Üniversitesi Beşiktaş - İstanbul*

Yapım aşamasında ise montaj süresi konusunda panellerin eşit koşullarda, vinç kullanımı ile uygulandığı varsayılarak bağlantı noktası sayısı ve ayar kolaylığı dikkate alınmıştır. Buna göre dış duvarı oluşturan bileşen ve parça sayısı arttıkça bağlantı ve ayar sayısı artmakta; buna bağlı olarak uygulama süresi de artmaktadır. Taşıyıcı duvar panellerinin montajı diğer seçeneklere göre daha zor ve kapsamlı bir uygulama olmasına rağmen, aynı zamanda hem taşıyıcı hem de bölücü olmasından dolayı montaj süresi genel toplamda kısalmakta ve avantajlı hale gelmektedir. Panel büyüklükleri azaldıkça ağırlıkları da azalacağından, montaj ve ayar yapma uygulaması daha az işgücü ile karşılanabilmektedir. Yapım maliyetleri bakımından seçenekler değerlendirildiğinde panel boyutlarının azalması ile birlikte derz uzunluklarının artması ve dolgu malzeme miktarları ile işçilik sürelerinin de artması söz konusu olmaktadır. Bu durumda dar ve küçük parçalı dış duvar elemanları dezavantajlı durumdadır. Katmanlaşma düzeninde dış duvarın ısı geçirgenliği arttıkça yapım maliyeti azalmaktadır. Bu durum ısıtılan mekanlarda sonradan daha büyük bir kullanım maliyeti yaratabilir. Bu karmaşıklığı ortadan kaldırmak için bu çalışmada dış duvar seçeneklerinin farklı bina fonksiyonlarına göre ısı performans yönünden yeterli geldiği varsayılarak, panellerin ısı yalıtımsız haliyle de kullanılması durumuna göre bir değerlendirme yapılmıştır. Kendini taşıyan duvar seçenekleri yüklerini doğrudan zemine iletmeleri ve bina taşıyıcı sistemine ilave yük getirmemeleri nedeniyle taşıyıcı sistem eleman boyutlarının küçülmesinde ve dolayısıyla yapım maliyetlerinin azalmasında etkili bir rol oynamaktadır.

Kullanım aşamasındaki performans kriterleri değerlendirildiğinde panel bünyesindeki toplam ısı geçirgenlik değeri ve diğer yapı elemanları ile olan konumsal ilişkilerine bağlı oluşabilecek ısı köprüleri dikkate alınmıştır. Ayrıca üç ve dört katmanlı dış duvar panellerinde betonarme katmanların birbirine bağlanmasında ısı yalıtımını kesintiye uğratabilecek şekilde ısı köprülerinin olmadığı varsayılmıştır. Betonun ısı geçirgenlik değerinin çok yüksek olması nedeniyle katmanlaşma düzeninde ısı yalıtımlı ve ısı yalıtımsız seçenekler arasında ciddi performans farkı vardır. Cephe düzenleme olanakları çerçevesinde konumsal çeşitliliklere bağlı seçeneklerin bazıları ısı köprülerine neden olabilmektedir. Örneğin ara konumlu panellerde atmosfere açık bina taşıyıcı sistem elemanları birer ısı köprüsü oluşturmaktadır. Yarı-ön konumlu panellerde de zaman zaman uygulama zorlukları ve hasar görme olasılıklarından ötürü giriş ve kolon altına gelen kısımlar ısı yalıtımına sahip olmadığı için ısı köprüsü oluşabilmektedir. Yangın dayanımı bakımından derz dolgu malzemelerinin yangın bariyeri ile korunması söz konusu olmakla birlikte, olası temas ve yüksek sıcaklık nedeniyle bu noktaların zehirli gaz çıkarma ihtimalleri bulunmaktadır. Bu nedenle derz uzunluğuna bağlı olarak yangın performansları belirlenmiştir. Bu durumda büyük boyutlu panellerin yangın bakımından daha az risk taşıdığı söylenebilir. İçten ısı yalıtımlı çift katmanlı seçeneğin betonarme iç katmana sahip olmamasından dolayı yangın yönünden en olumsuz özelliğe sahip olduğu söylenebilir. Yenileme kolaylığı bakımından daha az işçilik ve maliyet gerektiren seçenek özellikleri dikkate alınmıştır. Uygulamalar vinç kullanılarak yapılacağı için bu konuda ağırlık farkları dikkate alınmamıştır. Derz uzunluklarına bağlı artan işçilikler yenilemeyi zorlaştırmaktadır. Çift katmanlı dış duvar seçeneklerinde ise ısı yalıtımı genelde sonradan uygulandığı ve iç yüzeyde sıva gerektirdiği için yenileme kolaylığı bakımından olumsuz bir durum oluşmaktadır. Diğer bir zorluk da taşıyıcı duvar seçeneklerinin yenileme uygulamasında yapının taşıyıcılığını aksatmaması için ilave önlemler gerektirmesidir. Deprem bakımından seçenekler değerlendirildiğinde yapının stabilitesine maksimum düzeyde katkıda bulunması nedeniyle mekan büyüklüğündeki panellerin en etkin seçenekler olduğu söylenebilir. Dört katmanlı duvar seçeneğinde hava tabakasının önündeki dış katmanın deprem sırasında kopup ayrılması riski ve yapıya getirdiği fazla yük nedeniyle olumsuz bir özelliğe sahip olduğu söylenebilir. Kendini taşıyan duvar seçenekleri yapının stabilitesine olumlu bir katkı sağlamamasına rağmen, yükünü doğrudan toprağa iletmeleri ve yapı taşıyıcı sistemine ölü yük getirmemesi nedeniyle depreme dayanım kriteri bakımından avantajlı durumdadır.

## 5. SONUÇLAR

Beton esaslı prefabrike dış duvar sistemlerinde seçenek özelliklerinin tanımlanması ve değerlendirilmesine ilişkin olarak yapılan bu çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Tasarımı etkileyen performans kriterleri olan “bina fonksiyonlarına uygunluk” ve “tasarım esnekliği sağlayabilme” yönünden dış duvar panellerinin yataydaki ve düşeydeki boyutsal çeşitliliği etkili olmaktadır. Panel boyutları azaldıkça mekan bölümlenmelerine ilişkin temel modül büyüklüğü de azalmakta; bu durum da mekan büyüklüklerine ilişkin en uygun tasarlama modülünün belirlenmesine olanak sağlamaktadır.
- Yapım aşamasında dış duvarı oluşturan bileşen ve parça sayısı arttıkça bağlantı sayısı ve ayar süresi artmakta; buna bağlı olarak toplam uygulama süresi de artmaktadır. Taşıyıcı duvar panellerinin montajı diğer seçeneklere göre daha zor ve kapsamlı bir uygulama olmasına rağmen, aynı zamanda hem taşıyıcı hem de bölücü özelliğinden dolayı genel yapım süresini kısaltmaktadır.
- Panel boyutlarının azalması ile birlikte derz uzunluklarının artması ve buna bağlı olarak dolgu malzeme miktarları ile işçilik sürelerinin de artması yapım maliyetlerini arttırmaktadır.
- Kullanım aşamasında ısı geçirgenliğine bağlı olarak betonun ısı geçirgenlik değerinin çok yüksek olması nedeniyle katmanlaşma düzeninde ısı yalıtımlı ve ısı yalıtımsız seçenekler arasında ciddi performans farkı ortaya çıkmaktadır. Cephe düzenleme olanakları çerçevesinde konumsal çeşitliliklere bağlı olarak bazı uygulamalarda ısı köprüleri oluşabilmektedir.
- Yangın dayanımı bakımından derz uzunluğuna bağlı olarak büyük boyutlu panellerin yangın bakımından daha az risk taşıdığı söylenebilir. İçten ısı yalıtımlı çift katmanlı seçenek yangın yönünden en olumsuz özelliğe sahiptir.
- Yenileme kolaylığı bakımından Derz uzunluklarına bağlı artan işçilikler yenilemeyi zorlaştırmaktadır. Çift katmanlı dış duvar seçeneklerinde ise ısı yalıtımı genelde sonradan uygulandığı ve iç yüzeyde sıva gerektirdiği için yenileme kolaylığı bakımından olumsuz bir durum oluşmaktadır. Yenilemede diğer bir zorluk da taşıyıcı duvar seçeneklerinin yenileme uygulamasında yapının taşıyıcılığını aksatmaması için ilave önlemler gerektirmesidir.
- Deprem bakımından yapının stabilitesine maksimum düzeyde katkıda bulunması nedeniyle mekan büyüklüğündeki panellerin en etkin seçeneklerdir. Kendini taşıyan duvar seçenekleri yapının stabilitesine olumlu bir katkı sağlamamasına rağmen, yükünü doğrudan toprağa iletmesi ve yapı taşıyıcı sistemine ölü yük getirmemesi nedeniyle deprem bakımından avantaj sağlamaktadır.

## KAYNAKLAR

- [1] Mert, İ., 2001. Betonarme Prefabrike Yapım Sistemlerinin İlköğretim Binalarına Uyabilirlik Olanaklarının Değerlendirilmesine Yönelik Bir Model Önerisi, *Doktora Tezi*, M.S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [2] Allen, E., 1999. Fundamentals of Building Construction : Materials and Methods, John Wiley & Sons. Inc. , New York.
- [3] Freedman, S., 1991. Architectural Precast Concrete : A Material for the 21. Century, Exterior Wall Systems : Glass and Concrete Technology Design and Construction, ASTM Publication, Philadelphia.
- [4] Aygün, M., Çetiner, İ., Göçer, C., 1999. Yapı Elemanlarında Seçenek Üretimi ve Değerlendirilmesi, *TÜBİTAK, İNTAG 108*, İstanbul.
- [5] Göçer, C., 2006. Beton Esaslı Prefabrike İlköğretim Binalarında Isıtma Enerjisine Bağlı Enerji Kazanımı Çevre Kirliliği ve Isıtma Ekonomisi Kriterlerinin Değerlendirilmesi, *Doktora Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [6] Ayaydın, Y., 1987. Taşıyıcı Duvar Perdeli Prefabrike Betonarme Yapılar, Yılmaz Ofset Matbaası, İstanbul.
- [7] Koncz, T., 1979. Prefabrikasyona Giriş, Yapı Merkezi, İstanbul.
- [8] Josey, B., 1986. Curtain Walls, The Architects' Journal, Architectural Press.
- [9] Ayaydın, Y., 1992. Betonarme Çok Katlı Prefabrike İskelet Sistemler, Yılmaz Ofset Matbaası, İstanbul.
- [10] Bachmann, H., Steinle, A., 2011. Precast Concrete Structures, Wiley-VCH Verlag GmbH, Berlin.
- [11] Işık, B., Göçer, C., 2000. Beton Esaslı Prefabrike Cephe Elemanları ile Giydirilen İskelet Yapılarda Birleşim Yerlerinin Yatay Kuvvetleri Karşılması, *Deprem ve Prefabrikasyon, 10. Prefabrikasyon Sempozyumu*, Türkiye Prefabrik Birliği, İstanbul.