İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BETONARME KARKAS SİSTEMLERDE DIŞ DUVARIN TAŞIYICILIK PERFORMANSININ İRDELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gamze ŞAFAK

Anabilim Dalı : Mimarlık Fakültesi

Programı : Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi

HAZİRAN 2011

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BETONARME KARKAS SİSTEMLERDE DIŞ DUVARIN TAŞIYICILIK PERFORMANSININ İRDELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Gamze ŞAFAK
(502081524)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 06 Mayıs 2011
Tezin Savunulduğu Tarih : 10 Haziran 2011

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Aslıhan ÜNLÜ TAVİL (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Oğuz Cem ÇELİK (İTÜ)
Prof. Dr. Mehmet Şener KÜÇÜKDOĞU (İKÜ)

HAZİRAN 2011

ÖNSÖZ

Dış duvar yapı elemanı sistemlerinden; ısı, su, rüzgar gibi dış etmenlerin iç ortama geçişini engellemek, iç ortam konforunun sürekliliğini sağlamak, binaya etkiyen yükleri güvenle taşımak ve/veya aktarmak, binaya estetik bir görünüm kazandırmak gibi özellikler beklenir. Bu özelliklerin gerçekleşmesi kullanım ömrü boyunca sistemin güvenle ayakta kalmasına bağlıdır. Bu nedenle beklenen nitelikte bir sistem oluşturmak için sistemin taşıyıcılık performansının irdelenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada, dış duvar yapı elemanı sistemleri için taşıyıcılık performansını etkileyecek etmenler ile bu etmenlere bağlı olarak eleman performansı ve bina sisteminin farklı düzeylerindeki performans özellikleri belirlenmiş, dış duvar yapı elemanı sistemlerinin taşıyıcılık performansının hızlı bir şekilde irdelenmesini sağlayacak kontrol tabloları hazırlanmıştır.

Bu çalışmanın tamamlanması için başından beri gösterdiği sabır, inanç ve desteğinden dolayı değerli danışmanım Doç Dr. Aslıhan TAVİL'e teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca yardımlarından dolayı Arş. Gör. Gülseren Erol'a teşekkür ederim.

Çalışmamın her aşamasında beni destekleyen aileme ve çalışmam boyunca beni destekleyen ve bana inanan tüm dostlarıma teşekkür ederim.

Haziran 2011

Gamze ŞAFAK

(Mimar-İnşaat Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ ... **iii**
KISALTMALAR ... **ix**
ÇİZELGE LİSTESİ ... **xi**
ŞEKİL LİSTESİ ... **xiii**
ÖZET ... **xv**
SUMMARY ... **xvii**
1. GİRİŞ ... **1**
1.1 Problemin Tanımı ... 2
1.2 Amaç ... 3
1.3 Kapsam ... 3
1.4 Yöntem ... 4
2. TAŞIYICILIK PERFORMANSI ... **5**
2.1 Taşıyıcılık Performansı Kavramı ... 5
2.2 Taşıyıcılık Performansını Etkileyen Etmenler ... 7
2.2.1 Sürekli etmenler ... 8
2.2.1.1 Bina ağırlığı ... 8
2.2.1.2 Zemin-bina etkileşimi ... 11
2.2.1.3 Sıcaklık değişimleri ... 12
2.2.1.4 Sabit makinelerden kaynaklanan titreşimler ... 14
2.2.2 Sürekli olmayan etmenler ... 14
2.2.2.1 Kullanıcı ve işleve bağlı yükler ... 15
2.2.2.2 Yağışlar ... 16
2.2.2.3 Rüzgar yükü ... 17
2.2.2.4 Yangın etkisi ... 19
2.2.2.5 Patlama ve çarpma yükleri ... 20
2.2.2.6 Yapım yükleri ... 21
2.2.2.7 Deprem yükü ... 22
2.2.2.8 Çevreden gelen titreşimler ... 24
2.2.3 Zamanla maruz kalınan etmenler ... 25
2.2.3.1 Su ve nem ... 25
2.2.3.2 Güneş ışınları ... 27
2.2.3.3 Böcekler ve biyolojik etmenler ... 27
2.2.3.4 Kirleticiler ... 27
2.3 Bölüm Sonucu ... 27
3. BETONARME KARKAS TAŞIYICI SİSTEM ... **31**
3.1 Betonarme Karkas Taşıyıcı Sistem Bileşenleri ... 32
3.1.1 Yatay bileşenler ... 32
3.1.2 Düşey bileşenler ... 33
3.1.3 Çerçeveler ... 34
3.2 Betonarme Karkas Taşıyıcı Sistem Bileşenlerinin Taşıyıcılık Performansı ... 35
3.2.1 Yer değiştirme ... 36
3.2.2 Fiziksel değişimler ... 38

3.2.3 Kimyasal değişimler 39
3.2.4 Yapısal hasar 40
3.3 Bölüm Sonucu 45
4. DIŞ DUVAR SİSTEMLERİ VE DIŞ DUVARLARIN ETMENLERE BAĞLI PERFORMANSLARI 47
4.1 Dolgu Dış Duvar Sistemleri 52
4.1.1 Birim bileşenlerden oluşan dolgu dış duvar sistemleri 52
4.1.2 Doğrusal bileşenlerden oluşan dolgu dış duvar sistemleri 53
4.1.3 Dolgu dış duvar sistemlerinin performansı 54
4.1.3.1 Birim bileşenlerden oluşan dolgu dış duvar sistemlerinin performansı 54
4.1.3.2 Doğrusal bileşenlerden oluşan dolgu dış duvar sistemlerinin performansı 59
4.2 Asma Dış Duvar Sistemleri 60
4.2.1 Doğrusal bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemleri 60
4.2.1.1 Yatay doğrusal bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemleri 64
4.2.1.2 Düşey doğrusal bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemleri 64
4.2.1.3 Yatay ve düşey doğrusal bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemleri 65
4.2.1.4 Doğrusal bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemlerinin birincil önemdeki etmenlere bağlı performansı 66
Yatay doğrusal bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemlerinin performansı 66
Düşey doğrusal bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemlerinin performansı 67
Yatay ve düşey doğrusal bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemlerinin performansı 68
4.2.1.5 Doğrusal bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemlerinin ikincil önemdeki etmenlere bağlı performansı 68
4.2.2 Yüzey bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemleri 72
4.2.2.1 Büyük yüzey bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemleri 77
4.2.2.2 Küçük yüzey bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemleri 77
4.2.2.3 Yüzey bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemlerinin birincil önemdeki etmenlere bağlı performansı 78
Büyük yüzey bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemlerinin performansı 78
Küçük yüzey bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemlerinin performansı 78
4.2.2.4 Yüzey bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemlerinin ikincil önemdeki etmenlere bağlı performansı 79
4.3 Dış Duvar Sistemlerinin Taşıyıcılık Performansını Etkileyen Diğer Etmenlere Bağlı Performansı 81
4.3.1 Yangın etkisindeki performans 81
4.3.2 Patlama ve çarpma yükleri etkisindeki performans 84
4.3.3 Yapım yükleri etkisindeki performans 85
4.3.4 Darbe yükü etkisindeki performans 85
4.3.5 Çevreden gelen titreşimlerin etkisindeki performans 85
4.4 Bölüm Sonucu 86

5. DIŞ DUVAR SİSTEMLERİNDE TAŞIYICILIK İLE İLGİLİ PERFORMANS ÖZELLİKLERİ 89
5.1 Bina Çevresi Düzeyindeki Özellikler 89
5.1.1 İklimsel özellikler 90
5.1.2 Zemin özellikleri 90
5.1.3 Deprem ile ilgili özellikler 90
5.1.4 Yapay çevre ile ilgili özellikler 91
5.2 Bina Düzeyindeki Özellikler 92
5.2.1 Taşıyıcı sistem ile ilgili özellikler 92
5.2.2 Boyutsal özellikler 92
5.2.3 Fonksiyonel özellikler 93
5.2.4 Yapım süreci ile ilgili özellikler 93
5.3 Eleman Düzeyindeki Özellikler 94
5.3.1 Yapısal özellikler 94
5.3.2 Boyutsal özellikler 95
5.3.3 Fonksiyonel özellikler 95
5.4 Malzeme Düzeyindeki Özellikler 96
5.3.1 Fiziksel özellikler 96
5.3.2 Kimyasal özellikler 97
5.3.3 Mekanik özellikler 97
5.3.4 Teknolojik özellikler 97
5.5 Kullanım Süreci ile İlgili Özellikler 98
5.6 Taşıyıcılık Performansı ile İlgili Performans Ölçüleri 98
6. DIŞ DUVAR SİSTEMLERİNDE TAŞIYICILIK PERFORMANSININ İRDELENMESİ 99
6.1 Taşıyıcılık Performansının İrdelenmesi Sürecinde İzlenecek Adımlar 100
6.2 Kontrol Tablolarının Oluşturulması 102
7. SONUÇ 103
KAYNAKLAR 105
EKLER 111
ÖZGEÇMİŞ 125

KISALTMALAR

BS : British Standards
BIA : Brick Industry Association
DIN : Deutsches Institut für Normung
FEMA : Federal Emergency Management Agency
TS : Türk Standartları
TÜİK : Türkiye İstatistik Kurumu

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Yüksekliğe bağlı olarak rüzgar hızı ve emme. 18
Çizelge 2.2 : Taşıyılık performansını etkileyen etmenler ile ilgili standart ve yönetmelikler..... 28
Çizelge 3.1 : 2009 yılında tamamen veya kısmen tamamlanan karkas binalarda taşıyıcı sistem. 32
Çizelge 3.2 : Etmenler etkisinde bina taşıyıcı eleman ve bileşenlerinin gösterdiği performanslar. 46
Çizelge 4.1 : Doğrusal bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemlerinde kullanılan standartlar..... 63
Çizelge 4.2 : Yüzey bileşenlerden oluşan dış duvar sistemleri ile ilgili standartlar.. 75
Çizelge A.1 : Birim bileşenlerden oluşan dolgu dış duvarlar için kontrol tablosu.. 112
Çizelge A.2 : Doğrusal bileşenlerden oluşan dolgu dış duvarlar için kontrol tablosu 115
Çizelge A.3 : Doğrusal bileşenlerden oluşan asma dış duvarlar için kontrol tablosu 117
Çizelge A.4 : Yüzey bileşenlerden oluşan asma dış duvarlar için kontrol tablosu.. 120
Çizelge A.5 : Dış duvarların taşıyıcılık performansında etkili olan diğer etmenler ile ilgili kontrol tabloları. 123

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Bina performansını etkileme süresine göre etmenler. 9
Şekil 2.2 : Kiriş yatay bileşeninin yer değiştirmesi. 10
Şekil 2.3 : Zemin deformasyonuna göre bina performansı
(a) düzgün oturma, (b) farklı oturma..... 12
Şekil 2.4 : Döşeme elemanının yer değiştirme performansı..... 15
Şekil 2.5 : Yüzey pürüzlülüğünün rüzgar hızına etkisi..... 18
Şekil 2.6 : Patlama etkileri..... 20
Şekil 2.7 : Türkiye deprem bölgeleri haritası. 23
Şekil 2.8 : Rezonans, burulma, farklı salınım, yumuşak kat etkisi, kısa kolon etkisi.
..... 24
Şekil 2.9 : Açıklıklara doğru suyun hareketine neden olan kuvvetler. 26
Şekil 3.1 : Betonarme karkas sistemlerde döşeme ve kiriş..... 32
Şekil 3.2 : Kiriş bileşeninin farklı mesnet tiplerine göre performansı..... 33
Şekil 3.3 : Perde duvar ve kolon..... 34
Şekil 3.4 : Karkas taşıyıcı sistem..... 35
Şekil 3.5 : Kirişte aşırı yer değiştirme sonucu oluşan çatlaklar..... 36
Şekil 3.6 : Kolon bileşeninde yer değiştirme..... 38
Şekil 3.7 : Temelin farklı oturmaları.. 41
Şekil 3.8 : Bina çevresinde yapılan kazı nedeniyle binanın göçmesi..... 42
Şekil 3.9 : Yumuşak kat oluşumu ile zemin katın göçmesi ve çekiçleme etkisi hasarı..
..... 43
Şekil 3.10 : Yatay rijitlik dengesizliği ve zayıf kolon güçlü kiriş hasarları.. 44
Şekil 3.11 : İç patlamayla duvarın yıkılması. 44
Şekil 4.1 : Dış duvar bileşen tipleri; birim, doğrusal ve yüzey bileşenler..... 47
Şekil 4.2 : Dış duvar sistemleri..... 48
Şekil 4.3 : Tuğla ve gazbeton birimlerden oluşan dış duvar uygulamaları.. 52
Şekil 4.4 : Doğrusal bileşenlerden oluşan dolgu dış duvar..... 54
Şekil 4.5 : Birim bileşenlerden oluşan dolgu dış duvarda eleman ağırlığı ve mesneti.
..... 55
Şekil 4.6 : Yatay yük etkisinde duvarın kemerleşmesi..... 56
Şekil 4.7 : Birim bileşenlerden oluşan duvarlarda derz..... 56
Şekil 4.8 : Pencerenin iki tarafında X çatlakları..... 58
Şekil 4.9 : Çerçeve tarafından tamamen sınırlandırılmamış duvar..... 58
Şekil 4.10 : Çerçeve ile ilişkisi kesilmiş dolgu duvar..... 59
Şekil 4.11 : Çerçeve düzlemi dışındaki duvarda burulma çatlakları.. 59
Şekil 4.12 : Bina oturması sonucu dolgu duvarda oluşan çatlaklar..... 59
Şekil 4.13 : Doğrusal bileşenden oluşan asma dış duvar uygulaması.. 60
Şekil 4.14 : Yatay doğrusal bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemi..... 64
Şekil 4.15 : Düşey doğrusal bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemi..... 65
Şekil 4.16 : Bir kat yüksekliğinde üstten ve alttan montajlı; iki kat yüksekliğinde
alttan montajlı düşey doğrusal bileşenlerden oluşan dış duvar..... 65
Şekil 4.17 : Yatay ve düşey doğrusal bileşenlerden oluşan asma dış duvar..... 66

Şekil 4.18 : Yatay taşıyıcı bileşenin maruz kaldığı yükler.. 67
Şekil 4.19 : Düşey taşıyıcı bileşenin maruz kaldığı yükler..... 68
Şekil 4.20 : Düşey ana taşıyıcılı doğrusal bileşenlerden oluşan dış duvarda yükler..69
Şekil 4.21 : Yatay ana taşıyıcılı doğrusal bileşenlerden oluşan dış duvarda yükler.. 69
Şekil 4.22 : Doğrusal bileşenlerden oluşan asma dış duvarlarda derzler..... 70
Şekil 4.23 : Düşey taşıyıcı bileşenlerin birleşiminde uygulanan derz.. 71
Şekil 4.24 : Yüzey bileşenden oluşan asma dış duvar sistemi..... 72
Şekil 4.25 : Yüzey bileşende elle yapılan yüzey işlemi..... 73
Şekil 4.26 : Metal ankraj üzerinde oluşan paslanmalar.. 74
Şekil 4.27 : Büyük yüzey bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemleri..... 77
Şekil 4.28 : Küçük yüzey bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemleri..... 77
Şekil 4.29 : Dış duvar yüzeylerinde meydana gelen bozulmalar ve kırılmalar.. 78
Şekil 4.30 : Büyük yüzeyli duvar elemanı için taşınma yöntemi örneği.. 78
Şekil 4.31 : Kiriş tarafından taşınan yüzey bileşenli dış duvar..... 79
Şekil 4.32 : Yüzey bileşenlerin birleşiminde uygulanan derzler.. 80
Şekil 4.33 : Çöp kutusundan çıkan bir yangının dış duvara etkisi..... 82
Şekil 4.34 : Dış duvar yangını.. 82
Şekil 4.35 : Kaynak uygulama esnasında çıkan yangının yayılması.. 83
Şekil 4.36 : HSBC genel müdürlük binası (İstanbul), 2003 yılındaki terör saldırısı sonucu asma dış duvar sisteminin göçmesi..... 84
Şekil 6.1 : Dış duvar sistemlerinde taşıyıcılık performansının irdelenmesi süreci.... 99
Şekil 6.2 : Ayrıntılı akış diyagramı..... 101

BETONARME KARKAS SİSTEMLERDE DIŞ DUVARIN TAŞIYICILIK PERFORMANSININ İRDELENMESİ

ÖZET

Mimar, hedeflediği bina sistemini tasarlarken aldığı her kararla bu kararı etkileyen pek çok değişkenden sorumlu olmaktadır. Mimari tasarım başlangıcında her tasarım kararının etkisinin matematiksel analizlerinin yapılması pratik değildir. Bu noktada farklı uzmanlık alanlarından görüş alınması önemlidir.

Bina strüktür ve kabuğu için en az 50-75 yıl, ısıtma, havalandırma, aydınlatma vb. servisler için 15 yıl, sabit iç mekan donatıları, asma tavan, kaplamalar ve enformasyon teknolojilerine yönelik ekipman için 5 yıl ömür biçilen günümüz koşullarında, strüktür ve yapı elemanları ile ilgili alınan kararların, neredeyse ortalama insan ömrüne yakın bir süre boyunca etkinliğini yitirmemesinin ve güvenli şekilde ayakta kalabilmesinin sağlanması açısından ne kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Günümüzde geçerliliği artan "farklı disiplinlerin birlikte çalışmasıyla tasarım" anlayışı ile bu konunun yalnızca binanın taşıyıcı sistem tasarımından sorumlu inşaat mühendisinin alanına girdiği şeklindeki anlayış birbiriyle örtüşmemektedir. Mimar, bina sisteminde mekanı fiziksel boyutlarıyla ortaya koyan her bir yapı elemanı için, maruz kaldığı doğal ve yapay etmenlerden kullanıcı konforunu sağlayacak şekilde faydalanılmasını sağlarken aynı zamanda bunların elemanın güvenli bir şekilde işlevini yerine getirmesine etkilerini irdelenmeyi de ihmal etmemelidir.

Buradan yola çıkarak bu çalışmada, betonarme karkas yapı sistemlerinde bina sisteminin alt sistemlerinden dış duvar yapı elemanının taşıyıcılık performansı incelenmiştir.

Birinci bölümde; giriş, problemin tanımı, amaç, kapsam ve yöntem belirtilmiştir.

İkinci bölümde, taşıyıcılık performansı kavramı açıklanmış ve taşıyıcılık performansını etkileyen etmenler belirlenmiştir.

Üçüncü bölümde, betonarme karkas taşıyıcı sistem bileşenleri ve etmenler karşısında davranışları incelenmiş ve dış duvar yapı elemanı sistemlerinin taşıyıcılık performansını etkileyecek bina performansları belirlenmiştir.

Dördüncü bölümde, dış duvar yapı elemanı sistemleri yapı sistemi ve bileşen türüne göre sınıflandırılmış ve etmenler etkisinde gösterdiği performanslar belirlenmiştir.

Beşinci bölümde; dış duvar yapı elemanı sistemlerinin etmenler karşısındaki taşıyıcılık performansını belirleyecek bina çevresi, bina, eleman ve malzeme düzeyleri ile kullanım süreci ile ilgili performans özellikleri incelenmiştir.

Altıncı bölümde; bu verilerle, betonarme karkas yapı sistemlerinde dış duvarın taşıyıcılık performansının mimari tasarım sürecinde irdelenebilmesini sağlayacağı düşünülen kontrol tabloları ve bir akış diyagramı oluşturulmuştur.

EVALUATION OF EXTERIOR WALL SYSTEMS INTEGRATED WITH REINFORCED CONCRETE STRUCTURAL SYSTEM IN TERMS OF STRUCTURAL PERFORMANCE

SUMMARY

Architects are responsible for every decision that affected by many variables while designing a building. Mathematical analysis of the effect of each design decision made at the beginning of architectural design is not practical, therefore taking a different view of different fields of expertise is important.

At least 50-75 years for the building structure and shell; 15 years for heating, ventilation, lighting, etc. services and 5 years for fixed indoor accessories, suspended ceilings, coatings and equipment for information technology are the expected life of the building sub-systems in today's conditions. The expected life of the building structure and the shell is almost close to the average human life, so the decisions related to the building and building elements design are so important to provide the effectiveness and its required strength and rigidity. Increasing the idea of "integrated working of different disciplines" and the conception about “the only individual responsible field of structural design is structural engineering” do not correspond to each other. Architects should not pass over evaluating the effects of environmental conditions and loads on building elements’ strength and stability while designing the building elements with the consideration of user requirements and built environment control.

In this study, structural performance of exterior wall systems, which is one of the significant sub-systems of the building system, is investigated with reinforced concrete structural system.

In the first chapter, problem definition, purpose, scope and method of the study are summarized.

In the second chapter, the concept of structural performance and factors affecting the structural performance of the building and building elements are determined.

In the third chapter, the components and elements of reinforced concrete structural system and their behaviours against the factors are examined.

Exterior wall systems which are integrated with the reinforced concrete structural system are classified according to the type of their structure and components in the fourth chapter. Then the behaviours of the exterior wall systems against the effects are examined.

In the fifth chapter, the properties of them in building environment, building system, element, material levels and about expected life of them are specified.

In the sixth chapter, with these data, control tables and a flow diagram which are thought to be useful to evaluate the structural performance of exterior walls in reinforced concrete frame building systems are composed.

1. GİRİŞ

Mimar hedeflediği bina sistemini tasarlarken aldığı her kararla bu kararı etkileyen pek çok değişkenden sorumlu olmaktadır. Mimari tasarım başlangıcında her tasarım kararının etkisinin matematiksel analizlerinin yapılması her zaman pratik değildir. Bu noktada farklı uzmanlık alanlarından görüş alınması önemlidir. Ayrıca bunların değerlendirilmesi ve tasarımda karar aşamalarının da pratik yollarla sağlanması, sürenin verimli kullanımı açısından önemlidir.

Bina strüktür ve kabuğu için en az 50-75 yıl, ısıtma, havalandırma, aydınlatma vb. servisler için 15 yıl, sabit iç mekan donatıları, asma tavan, kaplamalar ve enformasyon teknolojilerine yönelik ekipman için 5 yıl (Bilgin ve Utkutuğ, www.mmo.org.tr.) ömür biçilen günümüz koşullarında, strüktür ve yapı elemanları ile ilgili alınan kararların, neredeyse ortalama insan ömrüne yakın bir süre boyunca etkinliğini yitirmemesinin ve güvenli şekilde ayakta kalabilmesinin sağlanması açısından ne kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Günümüzde geçerliliği artan "farklı disiplinlerin birlikte çalışmasıyla tasarım" anlayışı ile bu konunun yalnızca binanın taşıyıcı sistem tasarımından sorumlu inşaat mühendisinin alanına girdiği şeklindeki anlayış birbiriyle örtüşmemektedir. Mimar, bina sisteminde mekanı fiziksel boyutlarıyla ortaya koyan her bir yapı elemanı için, maruz kaldığı doğal ve yapay etmenlerden kullanıcı konforunu sağlayacak şekilde faydalanılmasını sağlarken aynı zamanda bunların elemanın güvenli bir şekilde işlevini yerine getirmesine etkilerini irdelenmeyi de ihmal etmemelidir.

Bir çok farklı alt sistemin bir araya gelmesiyle oluşan bina sisteminin, doğal ve yapay etmenlerin etkisi karşısında kendisini oluşturan tüm eleman, bileşen, parça ve gereçleriyle gösterdiği davranış performans olarak tanımlanır. Yapı elemanı sistemlerinin kullanım ömrü boyunca ayakta kalmasını etkileyen etmenler olarak kendi ağırlığı ve üzerine gelen yükler, bu etmenler karşısında gösterdiği performans da bu yükleri taşıyabilme ve/veya etkileşimde olduğu diğer sistemlere aktarma şeklinde tanımlanabilir. Böylece uygulamanın tamamlanmasından sonra

karşılaşılabilecek, kullanıcı güvenliğini tehdit eden ve onarımı zor ve yüksek maliyet gerektiren durumların oluşmasının önüne geçilebilecektir.

Mimarın yapı elemanı tasarımında sistemin kullanım ömrü boyunca güvenli bir şekilde işlevini yerine getirmesini sağlamak için öncelikli olarak yapı elemanının taşıyıcılık performansını göz önünde bulundurması önemlidir. Bunun için yapı elemanlarının taşıyıcılık performansını belirleyen kavramların bilinmesi gerekir. Bu durum bu alandaki yetkin kişilerle konunun tartışılmasına ve değerlendirilmesine de kolaylık sağlayacak; mimar ve mühendisin uyumlu çalışması, işlev ve strüktürün de uyumlu olmasını sağlayacaktır.

Günümüzde bina sisteminin yapı elemanı alt sistemlerinden biri olan dış duvar sistemlerinin, çevresel ve kullanıcıya bağlı bir çok farklı etmenler etkisinde iç ortam koşullarını belirleyen ve binanın dış görünüşünü oluşturan sistemler olarak, mimarın ve kullanıcının istek ve gereksinimlerini karşılayabilecek bir çok farklı sistem seçenekleri uygulanmakta ve mimarın yaratıcılığı ile sistemin uygulanabilme niteliğini buluşturacak dış duvar sistemleri arayışı ile gelişmeye devam etmektedir.

Bu bağlamda, bu çalışmada dış duvar sistemlerinin yapısal, boyutsal ve fonksiyonel özelliklerini belirleyen mimarlar için dış duvar sistemlerinin maruz kaldığı etmenler etkisinde gösterdiği taşıyıcılık performansı irdelenmiştir.

1.1 Problemin Tanımı

Dış duvar yapı elemanı sistemlerinden; ısı, su, rüzgar gibi dış etmenlerin iç ortama geçişini engellemek, iç ortam konforunun sürekliliğini sağlamak, binaya etkiyen yükleri güvenle taşımak ve/veya aktarmak, binaya estetik bir görünüm kazandırmak gibi özellikler beklenir. Bu özelliklerin gerçekleşmesi kullanım ömrü boyunca sistemin güvenle ayakta kalmasına bağlıdır. Bu nedenle beklenen nitelikte bir sistem oluşturmak için sistemin taşıyıcılık performansının irdelenmesi gerekmektedir. Buradan hareketle bu çalışmada mimarlara dış duvar yapı elemanı sistemlerinin tasarım aşamasında taşıyıcılık performansının incelenmesini kolaylaştıracak ve hızlı bir şekilde kontrol edilmesini sağlayacak bir çözüm aranmaktadır.

1.2 Amaç

Bu çalışmada, Türkiye İstatistik Kurumu'nun belirlemesine göre 2009 yılında kısmen ya da tamamen biten betonarme karkas taşıyıcı sistemli binaların % 78.5 oranı ile en fazla uygulanan türü olan 2-6 katlı bina sistemlerinde dış duvar yapı elemanı sistemleri için, taşıyıcılık performansını etkileyecek etmenlerin ve bu etmenlerden kaynaklanan eleman davranışlarının belirlenmesi ile bina çevresi, bina, eleman ve malzeme düzeylerinde ve kullanım sürecinde göz önünde bulundurulması gereken performans özelliklerinin ortaya konduğu kontrol tablolarının oluşturulması amaçlanmaktadır.

Elde edilen verilerle oluşturulan kontrol tablolarının; mimarlar için, yapı elemanı sistemlerinin tasarım aşamasında taşıyıcılık performansının irdelenmesini kolaylaştıracak ve hızlı bir şekilde kontrol edilmesini sağlayacak bir kılavuz olacağı düşünülmektedir.

1.3 Kapsam

Bu çalışmada, Türkiye'de en fazla uygulanan 2-6 katlı betonarme karkas yapı sistemlerinde bina sisteminin alt sistemlerinden dış duvar sisteminin taşıyıcılık performansı incelenmiştir.

Birinci bölümde; giriş, problemin tanımı, amaç, kapsam ve yöntem belirtilmiştir.

İkinci bölümde, taşıyıcılık performansı kavramı ve taşıyıcılık performansını etkileyen etmenler ile binanın ve yapı elemalarının hangi performansı göstermesine neden olduğu belirlenmiştir.

Üçüncü bölümde, betonarme karkas taşıyıcı sistem bileşenleri ve etmenler karşısında nasıl performans gösterdiği incelenmiştir.

Dördüncü bölümde, dış duvar yapı elemanı sistemleri yapı sistemi ve bileşen türüne göre sınıflandırılmış ve dış duvar sistemlerinin etmenler karşısında nasıl performans gösterdiği ve etmenlerin önem öncelikleri belirlenmiştir.

Beşinci bölümde; taşıyıcılık performansını belirleyecek bina çevresi, bina, eleman, malzeme düzeylerinde ve kullanım sürecine bağlı olan hangi performans özelliklerinin göz önünde bulundurulması gerektiği belirlenmiştir.

Altıncı bölümde; bu verilerle, betonarme karkas bina sistemlerinde dış duvar elemanı için taşıyıcılık performansının mimari tasarım sürecinde irdelenebilmesini sağlayacağı düşünülen kontrol tabloları oluşturulmuştur.

1.4 Yöntem

Bu çalışmada, önce üniversitelerde hazırlanmış ilgili yüksek lisans ve doktora tezleri ve üst yapı mühendisliği ile ilgili çalışmaları olan mimarlar veya mühendisler tarafından hazırlanan yerli ve yabancı yayınlarla literatür taraması yapılmıştır. Daha sonra konu ile ilgili Türk ve yabancı standartlar ile yönetmelikler incelenmiştir. Bunun yanında üretici ve uygulayıcı firmalarla görüşülerek bilgi alınmıştır. Elde edilen verilerle bir dış duvar elemanının taşıyıcılık performansının; taşıyıcılık performansını etkileyen etmenler, etmenler etkisinde eleman performansı ve taşıyıcılık performansını etkileyecek performans özellikleri bağlamında irdelenmesine olanak sağlayacak kontrol tabloları hazırlanmıştır.

2. TAŞIYICILIK PERFORMANSI

2.1 Taşıyıcılık Performansı Kavramı

İnsanoğlu, binlerce yıl önce taşı yapı malzemesi olarak kullanmaya başladığında elinde iyi bir bağlayıcı malzeme olmadığından, uygulamada sınırlı kalmıştır. Helenistik ve Roma dönemi tapınaklarında, belirli açıklıkların geçilmesiyle tek parça taşlardan oluşan kirişler kullanılmıştır. Ancak taşın çekme dayanımı düşük olduğundan, geçilen açıklıklar sınırlı kalmış ve büyük kesitler gerektiğinden, ağır elemanların taşınması ve yerine konması büyük sorunlar yaratmıştır. Toplumların oluşmasıyla farklı yapılara ihtiyaç duyulmuş ve tapınak, depo, kale gibi çeşitli yapılar inşa edilmeye başlanmıştır. Geleneksel yöntemlerle inşa edilen bu yapılar, farklı ihtiyaç ve isteklerle yapı üretiminde de yeniliklere olan ihtiyacı artırmıştır. Önceleri deneyimlerle elde edilen yapım teknikleri, yerini zamanla teknolojiye ve farklı tasarım süreçlerine bırakmıştır. Örneğin, insanoğlunun daha büyük açıklıklar geçme tutkusu, tüm kesitin basınca çalıştığı kemer sistemlerini geliştirmiştir. Kireç ve doğal çimento gibi bağlayıcıların bulunması ile daha dayanıklı yapılar inşa edilebilmiştir. İyi bir bağlayıcı özelliği olan çimentonun ilk kez Romalılarca kullanıldığı sanılmaktadır. Romalılardan 18. yüzyıla kadar bağlayıcı konusunda önemli bir ilerleme olmamıştır. İlk çimento da 18. yüzyılda kullanılmıştır. Daha sonra çimentoya kum, çakıl ve su karıştırılarak elde edilen betonun çekmeye ve darbe etkilerine dayanıklı olmadığı görülerek bu malzemenin demir çubuklarla güçlendirilmesi yoluna gidilmiş ve betonarme 19. yüzyılda kullanılmaya başlanmıştır (Ersoy, 2001).

Binaların taşıyıcı sistem tasarımında önceleri teoriye dayalı olarak bulunan denklem ve sayılarla uygulamaya geçilmiştir. Ancak son yıllarda malzeme çeşitliliğinin giderek artması ve farklı malzemelerin bir arada kullanılması bu durumun yeterli olmadığını ortaya koymuş ve sayısal verilerin yapının davranışı ile ilgili bir yol gösterici olduğu fikrinin benimsenmesi sağlanmaya çalışılmıştır (Ersoy, 2001).

Bina sistemini oluşturan taşıyıcı sistem, yapı elemanı sistemleri ve servis sistemleri gibi alt sistemlerin her birinin ayrıntılı tasarımı farklı disiplinlerin sorumluluğundadır. Mimari tasarım, binanın tüm alt sistemleriyle bütünleşik olarak düşünülmesi gereken bir süreçtir ve amaç uygulanabilir bir ürün gerçekleştirmeye yöneliktir. Yani güvenli şekilde ayakta durabilecek binalar yapabilmektir. Bu da binanın ve onu oluşturan her elemanın maruz kaldığı yükleri taşıması ve/veya aktarması ile mümkündür.

Yük, kullanım süresi boyunca yapıyı etkileyebilecek; yerçekimi, yerkabuğunun yapısı, yer hareketleri, iklim olayları gibi doğa özelliklerinden kaynaklanan ve tasarımda göz önüne alınması gerekli olan, çeşitli fiziksel etkilerdir (düşey yükler; rüzgar, deprem vb yatay yükler, farklı temel oturmaları, sıcaklık değişiklikleri, sünme, büzülme vb sonucu oluşan şekil değişme etkileri) (TS 500, 2000).

Bina sisteminin ve onu oluşturan her yapı elemanı sisteminin işte bu etmenler karşısında gösterdiği davranış taşıyıcılık performansı olarak tanımlanır. Ön tasardan ayrıntılı tasarıma kadar, yani bina sistemi bütününden sistemi oluşturan alt sistemlere kadar, her bir elemanı oluşturan parça, bileşen ve malzemelerin dayanımlarından; sistem olarak bir araya gelme durumlarında taşıyıcılık performansından söz edilir.

Bina sisteminin alt sistemi olan taşıyıcı sistem tasarımında da mühendisler, binanın bulunduğu koşullara ve maruz kaldığı etkilere uygun taşıyıcılık performansı (taşıma davranışı) gösteren bir sistem tasarlamakla yükümlüdürler. Çatı, duvar, döşeme, merdiven gibi mekanı belirleyen yapı elemanlarını ayrıntılı olarak tasarlayacak mimar ile binayı taşıyan elemanların ayrıntılı tasarımını yapan mühendisin tasarım sürecinde sürekli etkileşim halinde hangi etmenlerin hangi sonuçlara sebep olacağı konusunda bilgi alışverişinde bulunmaları önemlidir. Örneğin, bina ile yapı elemanı sistemlerinin ve taşıyıcı sistemin ön tasar aşamasında alınacak form ve fiziksel boyut kararları, güvenli bir şekilde hizmet verebilmesini sağlamak adına sistemi oluşturacak her eleman için belirlenecek açıklık ölçütünü etkileyecektir. Buna göre oluşturulacak mekanın da kullanım alanı belirlenecektir.

Her bina tasarımı farklı amaçla yapılır. Dolayısıyla her bina farklı yüklerin etkisinde kalır. Bununla birlikte bina konumuna göre değişen çevresel etmenlerden, iklim ve zemin koşullarından etkilenir.

Bina içerisindeki her hacim de farklı amaçlara göre tasarlanır. Burada da hacmi oluşturan her yapı elemanının tasarımında taşıyıcılık performansını etkileyen etmenlerin öncelikleri, elemanın işlevine, çevresel etmenlere ve kullanıcı ihtiyaçlarına bağlı olarak belirlenen gereksinmelere göre değişir.

Yapı elemanları bulunduğu konuma bağlı olarak rüzgar, yağmur, kar, deprem gibi pek çok etmene maruz kalmaktadır. Bunun yanında, binanın ve kullanıcının kendi yükleri, kullanım amacına bağlı olarak ortamda ihtiyaç duyulan ekipmanların, eşyaların yükleri ile çarpma ve patlama gibi ani olarak gerçekleşebilecek kazalardan kaynaklanan ilave yüklerin etkisindedir. Tüm bu etkiler altında bina sisteminde oturma, çökme; eleman, bileşen, malzeme gibi alt sistemlerine inildikçe eğilme, burulma, uzama, kısalma, çözülme gibi fiziksel, kimyasal ve mekanik değişimler görülecektir. Her yapı elemanı için taşıyıcılık performansı; etmenlerin, bu etmenlerin karşısında yapı elemanının göstereceği performansın ve buna bağlı olarak incelenecek performans özelliklerinin ortaya konmasıyla belirlenebilir.

Bu çalışma bina sistemi bütününden eleman ve onu oluşturan bileşenlere kadar yani bütünden parçaya doğru olan bir bakış açısı ile ele alınmıştır. Ön tasarım aşamasında yapı elemanları ile ilgili bu şekilde yapılacak bir çalışmanın, detay çözümlerinde ve uygulama aşamasında tasarımcıya kolaylık sağlayacağı düşünülmektedir.

2.2 Taşıyıcılık Performansını Etkileyen Etmenler

Taşıyıcılık performansı kavramının açıklanmasının ardından bu bölümde taşıyıcılık performansını etkileyen etmenler ile genel olarak binanın ve yapı elemanlarının hangi performansı göstermesine neden olduğu incelenmiş ve ülkemizde yürürlükte olan ilgili Türk standartları ve yönetmelikleri belirlenmiştir.

Taşıyıcılık performansını etkileyen etmenler, sıcaklık, nem, güneş ışınları, rüzgar, yağış (yağmur, kar, dolu) gibi iklimsel olaylara; yerçekimi, deprem gibi doğal unsurlara; zemin, eğim, yön, bina aralıkları gibi arsa koşullarına; yangına, mikroorganizmalara, kullanıcıya; diğer binalar, yollar, servis sistemleri, araçlar gibi bina çevresi koşullarına bağlı olarak ortaya çıkmaktadır.

Bu etmenler, bina performansını etkileme süresine göre:

- sürekli etmenler: binanın kendi ağırlığı, sabit ekipman ağırlıkları, zemin-bina etkileşimi, sıcak değişimleri, sabit makinelerden kaynaklanan titreşimler,
- sürekli olmayan etmenler: insan, eşya, hareketli bölme elemanları, hareketli endüstriyel ekipmanlar,… gibi kullanıcı ve işleve bağlı yükler; yapım aşamasında karşılaşılabilecek yükler, patlama ve darbe yükleri gibi olası kazalardan kaynaklanan yükler, yangın; su (yağışlar), rüzgar yükü, deprem yükü, gibi yerel özelliklere göre değişen etmenler,
- zamana bağlı olarak maruz kalınan etmenler: su, nem, güneş ışınları, böcekler, bakteri ve yosun gibi biyolojik etmenler ve kirleticiler

olarak üç sınıfa ayrılabilir (Şekil 2.1).

Binanın taşıyıcılık performansını etkileyen etmenler ayrıca

- etkime şekline göre; doğrudan, dolaylı
- hareket özelliğine göre; sabit, hareketli
- doğal ve/veya statik tepkisine göre; statik, dinamik

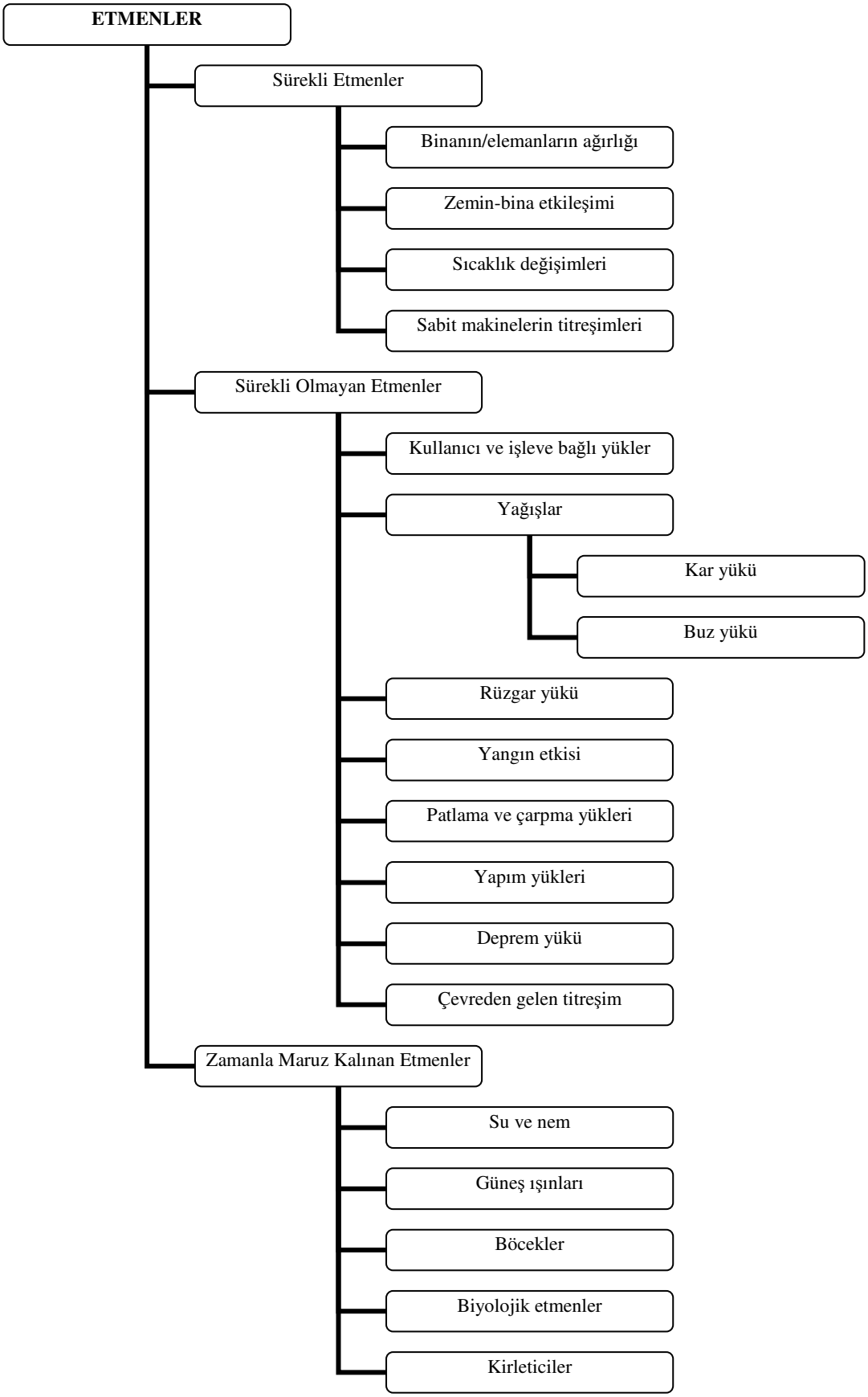
olarak sınıflandırılabilir, (Eurocode 0, 2002). Ayrıca yükler etkime doğrultularına göre yatay ve düşey olarak da sınıflandırılır.

2.2.1 Sürekli etmenler

Binanın sürekli olarak maruz kaldığı etmenlerdir. Bunlar binanın kendi ağırlığı, sabit ekipman ağırlıkları, zemin özellikleri, sıcaklık değişimleri, sabit makinelerden kaynaklanan titreşimlerdir.

2.2.1.1 Bina ağırlığı

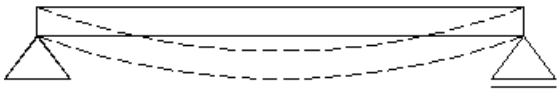
Bina sistemini oluşturan her alt sistem ve onların elemanları, bu elemanları oluşturan parça, bileşen ve malzemelerin her birinin ağırlıkları bina sisteminin sabit yükünü oluşturur. Binanın ağırlığı, çoğu durumda, her yapı elemanında kullanılan malzemenin standartlarda belirtilen karakteristik yoğunluk değeri ile mimari proje ve yine standartlar baz alınarak yapı elemanı için kabul edilen boyutların kullanılmasıyla hesaplanan karakteristik bir değerdir.



Şekil 2.1 : Bina performansını etkileme süresine göre etmenler.

Yoğunluk için bilgiler TS ISO 9194: Yapıların projelendirme esasları- taşıyıcı olan ve olmayan elemanlar, depolanmış malzemeler- yoğunluk standartında verilmektedir. Bu standart, yapıların kendi kütlelerinin taşıyıcı olmayan elemanlar ve depolanmış malzemelerin neden olduğu etkileri ve malzemeler ile ilgili sayısal yoğunluk değerlerini kapsar.

Sabit yükler yerçekimi etkisiyle oluşan düşey doğrultulu yüklerdir. Bina sisteminde yer alan her bir bileşenin ağırlığının etkisiyle elemanlarda eğilme gerçekleşir. Eleman yer değiştirme performansı gösterir (Şekil 2.2).



Şekil 2.2 : Kiriş yatay bileşeninin yer değiştirmesi.

Bina ağırlığı, bina taşıyıcı sistem eleman ve bileşenleri, yapı elemanları ile sabitlenmiş servis elemanlarını da içeren taşıyıcı olmayan tüm eleman ve bileşenleri kapsar. Bina taşıyıcı sistem eleman ve bileşenleri, binada yük taşıyan eleman ve bileşenler olarak tanımlanır: Kolon, kiriş, çerçeve, …gibi taşıyıcı sistem eleman ve bileşenleri. Taşıyıcı olmayan elemanlar (Eurocode 1-Part1-1, 2001):

- kaplamalar,
- bölme elemanları,
- hareketli bölme elemanları,
- korkuluk, güvenlik bariyerleri,
- asma tavanlar,
- yalıtımlar,
- mobilyalar,
- makineler,
- asansör ve yürüyen merdiven ekipmanları,
- havalandırma, ısıtma ve soğutma sistemleri,
- aydınlatma ekipmanları,
- borular,

- kablolar.

Önüretimli döşeme, dış duvar ve asma tavan gibi taşıyıcı olmayan eleman ve bileşenler için gerekli bilgiler, üretici firmalardan alınabilir. Sabit makine yükleri de standartlardan alınmalıdır. Diğer endüstriyel ekipmanlar için de üretici firmalara danışılabilir (Eurocode 1-Part1-1, 2001). Taşıyıcı olmayan elemanlardan hareketli bölme duvarları, mobilyalar, vinç gibi hareketli endüstriyel ekipmanlar sabit olmayan yükler olarak "kullanıcıya ve işleve bağlı yükler" sınıfındadır.

Taşıyıcı sistem tasarımında birçok durumda sabit yük, en önemli yüktür. Özellikle büyük taşıyıcı sistemlerle ağır malzemeden yapılan taşıyıcı sistemlerde sabit yük diğer bütün yüklerin belirli bir katı büyüklüğünde ve onlardan fazladır. Örneğin, çok amaçlı salon, tiyatro ve kilise gibi büyük hacimlerin ara kolonsuz olarak örtülmesinde boyutları çoğunlukla sabit yük kontrol eder (Salvadori, 1980).

Bina ağırlığını ve bina ağırlığını oluşturan her eleman ve bileşenlerin ağırlıkları bina sisteminin sabit yükünü oluşturur ve hiçbir zaman ihmal edilemez. Sabit yükün temel özelliği daima var oluşudur. Bu nedenle, bina ağırlığı sürekli etmenler arasında yer alır.

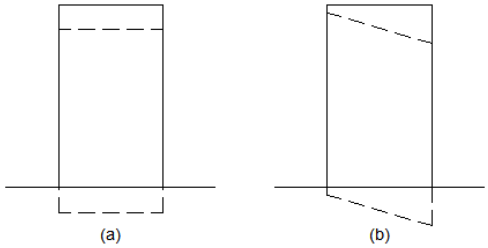
2.2.1.2 Zemin-bina etkileşimi

Tasarımın ön aşamalarında bina formu (plan, şekil, yükler, yer değiştirmeler ve yük aktarma yöntemi) ile bina zemininin özellikleri ve karşılıklı etkileşiminin göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Zemin, bir bağlayıcı ile tamamen veya kısmen çimentolanmış, değişik türden minerallerin su ve/veya hava ile karışımı ile oluşmuş bir inşaat malzemesi olarak tariflenmiştir. Zeminler anakayacın ayrışması ile yerinde veya türlü etkenlerle ayrışma ürünlerinin başka yere taşınıp birikmesi ile oluşurlar. Genel karakteristiğiyle homojenden ziyade farklı bir çok tanecikten meydana gelen heterojen malzemelerdir. Bir başka deyişle, fiziksel ve mekanik özellikleri kitle içinde yerel ve yöne bağlı önemli değişiklikler gösterir. Bir zeminde çevre koşullarına bağlı olarak danelerle birlikte su, hava veya bunlardan her ikisi birlikte bulunabilir. Bu öğelerin oranları zeminlerin tüm özelliklerini etkileyebileceği gibi değerlerine bakılarak zeminin türü ve olası davranışlarını tahmin etmek de mümkündür (Önalp, 2007).

Standartlarda zeminler, iri ve ince dane oranlarına, nem içeriğine, kıvamına ve farklı büyüklükteki danelerin dağılımına bağlı olarak sınıflara ayrılmıştır. Zemin sınıfları, TS 1500: İnşaat mühendisliğinde zeminlerin sınıflandırılması standardında verilmiştir. Bu standart, bir zemini bir veya iki simge ve bir ad vererek inşaat mühendisliğinde kullanılan sınıflandırma metodunu kapsar.

Zeminde üzerine gelen yükler etkisiyle bahsedilen özelliklerine bağlı olarak deformasyon oluşur. Statik yükler altında zemin, bünyesindeki suyun boşlukları terk etmesi ve kısmen de hava boşluklarının azalması sonucu sıkışır. Bunun etkisiyle binada oturma meydana gelir (Şekil 2.3). Deformasyon artarsa göçme oluşur. Deformasyonun şekline göre yapı eğilir, devrilir ya da göçer (Karaca, 1998).



Şekil 2.3 : Zemin deformasyonuna göre bina performansı

(a) düzgün oturma, (b) farklı oturma.

Zemin-bina etkileşimi, binanın üzerine inşa edildiği yer olarak zeminle sürekli temas halinde olmasından dolayı sürekli etmenler içerisinde yer almaktadır.

2.2.1.3 Sıcaklık değişimleri

Sıcaklık değişimi binanın bulunduğu yere göre değişen bir sürekli etmendir. Ülkemizde birçok bölgede yaz-kış ve gece-gündüz sıcaklık farkları oldukça fazladır. Bu değişime maruz kalan yapı elemanları sıcaklık artışıyla genleşir, azalışıyla da büzülür. Yani boyutsal şekil değiştirme performansı gösterir.

Genleşme, ısı etkisiyle bir cismin yapısı değişmeksizin hacimce büyümesi olarak tanımlanır (Hasol, 1995). Isı enerjisi emen cisimlerin iç enerjisi artar ve sıcaklığı yükselir. Depolanan ısısal enerjinin büyüklüğü (özgül ısı), iletilme hızı (ısısal iletkenlik) ve boyutlardaki değişmeler (ısısal genleşme) malzeme türüne, iç yapıya ve çevre koşullarına bağlı birer ısısal özelliktir (Karaca, 1998).

Binalarda aynı koşullarda, genleşme özellikleri farklı birçok yapı malzemesi birlikte kullanılmaktadır. Bunun sonucunda sıcaklık değişimine her bir malzeme farklı tepki

vermekte yani boyutsal değişimleri farklı olmakta ve birtakım sorunlar ortaya çıkmaktadır; çünkü her malzemenin genleşme katsayısı farklıdır. Boyutsal genleşme katsayısı, sıcaklıktaki her bir derecelik artış için bir malzemenin uzunluğunun, birim başına düşen genleşme olarak tanımlanır (Hasol, 1995). Betonarme ve çelik gibi genleşme katsayısı büyük yapı malzemelerinde, alan ölçülerinin de büyük olması halinde meydana gelen hareketler birkaç santimetre civarında olmaktadır (Özer, 1974).

Yapı elemanında sıcaklık farkı ile meydana gelebilecek genleşme (boy farkı); yapı elemanının ilk boyuna, sıcaklık farkına ve malzemenin genleşme katsayısına bağlıdır. Sıcaklığın artmasıyla oluşan boysal ve hacimsel büyümenin tersine, sıcaklığın azalmasıyla oluşan küçülmeye daralma denir. Her ikisi birden ısıl hareketi oluşturur. Eleman ve bileşenlerin birleşim detaylarının doğru çözümlenmediği ve yeterli önlem alınmadığı takdirde aşırı genleşme ve daralma etkisinde kalan malzemede, genleşme katsayısı, sıcaklık farkı ve malzemenin elastisite modülüne bağlı olarak gerilmeler doğmaktadır (Toydemir ve diğ.,2000).

Genleşme güneşin yapı üzerindeki etkisinden kaynaklanabileceği gibi yüksek derecede sıcaklıkta çalışan fabrika gibi endüstri yapılarında da ortam sıcaklığı sebebiyle gerçekleşir. Bu tip yapılarda ısı kaynağı ile etrafındaki yapı bölümleri arasında veya ısı kaynağının bulunduğu bölüm ile dışarısı arasındaki sıcaklık farkı da genleşmeye sebep olur. İç ve dış sıcaklık farkı bir yüzde çekme, diğer yüzde basınç gerilmeleri meydana getirir (Karaca, 1998). Binada klima sistemlerinin de iç ve dış ortam sıcaklık farkını artıracağı göz önünde bulundurulmalıdır.

Atmosferle sürekli temas halinde olan bina sistemi için sıcaklık değişimleri sürekli olarak maruz kaldığı bir etmendir. Sıcaklık değişimleri ile ilgili TS EN 1991-1-5: Yapılara olan etkiler - Bölüm 1-5: Genel etkiler - Isıl etkiler (Eurocode 1) standartı yürürlüktedir. Bu standart, bina, köprü ve diğer yapıların ve onların taşıyıcı eleman ve bileşenlerinin ısıl etkilerle ilgili hesaplamaları ve dış duvar kaplamalarının ısıl etkilerle ilgili hesap ilkelerini içermektedir. Buna göre, dış ve iç ortam sıcaklık farkı; duvar iç yüzeyinin ısı direnci, duvar dış yüzeyinin ısı direnci, ısı iletkenliği ve yüzeyin kalınlığına bağlı olan eleman bütününün ısıl direncine bağlı olarak dış duvarın ısı aktarımı belirlenebilmektedir.

2.2.1.4 Sabit makinelerden kaynaklanan titreşimler

Endüstri ve sanayi yapılarında titreşim yapan makineler binanın hizmet edebilirliğini etkileyen bir sürekli etmen olmaktadır. Tekrarlı yükleme etkisiyle taşıyıcı bileşen, hesaplanan gerilme değerinin altında bir değerde dayanımını yitirir. Bu olay yorulma olarak adlandırılır. Yorulma, tekrarlı yüklerin etkisinde olan tüm taşıyıcı bileşenlerde ve makine bileşenlerinin tasarımında göz önünde bulundurulmalıdır (Beer ve diğ., 2001). Ağır bir makine, parçalarındaki hareket dolayısıyla titreşim yapabilir. Eğer bu titreşimin periyodu makineyi taşıyan taşıyıcı sistemlerin periyoduna eşit olursa, makinenin titreşimleri taşıyıcı sisteme geçer ve taşıyıcı sistem artan genliklerle salınım yapmaya başlar (Salvadori,1980). Bunun devamında taşıyıcı bileşenin hasar görmesine sebep olur.

Yukarıda bahsedildiği gibi, bina fonksiyonunun gerektirdiği durumlarda bina içerisinde bulunan hareketli olmayan makinelerin titreşimi bu tip binalarda sürekli etmen olarak göz önünde bulundurulmalıdır. Sabit makine titreşimleri için gerekli önlem onu taşıyan döşeme yapı elemanında yeterli olmazsa yapısal olmayan elemanlarda çatlak ve duvar sistemlerinde yapısal hasar oluşturabilmektedir (Bachmann ve Ammann, 1987). Döşeme elemanı standartlarda verilen sınır değerlere göre boyutlandırıp donatılandırılarak titreşim önlenebilir. Ayrıca makinenin titreşimini sönümleyecek önlemlerle engellenebilmektedir.

Ülkemizde TS 500: Betonarme yapıların tasarım ve yapım kuralları standartında döşeme elemanıyla ilgili boyutlama ve donatı ilkeleri verilmektedir. Ayrıca gürültü kontrolü açısından konut ve ofis olarak kullanılan binalarda, elektrik motoru, pompa, fan gibi makine ve teçhizatın sebep olacağı titreşimler belli değerlerle sınırlandırılmıştır. Bu değerler, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'nde verilmiştir. Bu yönetmelikte, çeşitli titreşim kaynaklarının sebep olacağı çevresel titreşimin kontrol altına alınmasına ilişkin esaslar belirtilmiştir. Bu değerlerin üzerinde titreşim oluşturan makine ve teçhizat için, başta titreşim yalıtımı olmak üzere gerekli teknik tedbirler alınarak, binada ölçülen titreşimlerin sınır değerlerin altına indirilmesi gerektiği belirtilmektedir.

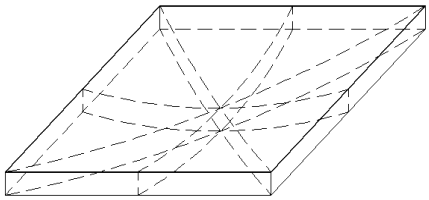
2.2.2 Sürekli olmayan etmenler

Binanın sürekli olarak etkisi altında olmadığı etmenlerdir. Bunlar insan, eşya, hareketli bölme elemanları, hareketli endüstriyel ekipmanlar,… gibi kullanıcı ve

işleve bağlı yükler; yağışlar (kar yükü, buz yükü), rüzgar yükü, deprem yükü gibi yerel özelliklere göre değişen yükler; yangın; patlama ve çarpma yükleri, yapım (konstrüksiyon) yükleri ve çevreden gelen titreşimlerdir.

2.2.2.1 Kullanıcı ve işleve bağlı yükler

Bu yükler insan, eşya, makine gibi kullanıcının ve kullanıcı ihtiyaçlarına ve mekanın işlevine göre gerekli eşyaların yükleridir. Bu yüklere "hareketli yük" de denir. Düzgün yayılı yük, doğrusal yük, noktasal yük ya da bu yüklerin kombinasyonları olarak hesap edilir. Bu değerler de çoğu değişken ve belirsiz olduğu için hesaplarda yönetmelik yazarları tarafından "ortalama değerler" olarak belirtilmiştir. Örneğin, döşeme elemanının taşıyacağı yükler, kullanıcıya, mobilyanın yerleştirilişine, makinelerin ağırlığına, eşyaların depolanma biçimine göre o kadar değişir ki yönetmelikler bu yükler yerine bir eşdeğer yük verirler. Bu eşdeğer yük, istatistiksel gerçeklere dayanarak her bina türü için ayrı ayrı saptanır ve zamanla yeni durumlar ortaya çıktıkça gerekli düzeltmeler yapılır (Salvadori, 1980). Bu yükler döşemeler tarafından kolon, kiriş, duvar gibi diğer taşıyıcı elemanlara aktarılır. Bu yüklere maruz kalan döşeme elemanı yer değiştirme performansı gösterir (Şekil 2.4).



Şekil 2.4 : Döşeme elemanının yer değiştirme performansı.

Eşdeğer yük, en uygunsuz koşullarda bile döşemenin yıkılmadan ya da kullanılmayacak derecede deformasyon yapmadan hizmet vereceği şekilde saptanmalıdır. Bundan dolayı standartlarda verilen yük, yıkılmaya veya kabul edilmeyecek deformasyona neden olacak yükün birkaç katı olmalıdır. Gerçek yük ne derece belirsizse yönetmeliklerde kabul edilen katsayı o derece büyük olur. Döşeme yükü olarak birim alana etkiyen düzgün yayılı bir yük kabul edilir (Salvadori, 1980). Örneğin, ülkemizde konut döşemeleri için Türk standartlarında verilen 2 kN/m^2 düzgün yayılı hareketli yük hesap değeri, sinema salonlarının döşemesi için 5 kN/m^2 düzgün yayılı hareketli yük hesap değeri kullanılmaktadır. Bu değerler TS 498: Yapı elemanlarının boyutlandırılmasında alınacak yüklerin hesap değerleri standardında verilmiştir. Bu standart; konutlar, bürolar, resmi daireler, okullar, hastaneler, spor

tesisleri, eğlence yerleri, garajlar vb. yapılardaki taşıyıcı eleman ve bileşenlerin (kagir, beton, betonarme, ahşap, çelik vb.) boyutlandırılmasında alınacak yüklerin hesap değerini kapsar. Ağır ekipman yüklerine (endüstriyel mutfak, radyoloji odası, kazan dairesi, … gibi) işveren ve ilgili otorite arasında karar verilmelidir.

Kullanıcı aktiviteleri; spor salonları, dans gibi aktivitelerinin yapılacağı binalarda döşeme yapı elemanı için titreşim oluşturması açısından göz önünde bulundurulmalıdır.

Kullanıcı kaynaklı bir diğer etmen de darbe yüküdür. Dış duvar sistemlerinde kullanıcı kaynaklı darbe yükünün göz önünde bulundurulması gerekir.

2.2.2.2 Yağışlar

Havada değişken oranlarda bulunan su buharı yeryüzüne yağmur, kar, dolu şeklinde inmektedir. Binanın dış kabuğunu oluşturan çatı ve duvar yapı elemanları bu yağışlardan etkilenmektedir. Duvarlar düşey elemanlar olduğu için daha az etkilenmekte, çatılar ise yatay ya da eğik gibi şekillerde olduklarından yağış etkilerine daha fazla maruz kalmaktadır.

Su, bina bünyesine çeşitli fiziksel şekillerde nüfuz etmektedir. Bu da yapı malzemesinde fiziksel ve kimyasal bir takım değişimlere sebep olmaktadır. Bu konu "zamanla maruz kalınan etmenler" başlığı altında incelenmiştir.

Kar ise, kar yağışının çok olduğu ve çatıda uzun süre kaldığı bölgelerde çatı tasarımı için ve eğik dış duvar sistemlerinde göz önünde bulundurulması gereken bir etmen olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunun bağlı olduğu etkenler coğrafi ve meteorolojik şartlardır.

Yağış ayrıca soğuk iklime sahip bölgelerde buzlanmalara da sebep olmaktadır. Bunun için genel olarak geçerli bir değer buz yükü için verilememektedir. Çünkü buz oluşumu bir çok değişkene (rüzgar yönü, yükseklik, nem, hava sıcaklığı, yapı malzemesi cinsi vs. gibi) bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Özellikle dağlık bölgelerde, nemli rüzgarların estiği bölgelerde veya büyük su birikintileri civarında meydana geldiği gibi, sahile yakın yerlerde ve nehir kenarlarında da ortaya çıkabilmektedir (TS 498, 1997).

Mutlaka buz yükü değeri hesaba katılması gerekiyorsa ve bunun için elde yeterli veri yoksa, buzlanma tehlikesine maruz kalacak bölgelerde deniz seviyesinden 400 m ve

daha yüksekteki yerler için buzlanmaya maruz kalacak yapı elemanlarının bütün yüzeylerinin 3 cm kalınlıkta buz ile kaplı olduğu kabul edilir. Buz birim hacim ağırlığı hesaplarda 7 kN/m^3 olarak alınır (TS 498, 1997).

Kar ve buz yük değerleri, TS 498: Yapı elemanlarının boyutlandırılmasında alınacak yüklerin hesap değerleri standardında verilmiştir. Ayrıca TS EN 1991-1-3: Yapılar üzerindeki etkiler - Bölüm 1-3: Genel etkiler - Kar yükleri (Eurocode 1) standartı da binaların yapısal tasarımı ve inşaat mühendisliği uygulamalarında dikkate alınacak kar yükünün belirlenmesi için kılavuz bilgi vermektedir.

2.2.2.3 Rüzgar yükü

Bina tasarımında rüzgarın statik ve dinamik etkilerinin göz önünde bulundurulması oldukça önemlidir. Rüzgarın yapılar üzerindeki etkisi,

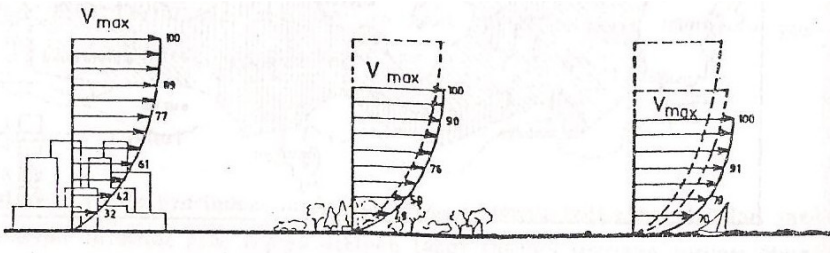
- rüzgarın esiş hızına,
- esiş doğrultusuna,
- binanın yerden yüksekliğine,
- binanın geometrisine,
- binanın baskın rüzgar yönüne göre konumuna,
- çevre yapıların konumuna

göre değişir (Örsen ve Yamantürk, 1991).

Statik etkiler, rüzgar tarafından binanın dış yüzeyinde oluşturulan basınç (basma ve çekme etkisinde), sürükleme ve kaldırma kuvvetidir. Bu etkiler rüzgar hızının karesi ile doğru orantılıdır. Bu nedenle binanın bulunduğu bölgedeki rüzgar hızının uzun yıllar boyunca gözlenen en büyük değerlerinin bilinmesi oldukça önemlidir. Bu veriler ışığında, statik etkilerden doğabilecek zararlar küçük boyutta olup önlenebilmektedirler (Özmen, 2006).

Rüzgar basınç değerleri saatte kilometre olarak yerden 9 m yukarıda 50 yıllık bir aralık için maksimum yıllık hafif rüzgar hızının bir fonksiyonu olarak saptanır. Rüzgar basınç değerleri ayrıca yüksekliğe bağlı olarak artar ve bölgenin pürüzlülük özelliğine göre değişir. Örneğin; şehir merkezlerinde, açık ağaçlıklı arazide, düz ve çıplak arazide değerleri farklıdır (Şekil 2.5) (Örsen ve Yamantürk, 1991). Ayrıca

yüksek yapıların yoğun olduğu bölgelerde meydana gelen hava sıkışması etkisiyle yağmur sularının ve kar yağışının üst katlara doğru çıkması söz konusudur.



Şekil 2.5 : Yüzey pürüzlülüğünün rüzgar hızına etkisi.

Genellikle rüzgar yönünde binada basınç, rüzgar altı tarafında emme oluşur. Rüzgar yükünün bu etkisiyle ilgili binanın zeminden yüksekliğine ve rüzgar hızına göre değişen basınç ve emme değerleri, TS 498: Yapı elemanlarının boyutlandırılmasında alınacak yüklerin hesap değerleri standardında verilmiştir (Çizelge 2.1). Rüzgar yükünün yüzeye dik etkidiği kabul edilir. Ayrıca TS EN 1991-1-4: Yapılar üzerindeki etkiler - Bölüm 1-4: Genel etkiler - Rüzgâr etkileri (Eurocode 1) standartı yürürlüktedir. Bu standard, binaların ve inşaat mühendisliği işlerinin yapısal tasarımında doğal rüzgâr etkilerinin tayini için kılavuz bilgileri kapsar.

Çizelge 2.1 : Yüksekliğe bağlı olarak rüzgar hızı ve emme.

ZEMİNDEN YÜKSEKLİK (m)	RÜZGAR HIZI – v (m/s)	EMME – q (kg/m2)
0-8	28	50
9-20	36	80
21-100	42	110
> 100	46	130

Dinamik etkiler, özellikle yüksek binalar, asma köprüler, enerji nakil hatları, anten direkleri, kuleler ve petrol platformları gibi yapılar için büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle, bu tez kapsamına alınmamıştır.

Narin çelik konstrüksiyonda buzlanma sonucu artacak rüzgara maruz yüzeyler dolayısı ile rüzgar yüklerinde oluşacak artışın projelendirmede dikkate alınması gereklidir.

2.2.2.4 Yangın etkisi

Taşıyıcılık bağlamında yangın etkisini incelemek; yangının süresi, taşıyıcı elemanların birbiriyle etkileşimi, malzeme özelliklerinde meydana gelebilecek değişimler gibi pekçok değişkeni içeren karmaşık bir süreçtir. Yangın dayanımı, kullanılan malzemenin yangın dayanımı özelliğiyle doğrudan ilişkilidir. Binanın çeşitli eleman ve parçalarının üzerindeki yangın etkisi, sıcaklığın düzeyine ve süresine bağlıdır. Yangın etkisi ile yapı elemanlarında ve binada genleşme ve yapısal hasar; malzemede yumuşama, erime meydana gelebilmektedir.

Binayı oluşturan malzemeler, yangınla karşılaşma sırasına göre,

- mobilya gibi döşeme malzemeleri,
- bitirme ve dekorasyon malzemeleri,
- yalıtım malzemeleri; özellikle ısı ve ses yalıtkanları,
- strüktürel (yapısal) malzemeler

şeklinde gruplandırılabilir (Toydemir ve diğ.,2000).

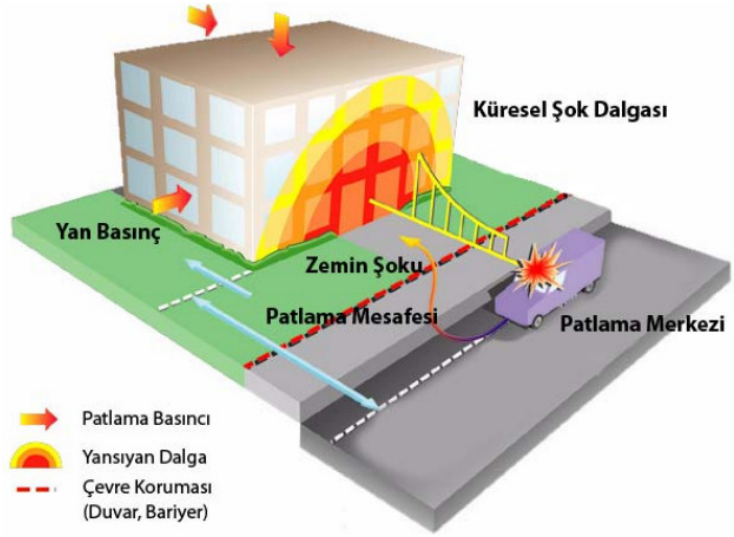
Buna göre, mekandaki eşyaların, bina sistemi ve yapı elemanlarının dış yüzünü oluşturan yalıtım ve kaplamaların, bina taşıyıcı eleman ve bileşenlerinin malzemesinin yangın dayanımı önemlidir. Yangının elemandan elemana yayılmasını önlemek için de uygun mimari detay çözümlerinin uygulanması gerekir.

Tasarımda yangın etmenini göz önünde bulundurmak için kullanılacak malzemenin yanıcı olup olmadığını bilmek gerekir. Malzemelerin yanıcılık özellikleri, TS EN 13501- 2: Yapı malzemeleri ve bina elemanları - Yangın sınıflandırılması - Bölüm 2: Yangına dayanım deneylerinden elde edilen veriler kullanılarak sınıflandırma (Havalandırma tesisatları hariç) standartında verilmiştir. Bir de yangın etkisi ile ilgili TS EN 1991-1-2: Yapılar üzerindeki etkiler - Bölüm 1-2: Genel etkiler - Yangına maruz kalan yapılar üzerindeki etkiler (Eurocode 1) standartı yürürlüktedir. Bu standart, yangına maruz kalan yapılar üzerindeki ısıl ve mekanik etkiler ile ilgilidir. Ayrıca Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik yürürlüktedir. Bu yönetmelikte, Türkiye genelinde her türlü yapı, bina, tesis ile açık ve kapalı alan işletmelerinde alınacak yangın önleme ve söndürme tedbirlerini, yangının ısı, duman, zehirleyici gaz, boğucu gaz ve panik nedeni ile oluşan can güvenliğine yönelik tehlikeleri en aza indirmek için gerekli olan tasarım, yapım, kullanım, bakım ve

işletim esaslarını kapsar. Ayrıca üretici firmadan TSE onaylı malzeme bilgilerine de başvurulabilir.

2.2.2.5 Patlama ve çarpma yükleri

Bu yükler patlama, çarpma gibi ani olarak meydana gelebilecek olaylardan kaynaklanan yüklerdir. Patlama anında patlama merkezinden dışarıya doğru yayılan basınç darbesinin etrafındaki havayı itmesiyle patlama dalgası oluşmaktadır (Şekil 2.6). Patlama dalgasının büyüklüğü veya şekli enerji çıkışının yapısına ve patlama merkezinden olan uzaklığa bağlıdır. Herhangi bir yapıyla engellenmemiş bir alanda, basınç dalgaları, bir kaç milisaniyelik bir süre içinde basınç darbesi şeklinde mümkün olan bütün yönlere doğru yayılırlar (FEMA 426). Patlama, bina çevresinde patlayıcı madde taşıyan araçlardan kaynaklanan dış patlama olabileceği gibi bina çevresinde ya da bina içinde mekanik ekipmanlardan kaynaklanan iç patlama şeklinde de gerçekleşebilir.



Şekil 2.6 : Patlama etkileri (FEMA 427; Saatçi, 2010).

Patlama ve çarpma gibi olaylara bağlı yapılacak tasarımda, tetikleyen olayın gerçekleşme olasılığı ve can kaybı, çevreye verdiği hasarlar, ekonomik kayıplar gibi olası sonuçları istatistiksel verilere dayanarak ve risk analizi yöntemlerinden faydalanılarak belirlenmelidir. Olası hasarları önlemek ya da azaltmak için koşullar irdelenmelidir (Eurocode 1-7, 2003).

Çarpma etkisi,

- otoparklar,

- endüstri yapıları gibi içerisine kamyon, istifleme araçlarının girebildiği binalarda,
- araç trafiğine, tren yoluna yakın binalarda,
- iskele gibi kıyı yapılarında,
- helikopter inecek şekilde tasarlanmış çatılarda

göz önünde bulundurulmalıdır (Eurocode 1-7, 2003).

Patlama ve çarpma yükleri, binada ve/veya yapı elemanlarında ağır yapısal hasarların oluşmasına sebep olmaktadır. Yapılan araştırmaya göre patlama ve çarpma yüklerinin etkisi, bina çevresi ve bina düzeyinde kontrollü/kontrolsüz geçiş yapılabilen alanlar ve bina geometrisi ile ilgili uygun planlama kararları ile değişebilmektedir.

Türkiye'de TS EN 1991-1-7/AC: Yapılar üzerindeki etkiler - Bölüm 1-7: Genel etkiler - Kazara oluşan etkiler (Eurocode 1) standartı yürürlüktedir. Bu standartta, patlama ve çarpma ile ilgili yük tanımlamaları ve hesapları verilmektedir.

2.2.2.6 Yapım yükleri

Binanın tasarımında göz önünde bulundurulan yükler yanında yapımı sırasında da maruz kalacağı tasarım yüklerinin çok üstünde yük etkisinde kalması söz konusudur.

Bunlar;

- çalışanlar ve kullandıkları aletlerden,
- malzemelerin depolanmasından,
- geçici olarak kullanılacak ekipmanlardan,
- hareketli makinelerden,
- atık malzemelerin birikmesinden kaynaklanabilir.

Ayrıca inşaat sırasındaki

- hazır elemanların taşınması,
- vinç kullanımı,
- iskele gibi geçici strüktürlerin zemin ve bina ile etkileşimi,
- uygulama sırasında mesnetlerde yer değiştirmelerin oluşması,

- malzeme özelliklerine göre sıcaklık değişimlerine,
- su ile etkileşimine bağlı olarak oluşabilecek kimyasal ve fiziksel etkileşimler (kalıba dökülen betonda ısısal değişimlerine bağlı olarak sıcaklığın yükselmesi),
- malzemeye bağlı olarak büzülme

olaylarının dikkate alınması önemlidir (Eurocode 1, Part 1-1, 2001).

Yapım yükleri, binanın uygulama sürecinde hasar görmesine sebep olabilir.

Türkiye'de yapım yükleri ile ilgili TS EN 1991-1-6/AC: Yapılar üzerindeki etkiler - Bölüm 1-6: Genel etkiler - Yapım esnasında oluşan etkiler (Eurocode 1) standartı yürürlüktedir. Bu standart, bina yapım sürecinde dikkate alınması gereken genel kuralları, yapım yükü tanımlarını ve hesaplamalarını içermektedir.

2.2.2.7 Deprem yükü

Önemli bir deprem kuşağında bulunan Türkiye' nin alan olarak %92' si, nüfus olarak %95' i aktif deprem kuşağı üzerinde bulunmaktadır, Koçak (www.scribd.com), (Şekil 2.7). 1999 yılında meydana gelen Gölcük ve Düzce depremleri, önceki depremlerden farklı sonuçlar doğurmamış ve ülkemizde depremin gözardı edilemez bir etmen olduğu, maalesef bu şekilde tekrar hatırlanmıştır.

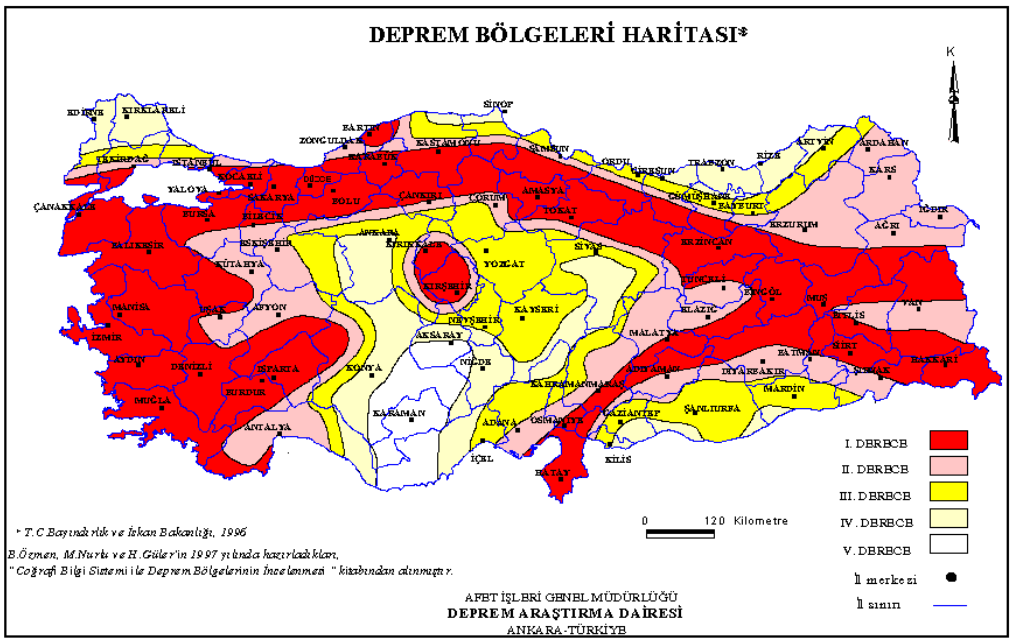
Deprem kuvvetleri yer çekimi kuvvetinin aksine, zemine doğru değil, yapıyı tutan toprakta başlayarak binaya doğru hareket eder. Deprem yükleri farklı yük yollarında hareket ederken binada gerilme, kesme, basınç, eğilme ve burulmaya yol açar. Bu etkiler belli değerleri aştığında zarar yıkıcı olabilir. Bu sebeple birçok bina deprem kuvvetlerinin etkilerine karşı koyabilmek için yanal güçlere dayanabilecek şekilde tasarlanmaktadır (Alpur, 2009).

Yıkıcı depremlerden çıkarılan dersler, depreme dayanıklı yapı tasarımı için aynı önemde ve aynı anda üç temel koşulun bir araya getirilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır (Akbulut, 2005):

a. Depreme dayanıklı mimari tasarım

b. Yasa ve yönetmeliklere uygunluk

c. Nitelikli malzeme, uygulama ve denetim

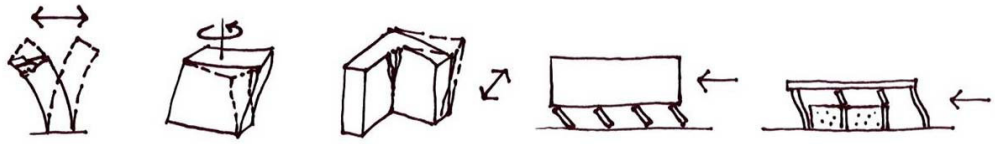


Şekil 2.7 : Türkiye deprem bölgeleri haritası (www.deprem.gov.tr).

Mimar tarafından mimari tasarım süreci eskiz aşamasında karar verilecek olan bina geometrisi, yapı elemanlarının yatay ve düşey doğrultularda düzenlenmesi ve binanın sabit yükünü oluşturan ağırlıkları, taşıyıcı sistem seçimi; taşıyıcı sistemin deprem yükleri altındaki performansı açısından önemlidir. Mimari tasarım açısından hatalı ve eksik tasarım kararları, özellikle rezonans, burulma, farklı salınımlara bağlı gerilme yığılmaları, deprem yükleri altında bazı yapı bölümlerinin zayıflaması (yumuşak kat etkisi), deprem yüklerinin bazı elemanlar üzerinde yoğunlaşması (kısa kolon etkisi vb.) gibi etkenlere bağlı olarak yıkıcı hasarlara neden olabilmektedir (Şekil 2.8). Mimari biçimlenmede, mimari tasarım açısından hatalı ve eksik tasarım kararlarının önüne geçilebilmesi için mimarların depreme dayanıklı yapı tasarımında aşağıdaki konulara dikkat etmesi önerilmektedir (Akbulut, 2005):

- bina taşıyıcı bileşenlerinin planda düzenlenmesi,
- bina taşıyıcı bileşenlerinin kesitte düzenlenmesi
- bina yüksekliği
- yapı elemanlarının bina sistemindeki dağılımı (merdiven, dış ve iç duvarlar)
- kısa kolon etkileri
- yumuşak kat etkileri
- yapısal elemanların biçimleri ve oranları

- taşıyıcı olmayan elemanların biçimlenmesi.



Şekil 2.8 : Rezonans, burulma, farklı salınım, yumuşak kat etkisi, kısa kolon etkisi (Akbulut, 2005).

Taşıyıcı sistemi çok iyi hesaplanmış, ancak düzensiz taşıyıcı sisteme sahip bir yapının deprem davranışı, taşıyıcı sistemi kabaca hesaplanmış, ancak taşıyıcı sistemi oldukça düzenli olan bir yapının davranışından daha olumsuzdur. Taşıyıcı sistemi iyi düzenlenmemiş bir yapının depremde davranışını hesapla artırmak olanaklı değildir (Akbulut, 2005).

Deprem, binalarda ağır yapısal hasar ile can ve mal kayıplarına sebep olmaktadır. Bu sebeple binanın depreme dayanımı konusu ihmal edilmemelidir. Binaların depreme dayanıklı olması kullanılan malzemenin özelligi, seçilen tasıyıcı sistem ve boyutlandırılması, sistemi etkileyen yükler, bölgenin deprem özellikleri göz önünde bulundurularak sağlanır. Ayrıca yanyana (bitişik nizam) ve yeterli dilatasyon yapılmamış binalar, deprem sırasında birbirleri ile etkileşime girerek birbirlerine zarar verebilmektedir.

Türkiye'de Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Esaslar yönetmeliğine göre deprem yükü belirlenmektedir. Bu yönetmelik, deprem bölgelerinde yeni yapılacak binalar ile daha önce yapılmış mevcut binalara uygulanır ve betonarme (yerinde dökülmüş ve öngerilmeli veya öngerilmesiz prefabrike), çelik ve yığma binalar için geçerlidir. Bina sistemi bütününün deprem yükü etmeninin etkisiyle göstereceği performans, Deprem Yönetmeliği ve mimari tasarım sürecinde inşaat mühendisleri ile yapılacak ortak çalışma ile beklenen niteliği kazanabilir.

2.2.2.8 Çevreden gelen titreşimler

Çevreden gelen titreşimler bina çevresindeki trafikten , bina temelleri altından geçen metrolardan kaynaklanmaktadır. Bu titreşim kaynakları binayı titreştirip, yapı elemanlarında ve bileşenlerinde yapısal hasara sebep olmaktadır.

Bina çevresindeki trafikten kaynaklanan titreşimler, bina çevresindeki yollardan geçen ağır araçlardan kaynaklanmaktadır. Bu titreşimler, yol yüzeyindeki bazı

yerlerde bulunan çukurlar, kaplamanın kırık veya çatlak olması, düzgün olmayan rögar kapakları gibi düzensizliklere bağlı olarak meydana gelmektedir. Bu düzensizlikler, araç ve yol kaplaması arasında dinamik kuvvetler oluşturarak zemine aktarılan gerilme dalgaları doğurmakta ve gerilme dalgaları bina temeline ulaşarak bina titreşimine sebep olmaktadır (Hunaidi ve Tremblay, 1997). Yapılan araştırma ve deneyler zeminin üst yüzeyinin kış aylarında donmasının da titreşimin iletilmesini etkilediğini göstermiştir. Bu nedenle, bina çevresindeki yol kaplamasının niteliği, baskın araç tipinin ağırlığı ve hızı, zemin özellikleri, mevsimsel sıcaklık değişimleri ile zeminin donması gibi özellikler göz önünde bulundurulmalıdır.

2.2.3 Zamanla maruz kalınan etmenler

Bina zamanla, yapı elemanlarının bünyesine girmesinin engellenmediği durumlarda ve malzemenin geçirimlilik özelliğine göre yağışlardan; yer altı suyundan, nemden, güneş ışınlarından, böceklerden, bakteriler ve yosunlar gibi biyolojik etmenlerden kaynaklanan malzeme özelliklerine göre değişen kimyasal ve fiziksel değişimlere maruz kalır.

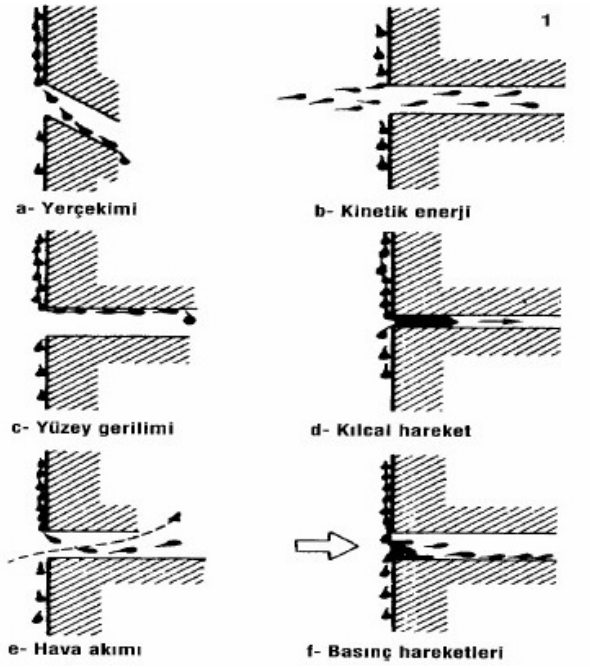
2.2.3.1 Su ve nem

Su yağışlar yoluyla, zemin suyu olarak, yıkama ve temizlik suları olarak, doğal afetler sonucu ve en sonunda da buhar ve buz olarak binayı ve yapı malzemelerini etkiler. Bu etkileme genelde binanın ve yapı malzemelerinin bozulmaları yönünde olumsuz bir etkidir (Koçu ve Dereli, 2008). Bu nedenle binayı ve yapı malzemelerini su etkilerine karşı korumak gerekmektedir.

Yağışlardan boşluklu ve gözenekli malzemeler daha çok etkilenmektedir. Bu etkileri şu başlıklar altında toplayabiliriz (Toydemir ve diğ.,2000):

- Penetrasyon: Suyun malzeme bünyesine girmesi,
- Şişme: Yapı malzemesinin ıslanma sonucu hacminin artması,
- Büzülme: Yapı malzemesinin kuruma sonucu hacminin azalması,
- Isı iletkenlik katsayısının ıslanma sonucu artması,
- Islanma sonucu mantarlaşma.

Rüzgar etkisiyle dış duvar boşluklarından içeriye su geçişi kolaylaşmaktadır. Bunun yanında açıklıklardan su geçişine sebep olan etkiler yerçekimi, kinetik enerji, yüzey gerilimi, kılcal hareket, hava akımı ve basınç hareketleridir (Şekil 2.9).



Şekil 2.9 : Açıklıklara doğru suyun hareketine neden olan kuvvetler (Direk, 2003).

Suyun kapilarite (kılcal boşluklar) ile bina içindeki hareketi de yapı malzemelerinde hasara neden olmaktadır. Zeminden yükselen nem strüktürü ıslatarak taşıyıcı sistem eleman ve bileşenlerine nüfuz etmesi kimyasal değişimlere sebep olmaktadır. Ayrıca içinde taşıdığı tuzların duvar yüzeyinde buharlaşması sonucu çiçeklenmelere, duvarın fiziksel ve kimyasal yapısını bozucu etkilere neden olabilmektedir (Ekinci ve diğ. 2007). Banyo, tuvalet ve mutfak gibi suyun bol kullanıldığı yerlerde döşeme üzerine gelen sular, döşeme-duvar birleşiminde uygun detayların bulunmaması nedeni ile duvar içine nüfus eder. Bundan yanında döşeme veya duvar içinden geçen pis ve temiz su tesisatından, kalorifer ve sıcak su borularından kaçan sular da döşemeden, duvar içinden, duvar yüzeyine ulaşır. Tuvalet ve banyo benzeri hacimlerin dış duvarlarında, döşeme hizalarına karşılık gelen yüzeylerinde, merdiven boşluğu duvarlarında, sıva bozukluğu, çiçeklenme ve sıva dökülmeleri gibi hasarlar görülür (Koçu ve Dereli, 2008).

Malzemeler nemli ortamdaysa nem emilimi ya da kaybı söz konusudur. Nem emilimi olursa malzeme genleşir, nem kaybında da büzülme gerçekleşir. Belirli koşul ve sıcaklıklardaki hava bünyesinde maksimum su buharı bulunduruyorsa, bu havaya

"buhara doymuş" hava denir. Ancak sıcaklığın düşmesi sonucu, buhara doymuş olan bu havanın içinde bulunan buharın bir kısmı yoğunlaşarak su haline dönüşür. Ayrıca malzemedeki yüzeysel soğukluklarda bu olaya sebep olurlar. Malzemede meydana gelen yoğuşma (buharın su haline dönüşmesi), malzeme yüzeyinde gözle görünür halde "terleme" veya malzeme içinde gizli olarak "yoğuşma (kondansasyon)" şeklinde görünür (Eriç, 2002). Malzeme yüzeyinde terleme, ortam iç ısısına ve ortamdaki bağıl neme bağlıdır. Eğer, ortam iç ısısı ile malzeme yüzey ısısı arasındaki fark olan soğuma derecesi artarsa terleme görülür. Binayı oluşturan malzemede görülen terleme ve yoğuşma malzemenin ömrünü kısaltıp bina ve yapı elemanlarında yapısal hasara neden olur (Koçu ve Dereli, 2008).

2.2.3.2 Güneş ışınları

Güneş ışınlarına maruz kalan dış duvar ve çatı elemanlarında güneş ışınlarının emilimi ile bileşenlerde boyutsal şekil değiştirme performansı görülür. Bileşenlerin birleşim yerlerinde kullanılan malzeme özelliklerine göre de malzemede bozulmaya neden olmakta ve bunun sonucunda bileşen işlevini yitirmektedir (Rich ve Dean, 1999). Bu nedenle güneş ışınlarına maruz yüzeylerde yansıtıcılık özelliği önemlidir. Malzemenin yansıtıcılık özelliği ile ilgili üretici firmalardan bilgi alınabilir.

2.2.3.3 Böcekler ve biyolojik etmenler

Böcekler ve biyolojik etmenlerin etkileri malzeme türüne bağlıdır. Böcekler ahşap gibi doğal malzemelerde hasara neden olabilir. Bakteriler ve yosunlar gibi biyolojik kökenli etmenler ise betonu hasara uğratabilir.

2.2.3.4 Kirleticiler

Çevresel etmenlerden kaynaklanan atmosferik kirlilik yağmur ve rüzgarla birlikte dış duvar yüzeyinde kirlenmeye ve zaman içinde bozulmasına neden olmaktadır. Bu etkinin mimari detaylarda ve eleman üst yüzey malzemesi seçiminde dikkate alınması gerekmektedir.

2.3 Bölüm Sonucu

Taşıyıcılık performansını etkileyen etmenlerin, bina sistemlerinde ve alt sistemlerinden biri olan dış duvar yapı elemanı sistemlerinde etkileri; sürekli etmenlerde birbirinden çok farklıdır.

Sürekli olmayan etmenlerde bu etkiler, sistemlerin kullanım ömürleri boyunca belli zaman aralığında gerçekleşmesine rağmen çoğunlukla sistemlerin işlerliğini yitirmesine sebep olmaktadır.

Zamanla maruz kalınan etmenlerin etkilerinde sistemin eleman ve bileşenlerinin malzemelerinin karakteristik özellikleri önem kazanmaktadır.

Bu bölümde bina sisteminin ve yapı elemanlarının taşıyıcılık performansını etkileyen etmenler ile ülkemizde yürürlükte olan ilgili standart ve yönetmelikler belirlenmiştir. Belirlenen etmenler ve ilgili standart ve yönetmelikler Çizelge 2.2'de verilmiştir.

Çizelge 2.2 : Taşıyılık performansını etkileyen etmenler ile ilgili standart ve yönetmelikler.

ETMENLER		STANDARTLAR-YÖNETMELİKLER
Sürekli	Bina/eleman ağırlığı	TS ISO 9194: Yapıların projelendirme esasları- taşıyıcı olan ve olmayan elemanlar, depolanmış malzemeler- yoğunluk
	Zemin-bina etkileşimi	TS 1500: İnşaat mühendisliğinde zeminlerin sınıflandırılması
	Sıcaklık değişimleri	TS EN 1991-1-5: Yapılara olan etkiler - Bölüm 1-5: Genel etkiler - Isıl etkiler (Eurocode 1)
	Sabit makinelerden kaynaklanan titreşimler	TS 500: Betonarme yapıların tasarım ve yapım kuralları Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği
Sürekli Olmayan	Kullanıcı ve işleve bağlı yükler	TS 498: Yapı elemanlarının boyutlandırılmasında alınacak yüklerin hesap değerleri
	Kar yükü	TS 498: Yapı elemanlarının boyutlandırılmasında alınacak yüklerin hesap değerleri TS EN 1991-1-3: Yapılar üzerindeki etkiler - Bölüm 1-3: Genel etkiler - Kar yükleri (Eurocode 1)
	Buz yükü	TS 498: Yapı elemanlarının boyutlandırılmasında alınacak yüklerin hesap değerleri
	Rüzgar yükü	TS 498: Yapı elemanlarının boyutlandırılmasında alınacak yüklerin hesap değerleri TS EN 1991-1-4: Yapılar üzerindeki etkiler - Bölüm 1-4: Genel etkiler - Rüzgâr etkileri (Eurocode 1)
	Patlama ve çarpma yükleri	TS EN 1991-1-7/AC: Yapılar üzerindeki etkiler - Bölüm 1-7: Genel etkiler - Kazara oluşan etkiler (Eurocode 1)
	Yapım yükleri	TS EN 1991-1-6/AC: Yapılar üzerindeki etkiler - Bölüm 1-6: Genel etkiler - Yapım esnasında oluşan etkiler (Eurocode 1)
	Deprem yükü	Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Esaslar Yönetmeliği
	Yangın etkisi	TS EN 13501- 2: Yapı malzemeleri ve bina elemanları - Yangın sınıflandırılması - Bölüm 2: Yangına dayanım deneylerinden elde edilen veriler kullanılarak sınıflandırma (Havalandırma tesisatları hariç) TS EN 1991-1-2: Yapılar üzerindeki etkiler - Bölüm 1-2: Genel etkiler - Yangına maruz kalan yapılar üzerindeki etkiler (Eurocode 1) Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik TSE onaylı malzeme bilgileri

Çizelge 2.2 (devam) : Taşıyılık performansını etkileyen etmenler ile ilgili standart ve yönetmelikler.

Zamanla Maruz Kalınan	Su ve nem	TSE onaylı malzeme bilgileri
	Güneş ışınları	TSE onaylı malzeme bilgileri
	Böcekler ve biyolojik etmenler	TSE onaylı malzeme bilgileri
	Kirleticiler	TSE onaylı malzeme bilgileri

3. BETONARME KARKAS TAŞIYICI SİSTEM

Yapı elemanları, bina sistemine birleştirilen sistemler olması nedeni ile taşıyıcılık anlamında tek başına incelenemez. Bina sisteminin etmenler etkisinde gösterdiği performans doğrudan ya da dolaylı olarak dış duvar sisteminin taşıyıcılık performasını etkilemektedir. Ayrıca bina sisteminin bir alt sistemi olarak dış duvarlar da binanın performansını etkilemektedir. Bu nedenle öncelikle dış duvar sisteminin uygulandığı üst sistem olarak binanın taşıyıcı eleman ve bileşenlerinin taşıyıcılık performansının irdelenmesi, dış duvarların taşıyıcılık performansının irdelenmesi için gerekli görülmüştür.

Bu bölümde, betonarme karkas taşıyıcı sistemin dış duvarların üzerine tespit edildiği bileşen ve elemanları tanımlanmış ve ardından hangi etmenin hangi bileşeni nasıl etkileyeceği incelenmiştir.

Karkas taşıyıcı sistem, kiriş gibi yatay, kolon ve duvar gibi düşey bileşenlerin çeşitli bağlantı şekilleriyle bir araya gelerek oluşturdukları sistemlerdir.

Bu taşıyıcı sistemde yük akışı şu sekilde oluşur:

- Döşeme üzerine etkiyen yükler, yatay elemanlarla mesnet noktasına,
- Mesnet noktasında yoğunlaşan bu yükler, buradaki düşey elemanlarla temellere,
- Rüzgar ve deprem etkisi gibi yatay yükler, yatay ve düşey düzlemde düzenlenen rijitleştirici elemanlar yardımıyla temellere iletilir.

Bu yük akışının izlediği yola "Yük Taşıma Yolu" denir (Örsen ve Yamantürk, 1991).

Türkiye İstatistik Kurumu'nun binaların taşıyıcı sistemleri ile ilgili yaptığı araştırma, 2009 yılında tamamlanmış olan binaların yaklaşık % 95'inin karkas taşıyıcı sistemle inşa edilmiş olduğunu göstermektedir. Karkas taşıyıcı sistemle tamamlanmış yapıların da % 98'i betonarmedir (Çizelge 3.1). Betonarme karkas taşıyıcı sistemli binaların kat sayısına göre % 78.5 oranı ile en çok uygulananı 2-6 katlı binalardır

(TÜİK, 2009). Bu nedenle, bu çalışma 2-6 kat arası, orta katlı betonarme karkas taşıyıcı sistemler ile sınırlandırılmıştır.

Çizelge 3.1 : 2009 yılında tamamen veya kısmen tamamlanan karkas binalarda taşıyıcı sistem, (TÜİK, 2009).

TAŞIYICI SİSTEM	YAPI SAYISI	YÜZDE ORANI
Betonarme	71845	% 98
Çelik	1002	% 1.5
Ahşap	199	%0.5
TOPLAM	73046	% 100

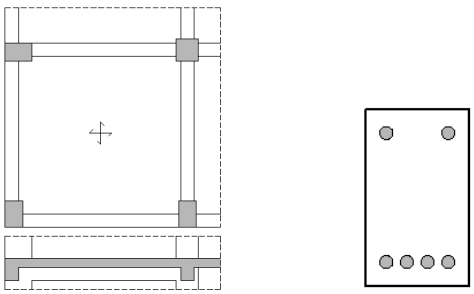
Bina sistemi, maruz kaldığı etmenlere karşı koyarken taşıyıcı sistem bileşenleri ve bağlantıları basınç gerilmesi, çekme gerilmesi, kesme, eğilme, burulma etkilerine maruz kalmaktadır. Bu etkiler elemanların ve bileşenlerin yapısal hasar, yer değiştirme, fiziksel ve kimyasal değişimler gibi performanslar göstermesine sebep olmaktadır.

3.1 Betonarme Karkas Taşıyıcı Sistem Bileşenleri

Betonarme karkas taşıyıcı sistemler, kiriş gibi yatay, kolon ve duvar gibi düşey bileşenlerden oluşur. Döşeme yapı elemanı da mekanın üzerini örtme işleviyle yapı elemanı sistemlerinin, taşıyıcılık işleviyle de taşıyıcı sistemin ortak yatay elemanıdır.

3.1.1 Yatay bileşenler

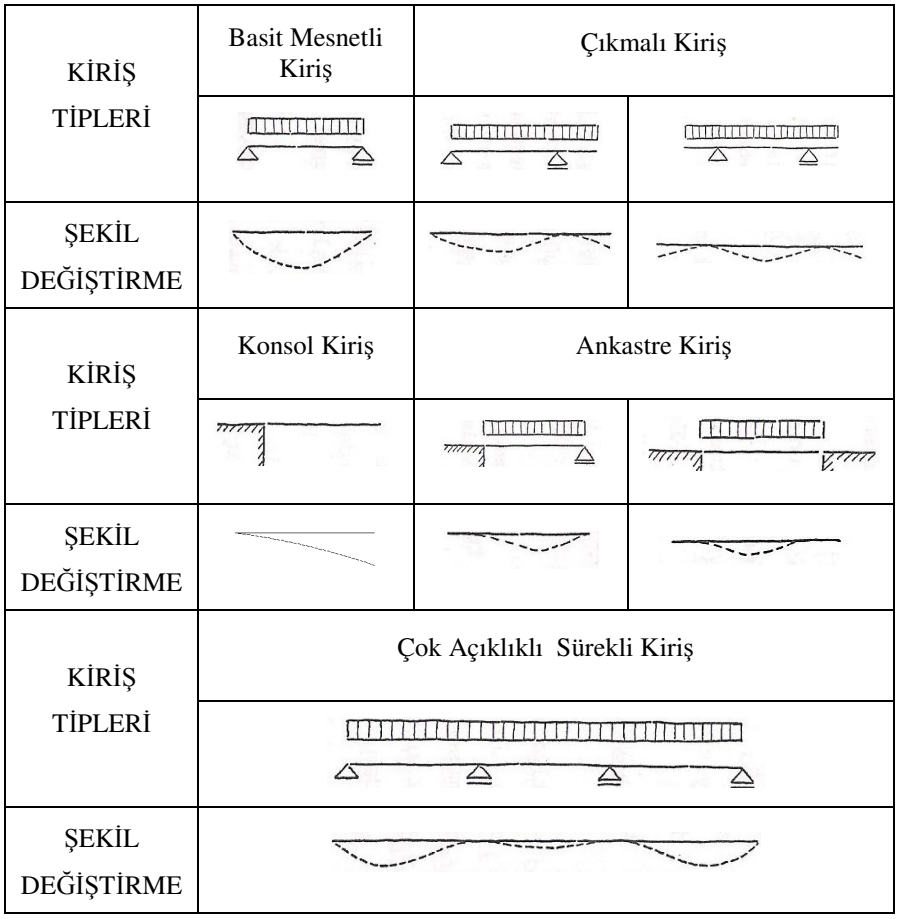
Betonarme binalarda yatay bileşen ve elemanlar eğilmeye çalışırlar. Yatay bileşen kiriş, yatay eleman döşemedir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 : Betonarme karkas sistemlerde döşeme ve kiriş.

Kirişler, kendi ağırlığı ve varsa üzerindeki duvarın ağırlığının yanı sıra döşemeden aldıkları yükleri kolonlara (ya da duvarlara) aktaran taşıyıcı sistem bileşenleridir

(Sungur, 2005). Kirişler, üzerine gelen yüklerin etkisiyle eğilir ve standartlarla belirlenen belli sınırlarda yer değiştirme davranışı gösterirler. Kirişin eğilmesi, mesnet tiplerine göre farklıdır (Şekil 3.2).



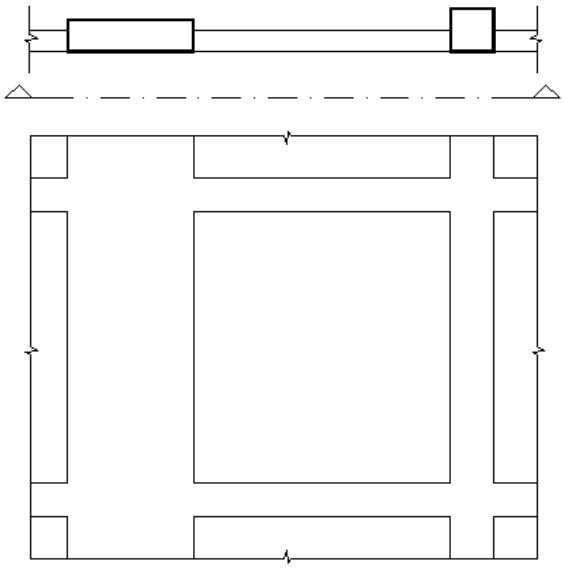
Şekil 3.2 : Kiriş bileşeninin farklı mesnet tiplerine göre performansı (Çetiner,1992).

Kirişlerle geçilebilecek açıklıklar, kiriş türü ve yapıldığı malzemeye bağlı olarak değişir. Yaklaşık olarak betonarme kirişler 10 m'ye kadar olan açıklıkları geçmek için uygundur (Sungur,2005).

Döşemeler, binalardaki alanları kapatarak etkiyen düşey yükleri kenardaki duvar, kiriş veya kolona aktaran düzlemsel elemanlardır. Döşemeler, düşey yükleri taşımanın yanısıra deprem etkisi gibi yatay yükleri bir düşey elemandan diğerine aktarma görevini de yüklenirler (Ersoy,1995).

3.1.2 Düşey bileşenler

Düşey bileşenler, eksenleri boyunca yük taşıyan basınca çalışan bileşenlerdir. En sık rastlanan eksenel basınç taşıyan bileşen kolondur. Betonarme karkas taşıyıcı sistemlerde düşey taşıyıcı elemanlar ise perde duvarlardır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3 : Perde duvar ve kolon.

Kolonların temel işlevi, katlara gelen yükleri taşıyıp bunları temele aktarmaktır. Kat yükü, kolona kirişler aracılığı ile veya kirişsiz döşemelerde olduğu gibi doğrudan döşemelerce aktarılır. Kolonlar, deprem ve rüzgar türü yatay yüklerin karşılanmasında, varsa perde duvarlarla birlikte en önemli işlevi yüklenirler (Ersoy ve Özcebe, 2001).

Kolonlar, eksenel yük etkisiyle yatay doğrultuda eğilerek yer değiştirme performansı gösterir. Kirişler yük yönünde bu performansı gösterirken kolonlarda her yönde yer değiştirme söz konusudur.

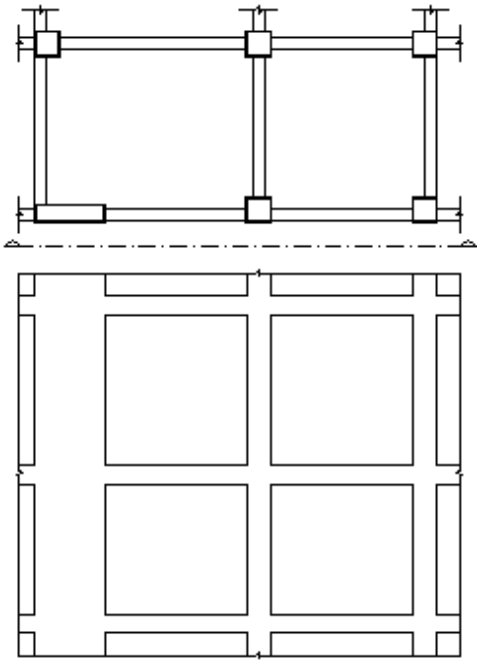
Betonarme perde duvarlar, TS 500 : Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları standartında planda uzun kenarın kısa kenara (kalınlığa) oranı en az 7,0 olan düşey taşıyıcı elemanlar olarak tanımlanmıştır. Betonarme duvarlar, rüzgar ya da deprem gibi yapıya etkiyen yatay yükleri karşılamak için tasarlanan rijitleştirici elemanlardır. Bu bakımdan planda simetrik yerleştirilmeleri önemlidir. Betonarme karkas sistemlerde dolu ya da boşluklu olarak düzenlenirler.

3.1.3 Çerçeveler

Çerçeveler, esas olarak doğrusal taşıyıcı elemanlardan meydana gelen yapı olarak tariflenmiştir (TS 5958, 1988). Çerçeveler, kiriş ve kolon bileşenlerinin mafsallı ya da ankastre birleşimleriyle oluşturulan sistemlerdir (Hibbeler, 2005).

Kiriş ve kolonların birbirleriyle rijit olarak birleştirildiği çerçeveler de rijit çerçeveler olarak adlandırılır. Binalarda tek açıklıklı basit çerçeveler, iki boyutta (çok gözlü

çerçeveler) ya da üç boyutta (çok gözlü ve çok katlı çerçeveler) genişletilerek karkas taşıyıcı sistemler oluşturulur (Şekil 3.4).



Şekil 3.4 : Karkas taşıyıcı sistem.

Betonarme sistemler, yatay rijitlik elemanlarına göre çerçevelerle, boşluklu ve / veya boşluksuz perdelerle veya her ikisinden oluşan karma sistemlerle teşkil edilebilir (Aka ve diğ., 2001). Karkas sistemlerde, taşıyıcı eleman ve bileşenlerden herhangi birine etkiyen bir yük tüm taşıyıcı sistem elemanları tarafından karşılanır.

3.2 Betonarme Karkas Taşıyıcı Sistem Bileşenlerinin Taşıyıcılık Performansı

Bir yapıda aranan en önemli özellik, yapının öngörülen yüklerin olası en elverişsiz etkime durumunda göçmeden ayakta kalabilmesi ve kullanım (servis) yükleri altında yapı elemanlarında aşırı deformasyon, çatlama ve titreşim oluşmamasıdır (Ersoy ve Özcebe, 2001). Bu şartların sağlanmış olması yapının güvenli olduğunu gösterir.

Yük etkisinde kalan eleman ve bileşenler, malzeme özelliğine göre elastik ve plastik davranış gösterir. Elastisite, bir malzeme veya ürünün biçim değiştirmesine neden olan kuvvetin kaldırılmasıyla başlangıç şekline dönme özelliğidir (TS 5958, 1988). Yapısal malzemeler belli bir değere kadar elastik davranır. Elastik davrandığı bu aralık elastik bölge olarak adlandırılır (Zunde ve Bougdah, 2006). Plastik davranış da elastik sınırın aşılmasından sonra şekil değişimlerinin kalıcı olması durumudur. Örneğin, bir döşeme kirişine yük uygulandığında oluşan deformasyon yük arttıkça

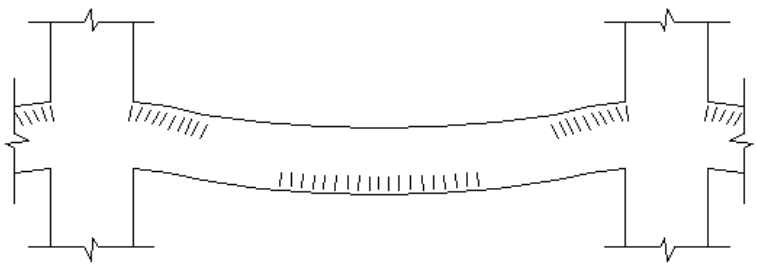
belli bir değere kadar elastiktir. Bu belli değerden sonra şekil değişimi kalıcı olur, yani kiriş plastik davranmaya başlar ve bu değer aşıldığında kiriş çöker. Bu durum kiriş bileşeni üzerinde bulunan ya da ona tespit edilen dış duvar sisteminde yapısal hasara neden olur.

Bina sisteminin taşıyıcı eleman ve bileşenlerinin etmenler etkisinde gösterdiği performans, ilgili standart ve yönetmeliklere uygun mühendis analizleriyle belirlenmektedir. Bu bölümde, dış duvar elemanının taşıyıcılık performansında doğrudan etkili olacağı düşünülen bina taşıyıcı bileşen ve eleman performanslarının dış duvarlar için birer etmen olacağı düşünülerek incelenmiştir. Bu açıdan bina taşıyıcı eleman ve bileşenlerinin etmenler etkisinde nasıl performans gösterdiği yapısal hasar, yer değiştirme, fiziksel değişim ve kimyasal değişim başlıkları ile açıklanmıştır.

3.2.1 Yer değiştirme

Yer değiştirme, elemanların kendi ağırlıklarından, kullanıcı ve işleve bağlı yüklerden sıcaklık değişimlerinden, rüzgar yükünden, betonun sünme ve büzülme özelliğinden kaynaklanabilir. Yer değiştirme, üzerine gelen yükün büyüklüğüne, açıklığa, malzemenin elastisite modülüne ve bileşen kesitinin şekline bağlı olarak değişir. Yer değiştirmeler, beton ve harç gibi kırılgan malzemelerin çatlamalarını engellemek için belli değerlerle sınırlandırılmıştır. Yatay taşıyıcı bileşenlerin yer değiştirmesi "sehim", düşey taşıyıcı bileşenlerin yer değiştirmesi "burkulma" olarak adlandırılır.

Kiriş bileşeni üzerine gelen yükler etkisinde düşey yer değiştirme performansı gösterir. Hesaplarda standartlara uymayan, yetersiz donatı bulunması nedeni ile bileşen için öngörülen yer değiştirme sınırı aşıldığında taşıyıcı bileşen ve elemanlarda çatlak oluşmaktadır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5 : Kirişte aşırı yer değiştirme sonucu oluşan çatlaklar.

Eğilme etkisindeki döşeme ve kiriş gibi yapı elemanlarında, işlevi güçleştirecek, görünüşü etkileyecek ve bu elemanlara bitişik taşıyıcı olmayan diğer yapı elemanlarının çatlamasına veya ezilmesine neden olabilecek düzeyde yer değiştirmeler oluşmamalıdır. Betonarme binalarda konsol çıkmaların uçlarında oluşan aşırı sehimler, konsolun ucuna oturan ve ona dik doğrultudaki duvarlarda çatlaklar oluşturur (Çamlıbel, 2000).

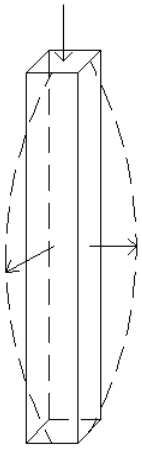
Betonarme bileşenlerin yer değiştirmesi TS 500'de kalıcı ve hareketli yükler altındaki ani yer değiştirmeleri ile büzülme ve sünme etkisi ile oluşan zamana bağlı yer değiştirmeler olarak ayrılmıştır ve hesaplamalarda betonarme bileşenin çatlama durumunun gözönünde tutulması gerektiği belirtilmiştir.

Betonun sünme ve büzülme özelliği de bileşenlerde yer değiştirmeye sebep olmaktadır. Betonun büzülme özelliği, betonarme bileşen ve elemanlarda yeterli donatıların bulunması, betonun su içeriği ve yeterli beton kürünün yapılmasına bağlıdır; sünme ise beton kürü, betonun dayanımı, ortam sıcaklığı ve ortam neminden etkilenmektedir (Yılmaz, 2006). Betonda sünme ve büzülme olması, bina taşıyıcı eleman ve bileşenlerinde yer değiştirmeye sebep olmaktadır (BS 5628-3, 2005).

Döşemelerde gerçekte hesaplarda kabul edilen yükler, gelen yüklerden çok fazladır. Ancak bu yüklere göre döşeme tasarlanırsa aşırı sehim ve titreşim önlenebilir. Döşemeler için standartlarda belirtilen minimum kalınlık bu mantığa göre belirlenmiştir. Döşemede çatlak olmasa bile aşırı sehim ve titreşim kullanıcıyı rahatsız eden bir durumdur. Ayrıca döşeme kalıbının erken sökülmesi sonucu, beton mukavemetini kazanmadan döşeme yüklenir ve zamana bağlı sünme sehimleri oluşur (Çamlıbel, 2000).

Kolonların kesit boyutları, boylarına oranla küçük olduğundan, kolonlar genellikle narin elemanlardır. Eğilme etkisi, narin kolonda yer değiştirmelere neden olacaktır (Şekil 3.6). Betonarme karkas binalarda kolonların sınır koşulları ve kolona etkiyen yükler karmaşıktır. Düşey yüke ek olarak yatay kuvvetlerin de bulunduğu durumlarda, eğer yeterli rijit perdeler yoksa, oluşacak yer değiştirmeler büyük olacaktır (Ersoy ve Özcebe, 2001).

Bina taşıyıcı eleman ve bileşenlerinde yer değiştirmelerin izin verilen sınırların üzerine çıkması yapısal hasara neden olmaktadır.



Şekil 3.6 : Kolon bileşeninde yer değiştirme.

3.2.2 Fiziksel değişimler

Etmenler etkisinde bina taşıyıcı eleman ve bileşenlerinde sıcaklık değişimleri sürekli etmeninin etkisiyle genleşme-daralma şeklinde boyutsal şekil değiştirme olmaktadır. Bu fiziksel değişim, bina taşıyıcı bileşenlerinin geometrisine, sınır koşullarına ve malzemenin genleşme katsayısına bağlıdır. Bununla birlikte komşu binaların gölgeleme durumuna, farklı genleşme katsayısı olan ve farklı ısı geçirgenlik özelliğine sahip malzemelerin kullanılmasına ve kesit boyunca oluşan sıcaklık farkının değişebilmesi nedeni ile bileşenin kesit şekline bağlıdır (Eurocode 1, Part 1-5, 2003). Ayrıca soğuk iklim bölgelerinde donma ve çözülme fiziksel değişimlerinin oluşması nedeni ile bu bölgelerde malzemenin donma dayanımı da önem kazanmaktadır.

Betonarme binalarda boyutların artmasıyla genleşme miktarı da arttığı için bu genleşmeleri belirli sınırlar içinde tutabilmek amacıyla bina derzlerle ayrılır. Bu derzlere de genleşme (dilatasyon) derzi denir (Toydemir ve diğ.,2000).

Betonun içindeki suyun buharlaşmasından kaynaklanan rötre diğer bir fiziksel değişim performansıdır. Rötre, beton dayanımının azalmasına sebep olur, geçirimliliği artırır, geçirimliliğin artmasından dolayı betonda kimyasal değişimlere sebep olur, donma etkisinden daha fazla zarar görür, korozyonu kolaylaştırır. Havanın nem derecesinin düşük olması, buharlaşmayı kolaylaştırdığından rötreyi arttırır. Betonun rötresi, çimentonun su tutma kabiliyeti azaldıkça, çimentonun inceliği büyüdükçe, çimento miktarı fazlalaştıkça, agregada ince tanelerin miktarı

arttıkça, agregada çakıl veya kırma taşın boyutları küçüldükçe artar (Ekinci ve diğ. 2007).

Sonuç olarak bina taşıyıcı eleman ve bileşenlerinde yukarıda bahsedilen etmenler etkisinde oluşan fiziksel değişim boyutsal şekil değiştirmedir. Boyutsal şekil değiştirme sıcaklık değişimleri, yangın etkisi gibi etmenlerle genleşme-daralma, su ve nem etkisiyle şişme-büzülme şeklinde gerçekleşmektedir. Ayrıca soğuk iklimlerde sıcaklık değişimleri donma-çözülmeye de neden olmaktadır.

3.2.3 Kimyasal değişimler

Betonarme bina sistemlerinde en önemli kimyasal değişim korozyondur. Korozyon, betonarme içerisindeki donatının su ve hava ile temas etmesiyle oluşmaktadır.

İç ortamlarda üretilen su buharının ya da dış ortam neminin, ortamlar arası basınç farkı nedeniyle ısı geçişleri ile aynı yönde hareket etmesi söz konusudur. Su buharının bu hareketi sırasında, düşük bir sıcaklıkla karşılaşarak doyma derecesine ulaşması ve yapı elemanlarında yoğuşmasıyla ile ıslanma gerçekleşmektedir. Isı geçişleri sırasında yoğunlaşan su buharı, bina taşıyıcı sisteminde korozyon, çürüme sorunlarına neden olmaktadır (Güzelçoban, 2007). Korozyon beton ve donatının birlikte çalışmasını olumsuz olarak etkiler. Korozyona uğrayan donatı hacimce genişler, çevresi ile bağını koparır, kesit daralmasına uğrar ve gücünü kaybeder (Afacan, 2006). Bu nedenler ile korozyon binanın taşıyıcı eleman ve bileşenlerinin dayanımlarını azaltmaktadır.

Betonarme binalarda meydana gelen diğer bir kimyasal değişim, alkali-agrega reaksiyonudur. Alkali-agrega reaksiyonu, agregada bulunan aktif silika ile çimento içindeki alkali oksitler arasında meydana gelen kimyasal reaksiyondur (Aköz ve Çakır, www.e-kutuphane.imo.org.tr). Bu durum, betonda çatlak oluşumuna ve zaman içinde hasarlara neden olmaktadır.

Betonu hasara uğratan nedenlerden biri de biyolojik kökenlidir. Betona zarar veren aerobik, anaerobik bakteriler ve yosunlar da mevcuttur. Ayrıca atmosferde bulunan ince tozlar gibi kirleticiler beton yüzeyindeki gözeneklere girerek burada sıkışır. Yağan yağmurlar bunların bir kısmını yıkamasına rağmen bir miktar tortu bırakabilir. Bu partiküllerden bazıları organik kökenli olup yüzeyde alg veya liken oluşuma sebep olabilir, bu da beton yüzeyinde renk değişikliklerine yol açar. (Ekinci ve diğ. 2007).

Sonuç olarak bina taşıyıcı eleman ve bileşenlerinde yukarıda bahsedilen etmenler etkisinde oluşan kimyasal değişimler aşağıdaki gibidir:

- Korozyon,
- Bozunma,
- Aderans kaybı.

3.2.4 Yapısal hasar

Binalarda yapısal hasar, sürekli etmenlerden Bölüm 2.2.1.2'de bahsedilen zemin-bina etkileşiminden, Bölüm 2.2.1.3'te bahsedilen sıcaklık değişimlerinden; sürekli olmayan etmenlerden Bölüm 2.2.2.4'te bahsedilen yangın, Bölüm 2.2.2.5'te bahsedilen patlama ve çarpma yükleri, Bölüm 2.2.2.6'da bahsedilen yapım yükleri, Bölüm 2.2.2.7'de bahsedilen deprem yükü ile Bölüm 2.2.2.8'de bahsedilen bina çevresinden gelen titreşimlerden ve zamanla maruz kalınan etmenlerden Bölüm 2.2.3.1'de bahsedilen nem ve Bölüm 2.2.3.2'de bahsedilen güneş ışınlarının etkisiyle meydana gelir. Ayrıca betonun malzeme bileşimine bağlı olarak oluşan alkali-agrega reaksiyonundan ve bina taşıyıcı eleman ve bileşenlerinin gösterdiği yer değiştirme performansının öngörülen değerlerin üzerine çıkması durumunda da yapısal hasar meydana gelmektedir.

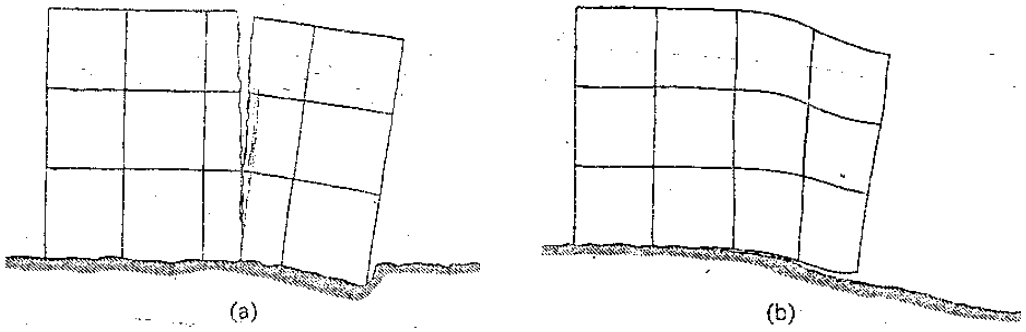
Binalardaki bozulmalar, aşırı yer değiştirmeler ve çatlamalar ile gözlenir. Aşırı sehim ve çatlağa sebep olan nedenlerden biri beton taşıma gücünün hesapta kabul edilenden düşük olmasıdır. Betonarme binalarda genleşme ve beton içindeki suyun buharlaşması olan rötre de çatlak oluşumuna sebep olur. Taze betonun güneş etkilerinden korunması gerekir; çünkü güneşin ısıtıcı etkisi beton bünyesindeki suyu uzaklaştırıp, erken rötre çatlaklarına ve betonda dayanım düşmesine neden olur (Ekinci ve diğ. 2007). Binaların görünüşünü bozacak veya donatının korozyonuna neden olabilecek genişlikte çatlakların oluşmasına izin verilmemelidir.

Zemin-bina etkileşimi, bina yükünün zeminde meydana getirdiği şekil değişimleri sonucu oluşan bina hareketidir, yani oturmadır. Oturma, yükleme değişikliği veya titreşimlerin bir yapıda veya arazideki herhangi bir noktada yarattığı deplasmanın aşağı doğru düşey bileşimi olarak tanımlanır (TS 3232, 1979). Binalar, bulunduğu zemin özelliklerinin farklı olmasına ve farklı özellikte yan yana gelen yapı

bölümlerinin farklı yüklenmelerine göre oturma hareketi yaparlar. Bu nedenle zemin özellikleri ile bina yükünü etkilemesi bakımından bina ağırlığı önemlidir.

Mukavemeti yer yer değişen bir zemin, bina yükleri altında temelin bir kısmında diğer kısmından daha çok çökebilir. Bu durumda zemin çökmeleri bazı yerlerde temel mesnetini zayıflatır ve üstteki bina parçasının kütleden kesilip ayrılmasına ya da o kısmın aşağıya doğru sarkmasına sebep olur (Şekil 3.7) (Salvadori,1980).

Kumlu zeminlerde oturma ani olur. Kil gibi su tutabilen ve bünyesinde barındırabilen zeminlerde oturma yavaş olur ve yıllar boyu devam eder. Bu tür zeminlerde yük koşullarındaki değişiklikler çökme ile sonuçlanabilir (Karaca, 1998).



Şekil 3.7 : Temelin farklı oturmaları (Salvadori,1980).

Zemin-bina etkileşiminden kaynaklanan bina oturma hareketi Bölüm 2.2.1'de tanımlanan zemin özellikleri ve yukarıda bahsedilen bina bina hareketleri ile yapısal hasara ya da bina taşıyıcı bileşen ve elemanlarının şekil değiştirmesine neden olmaktadır. Bu yönü ile binanın oturma hareketi dış duvar sistemlerinin taşıyıcılık performansını etkileyen bir etmen olmaktadır. Bu konu ile ilgili zemin mekaniği konusunda uzman inşaat mühendislerinden bilgi alınabilir.

Bina çevresinde yapılan kazılar ve dolgu malzemelerinin yığılması da zemin hareketlerine neden olarak binanın devrilmesine yada göçmesine sebep olabilir, (Şekil 3.8). Bu nedenle uygulama sürecinin denetimi önemlidir.

Bölüm 2.2.2'de yangının süresi, taşıyıcı bileşenlerin birbirleriyle etkileşimi ile malzeme özelliklerini değiştirmesi yönleriyle tanımlanan yangın da yapısal hasara sebep olabilen bir etmendir.

Yangında ortaya çıkan yüksek ısı sonucu taşıyıcı elemanlar üzerindeki beton parçalanıp koparark, yapı çeliğini ortaya çıkarabilirler. Ayrıca ısı nedeniyle beton

mukavemetinde kayıplar ve boyutlarında da değişiklikler meydana gelebilir. Beton içindeki yapı çeliği ısı etkisiyle taşıyıcılık özelliklerini kaybeder (Akıncıtürk, 2011).



Şekil 3.8 : Bina çevresinde yapılan kazı nedeniyle binanın göçmesi.

Betonun yangın dayanımda yüksek sıcaklığa maruz kalan betonun basınç dayanımı, çimento tipi, agrega türü, su/çimento oranı gibi kullanılan malzeme özellikleri ve sıcaklığa maruz kalınan süre, nem durumu, ısınma ve soğuma hızı, yükleme durumu gibi unsurlar etkili olmaktadır (Neville, 2000). Yapılan araştırmalarda, betonarme kesitlerin yangın koşullarındaki taşıma güçlerini; kesit boyutları, beton örtü kalınlığı dolayısıyla da donatıdaki sıcaklık değişimlerinin önemli derecede etkilediği görülmüştür. Ayrıca sıcaklık artışı ile betonun basınç ve çekme dayanımı, elastisite modülü gibi özelliklerinde düşüş görülmektedir (Yüzer ve diğ., 2007). Bölüm 2.2.2'de yangın ile ilgili yürürlükteki standart verilmiştir.

Deprem yükü, yapısal hasar oluşturan en önemli etmendir. Depreme dayanıklı bir binanın, yeterli dayanım (kapasite), yeterli rijitlik ve yeterli sünekliğe sahip olması gerekir (Kırçıl ve Hancıoğlu, 2011). Süneklik, bir binanın, taşıyıcı bir yapı elemanının veya bir kesitin, taşıma kapasitesinde önemli bir azalma olmadan büyük

deformasyon yapabilme yeteneğidir (Ersoy ve Özcebe, 2001). Depreme dayanıklı bina tasarımıyla yapılan da, bu özelliklere sahip bir bina tasarlamaktır.

Kiriş-kolon bağlantılarındaki yetersizlikler de yapısal hasara neden olur. Kolon-kiriş birleşim noktalarında yeterli ankraj yapılmazsa, kolonlar büyük yatay yer değiştirmelere zorlanır ve yıkılma tehlikesi gösterir.

Betonarme binalarda; tasarım aşamasında alınan deprem yönetmeliğine uymayan kararlar yumuşak kat, çekiçleme etkisi, yatay rijitlik dengesizliği, uygun olmayan taşıyıcı sistem seçimi, zayıf kolon güçlü kiriş tasarlanması gibi yapısal hasarla sonuçlanan durumları meydana getirmektedir (Şekil 3.9-3.10). Ayrıca deprem bölgelerinde yapılan incelemelerde uygulamada taşıyıcı eleman boyutlarının küçültülmesi, bina boyutlarının büyütülmesi, yeterli paspayı bırakılmaması, kolon-kiriş düğüm noktalarında etriyenin kullanılmaması veya çok az kullanılması gibi hatalar uygulama sırasında yapılan belli başlı hataları oluşturmaktadır. Genelde bu tip hataların işçilik, malzeme ve teknik kusurlardan kaynaklandığı görülmektedir. Yapıya yığma kat ilavesi veya ticari amaçla kullanılan yapılarda kolon veya perdelerin kaldırılması gibi nedenlerden ötürü tasarımda düşünülemeyen bazı düzensizlik durumları da binayı kullananlar tarafından yapılan hatalardır (Tuncay, 2006). Bu tip hasarlara sebep olan bina taşıyıcı sistem eleman ve bileşenlerinin planda ve düşey doğrultudaki düzenlemeleri ile ilgili zorunluluklar, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Esaslar yönetmeliğinde planda ve düşey doğrultuda düzensizlik durumları olarak verilmiştir.

Yapısal hasar, yapım esnasında da gerçekleşebilir. Uygulamada malzemenin küçük bir bölgesinde malzeme yığılması ya da iskele ve kalıp sökme zamanındaki hatalar şartnamelerce tanımlanan hareketli yüklerden daha büyük yükler oluşturabilir (Örsen ve Yamantürk, 1991).



Şekil 3.9 : Yumuşak kat oluşumu ile zemin katın göçmesi, (Balyemez ve Berköz, 2005) ve çekiçleme hasarı (Yılmaz, 2006).



Şekil 3.10 : Yatay rijitlik dengesizliği ve zayıf kolon güçlü kiriş hasarları, (Yılmaz, 2006).

Diğer yapısal hasar etmenleri de patlama ve çarpma yükleridir. Patlama dış duvar, pencere, çatı, döşeme, kolon gibi yapı elemanlarında yerel göçmelere ya da yerel göçmelerin elemanların ya da bileşenlerin birbirine iletimesiyle binanın göçmesine sebep olur (Şekil 3.11) (FEMA 426).



Şekil 3.11 : İç patlamayla duvarın yıkılması (haber.mynet.com).

Bina çevresinde meydana gelebilecek bir patlamanın binaya etkilerini tahmin edebilmek için öncelikle patlama yükünün tahminen belirlenmesi gerekir; çünkü asıl yapısal hasarı meydana getiren patlamayla yayılan basınç dalgalarının etkisidir. FEMA 426'da, patlamayla oluşabilecek çeşitli basınç değerleri için hasar tahminlerini belirlemiştir. Daha kesin hesaplamaların ihtiyaç duyulabileceği bina türleri için bu konuda uzmanlara danışılması önerilmektedir. Detaylı analizler, ya çeşitli bilgisayar programları kullanılarak mühendis analizleri ile ya da patlama deneyleri ile veya her ikisi de kullanılarak yapılmaktadır.

Çarpma etkilerini meydana getiren olaylar; betonarme yapılara otomobil, uçak vb. araç çarpması, karayolları ve demiryollarında bulunan binalara araç çarpması, yolların kenarlarında bulunan yamaçlardan yol üzerinde bulunan yapıların üzerine

kaya düşmesi ve benzeri olarak düşünülebilir ve örneklemeler artırılabilir. Çarpma etkisi, belirsizliklerin çok olduğu ve bu yüzden üzerinde hala çalışılan bir konudur. Bina taşıyıcı eleman ve bileşenlerinin çarpma etkisi altındaki davranışlarının araştırılması ve incelenebilmesi için araştırmacılar çeşitli çarpma testleri geliştirmişlerdir. Çarpma testi, malzemelerin enerji yutma kapasitelerini ve dayanıklılığını değerlendirmede kullanılmaktadır. Çarpma deneyi süresince yutulan enerji, malzemenin mukavemetinin ve tokluğunun bir ölçüsünün göstergesi olarak kullanılabilmektedir (Kantar, 2009).

Araçların zeminde oluşturduğu titreşimin bina temellerine iletilmesi ile binada titreşime sebep olması yönüyle Bölüm 2.2.2'de bahsedilen çevreden gelen titreşimler de özellikle ağır araç trafiğinin yoğun olduğu yollara yakın binalarda ihmal edildiğinde kullanıcı konforunu olumsuz etkilemektedir.

Sonuç olarak bina taşıyıcı eleman ve bileşenlerinde yukarıda bahsedilen etmenler etkisinde oluşan yapısal hasarlar aşağıdaki gibidir:

- Çatlama,
- Şekil değiştirme (deformasyon),
- Binanın oturma hareketi,
- Kısmen ya da tamamen göçme.

3.3 Bölüm Sonucu

Bu bölümde betonarme taşıyıcı bileşen ve elemanlarının hangi etmenlerle hangi performansları gösterdiği incelenmiştir. Elde edilen veriler Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Bina sisteminin, yer değiştirme ve yapısal hasar performansı, etmenler etkisinde bina taşıyıcı eleman ve bileşenlerinin hareket etmesi ile gerçekleşmektedir. Bina sisteminde meydana gelen her hareket, alt sistemi olan dış duvar sistemini de etkileyecektir. İklimsel özelliklerden kaynaklanan etkiler dış ortamla temas halinde olan dış duvarları da doğrudan etkilemektedir. Burada mühendis analiziyle belirlenen binanın oturma hareketi ve taşıyıcı eleman ve bileşenlerin yer değiştirmesi performanslarının dış duvar için bir etmen olarak ele alınması gerektiği belirlenmiştir.

Fiziksel ve kimyasal değişim performansları; mühendislik tasarımlarında, mimari detaylarda, hem atmosfer koşullarından betonun korunması hem de kalıp uygulaması açısından bina uygulama sürecinde göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Aksi takdirde bu değişimler de yapısal hasara sebep olmaktadır. Bu da dış duvar sistemlerini dolaylı olarak etkileyecektir.

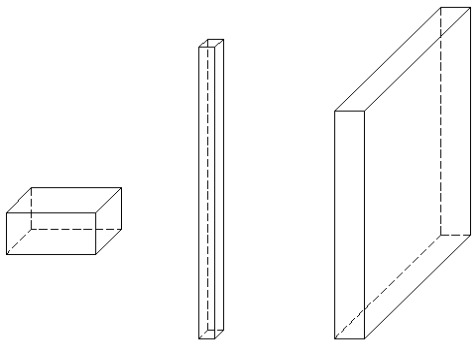
Çizelge 3.2 : Etmenler etkisinde bina taşıyıcı eleman ve bileşenlerinin gösterdiği performanslar.

PERFORMANS	ETMENLER		TAŞIYICI BİLEŞENDEKİ ETKİ
Yer Değiştirme	Sürekli	Kendi ağırlığı Sıcaklık değişimleri	Taşıyıcı eleman ve bileşenlerde düşey
	Sürekli olmayan	Kullanıcı ve işleve bağlı yüklerden	Taşıyıcı eleman ve bileşenlerde düşey
		Rüzgar yükü	Taşıyıcı eleman ve bileşenlerde yatay
	Zamanla maruz kalınan	Betonda sünme-rötre	Taşıyıcı eleman ve bileşenlerin doğrultusuna dik yönde
Fiziksel Değişimler	Sürekli	Sıcaklık değişimleri	Boyutsal şekil değiştirme Rötre
	Zamanla maruz kalınan	Güneş ışınları	
Kimyasal Değişimler	Zamanla maruz kalınan	Nem	Korozyon Bozunma
		Biyolojik etmenler (bakteriler, yosunlar) Kirleticiler	Bozunma
Yapısal Hasar	Sürekli	Zemin-bina etkileşimi	Bina oturma hareketi sonucu kısmen veya tamamen göçme Bina bütünün devrilmesi Taşıyıcı bileşen ve elemanlarda şekil değiştirme
		Sıcaklık değişimleri	Çatlak
	Sürekli olmayan	Yangın etkisi	Beton ve donatının ayrılması Şekil değiştirme
		Deprem yükü	Çatlak Kısmen ya da tamamen göçme
		Yapım yükleri Patlama ve çarpma yükleri	Kısmen ya da tamamen göçme
		Çevreden gelen titreşimler	Şekil değiştirme
		Aşırı yer değiştirmeler	Duvar yapı elemanında,bina taşıyıcı bileşen ve elemanlarında çatlak ve şekil değiştirme
	Zamanla maruz kalınan	Güneş ışınları	Çatlak
		Nem	Binanın taşıyıcı eleman ve bileşenlerinde dayanım kaybı
		Alkali-agrega reaksiyonu	Çatlak

4. DIŞ DUVAR SİSTEMLERİ VE DIŞ DUVARLARIN ETMENLERE BAĞLI PERFORMANSLARI

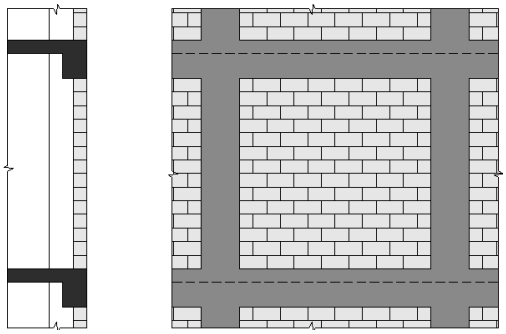
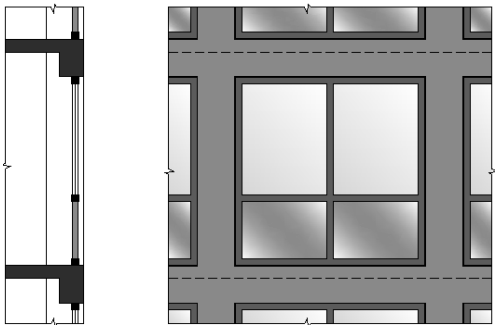
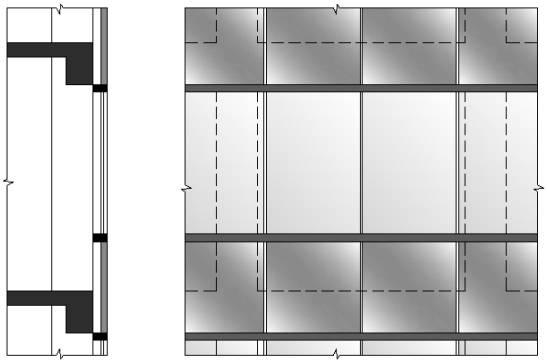
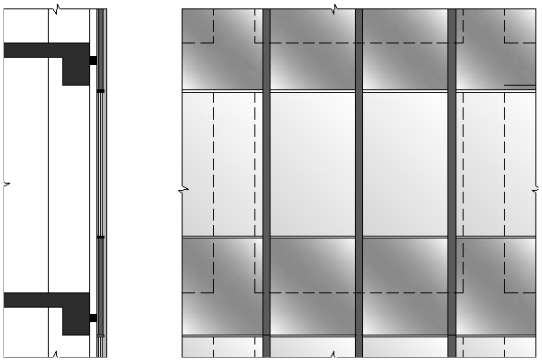
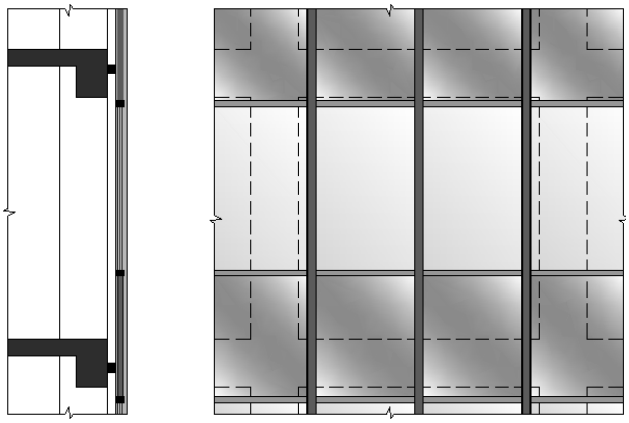
Dış duvarlar, binayı dış ortamdan ayıran ve dış ortamdan iç ortama hava, sıcaklık, ısı, ses, su, ışık geçişini kullanıcı konforunu karşılayan bir iç ortam oluşturmak için sınırlayan; bina taşıyıcı sistemine dahil olan ya da üzerine gelen yükleri bina taşıyıcı sistemine aktaran yapı elemanı sistemleridir. Betonarme karkas sistemlerde dış duvarlar taşıyıcı sistem bileşeni değildir.

Dış duvar sistemlerinin taşıyıcılık performansını; bina taşıyıcı sistemine birleşimi ile duvarı oluşturan birim, doğrusal ya da yüzey gibi bileşen tiplerine göre değişen, bileşenlerin biraraya gelme durumları belirler (Şekil 4.1). Yani dış duvar elemanının taşıyıcılık performansı bu iki duruma göre belirlenir. Bu bağlamda betonarme karkas sistemlerde dış duvar sistemleri, bina taşıyıcı sistemi bağlantı türüne göre dolgu ya da asma sistemler olarak ikiye ayrılır. Bu sistemler de kendi içinde bileşen tiplerine göre farklı sınıflara ayrılır. Bu sınflandırmaya göre dış duvar sistemleri Şekil 4.2'de verilmiştir.

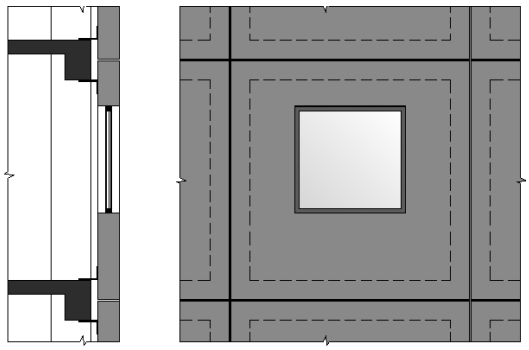
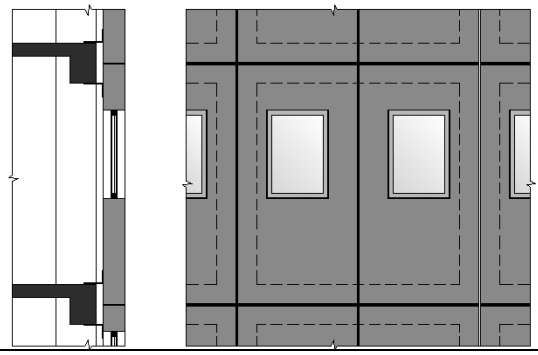


Şekil 4.1 : Dış duvar bileşen tipleri; birim, doğrusal ve yüzey bileşenler.

Dış duvarlar, Bölüm 3.2'de bahsedildiği gibi bina sisteminin performansından etkilendiği gibi bina sistemini oluşturan bir alt sistem olarak ağırlığı ile ve bina taşıyıcı sisteminine bağlantı şekline göre bina sistemini etkiler.

DIŞ DUVAR SİSTEMLERİ	
DOLGU	
Birim Bileşenlerden Oluşan	Doğrusal Bileşenlerden Oluşan
	
ASMA	
Doğrusal Bileşenlerden Oluşan	
Yatay Doğrusal Bileşenlerden Oluşan	Düşey Doğrusal Bileşenlerden Oluşan
	
Yatay ve Düşey Doğrusal Bileşenlerden Oluşan	
	

Şekil 4.2 : Dış duvar sistemleri.

Yüzey Bileşenlerden Oluşan	
Büyük Yüzey Bileşenlerden Oluşan	Küçük Yüzey Bileşenlerden Oluşan
	

Şekil 4.2 (devam) : Dış duvar sistemleri.

Dolgu dış duvar sistemleri bileşen tipine göre birim bileşenlerden oluşan ve doğrusal bileşenlerden oluşan dış duvarlar olarak ikiye ayrılır. Doğrusal bileşenlerden oluşan asma dış duvarlar, bileşen yönüne göre; yatay, düşey ve hem yatay hem düşey doğrusal bileşenlerden oluşan dış duvar sistemleri olarak üçe ayrılır. Yüzey bileşenlerden oluşanlar ise yüzey büyüklüğüne göre büyük ve küçük yüzey bileşenlerden oluşan dış duvarlar olarak ikiye ayrılır.

Dış duvar elemanının ağırlığı, daima var olan ve hiçbir zaman ihmal edilemeyecek bir etmen olması yönüyle Bölüm 2.2.1'de bahsedildiği gibi tüm dış duvar sistemleri için göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Ayrıca dış duvar elemanları, iç ve dış ortamı ayıran elemanlar olarak dış ortama açık olması nedeni ile rüzgar yükünden, sıcaklık değişimlerinden, yağmur nedeni ile oluşabilecek su etkisinden ve nemden, kirleticilerden doğrudan etkilenmektedir. Eğik dış duvar sistemlerinde göz önünde bulundurulması gerektiği yönüyle Bölüm 2.2.2.2'de bahsedilen kar yükü, bu tez kapsamına alınmamıştır. Atmosferik kirleticiler, rüzgar ve yağmurun katkısı ile zaman içinde olumsuz etki yapmaktadır. Bina çevresindeki endüstri tesisleri, trafik yoğunluğu ve binanın denize yakınlığı gibi yerel kirlilik kaynakları dış duvar detay çözümlerinde dikkate alınmalıdır. Ayrıca bu detaylarda parçacıkların dış duvarda birikmesine neden olacak yüzey özelliklerinden kaçınılmalı, yapılacak ise de uygun detay çözümleri geliştirilmelidir (Rich ve Dean, 1999). Bunlara ek olarak iç ortamda kullanıcı etkisiyle oluşabilecek darbe yükleri de dış duvar elemanını doğrudan etkilemektedir. Kullanıcıdan kaynaklanan darbe yükü için BS 8200 İngiliz standartında mekanın kullanım koşullarına bağlı olarak standartta verilen yük değerlerinin yatay olarak dış duvara etkitilmesiyle hesaplarda dikkate alınmakta

olduğu belirtilmiştir. Bu standart, dış duvarlar için performans kriterleri, tasarımı, işçiliği, sözleşme süreci ve bakımı ile ilgili tavsiyeleri ve kılavuz bilgileri içermektedir.

Bina geometrisi, yapı elemanlarının yatay ve düşey doğrultularda düzenlenmesi ve binanın sabit yükünü oluşturan ağırlıkları gibi mimari tasarım sürecinde alınacak kararlar, Bölüm 2.2.2'de deprem yükü etkisinde bina performansı için önemli olması yönüyle vurgulanmış ve bu nedenle deprem yükü etmeni dış duvar sistemleri genelinde ele alınması uygun görülmüştür. Bunun yanında bina taşıyıcı eleman ve bileşenlerinin yer değiştirmesi, duvarları doğrudan etkiliyor olması yönüyle Bölüm 3.2.1'de bahsedildiği gibi dış duvarlar için bir etmen olarak ele alınmıştır. Ayrıca Bölüm 3.2.4'te bahsedildiği gibi zemin özellikleri ve bina yüküne göre oluşacak bina oturma hareketi de dış duvar sistemlerinde yapısal hasara neden olması yönüyle bir etmen olarak ele alınmıştır. Burada dış duvarlar bir bütün olarak bina sistemini etkilemekte, bina sistemine birleşim şekline göre de bina sisteminin bu performanslarından etkilenmektedir.

Türkiye'de yürürlükte olan Yangın Yönetmeliği'ne göre dış duvarlar, düşey dış yangın bölmeleri niteliğindedir. Bu yönüyle dış duvarların bütün tipleri için yangın etkisinin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bunun yanında Bölüm 3.2.4'te bina sisteminde yapısal hasara neden olan yapım yükleri, patlama ve çarpma yükleri de dış duvar sistemlerinin her tipinde şekil değiştirme, kısmen ya da tamamen göçme yapısal hasar performanlarına neden olması yönünden dikkate alınmalıdır.

Buna göre dış duvarları doğrudan etkilemesi yönüyle taşıyıcılık performansını etkileyen öncelikli etmenler şunlardır:

- kendi ağırlığı,
- rüzgar yükü,
- sıcaklık değişimleri,
- su ve nem etkisi,
- kirleticiler.

Yukarıda bahsedilen nedenler ile dış duvarları etkileyen etmenler ya da bina sisteminin dış duvarlar tarafından etkilenen performansı olması açısından aşağıdaki bina sistemi performanslarının da eklenmesi gerekli görülmüştür:

- binanın oturma hareketi,
- bina elemanının/bileşeninin yer değiştirmesi,
- deprem yükü.

Deprem sırasında binalarda oluşan hasarlar üzerinde yapılan gözlem ve araştırmalarda, birim bileşenlerden oluşan dolgu duvarlarda büyük kalıcı şekil değiştirmelerin oluştuğu saptanmıştır. Bu kalıcı şekil değiştirmelere bakılarak birim bileşenlerden oluşan dolgu duvarların sistem davranışında etkili olduğu görüşüne varılmıştır. Bu da bina taşıyıcı eleman ve bileşenlerine birleşim şekline bağlı olarak değişmektedir. Bu nedenle bu tip dış duvar sistemlerinde deprem yükü öncelikli etmenler arasında değerlendirilmiştir.

Yukarıda bahsedilen nedenler ile dış duvarların taşıyıcılık performanslarında genel olarak dikkate alınması gereken diğer etmenler de aşağıdaki gibidir:

- darbe yükü,
- yangın etkisi,
- patlama ve çarpma yükleri,
- yapım yükleri,
- çevreden gelen titreşimler.

Bu bölümde dış duvar sistemleri, duvar elemanı bütününü oluşturan bileşenlerin bir araya gelişi ile bina bağlantı şekillerine göre açıklanmış, dış duvarlar için öncelikli olarak ele alınması gereken etmenler etkisinde performansları belirlenmiş ve bu özelliklerine göre öncelikli olarak ele alınması gereken etmenler her duvar tipi için ayrı ayrı önem sırasına konmuştur. Darbe yükü, yangın etkisi, patlama ve çarpma yükleri, yapım yükleri ve çevreden gelen titreşim etmenlerinin etkileri, darbe yükünün mekanın işlevine bağlı olarak değişme özelliğinden; diğer etmenlerin de elemanı bina çevresi düzeyindeki koşullara bağlı olarak etkilemesi ve yapım süreci ile ilgili olmasından dolayı dış duvar sistemlerinin hepsi için kendi başlıkları altında incelenmiştir.

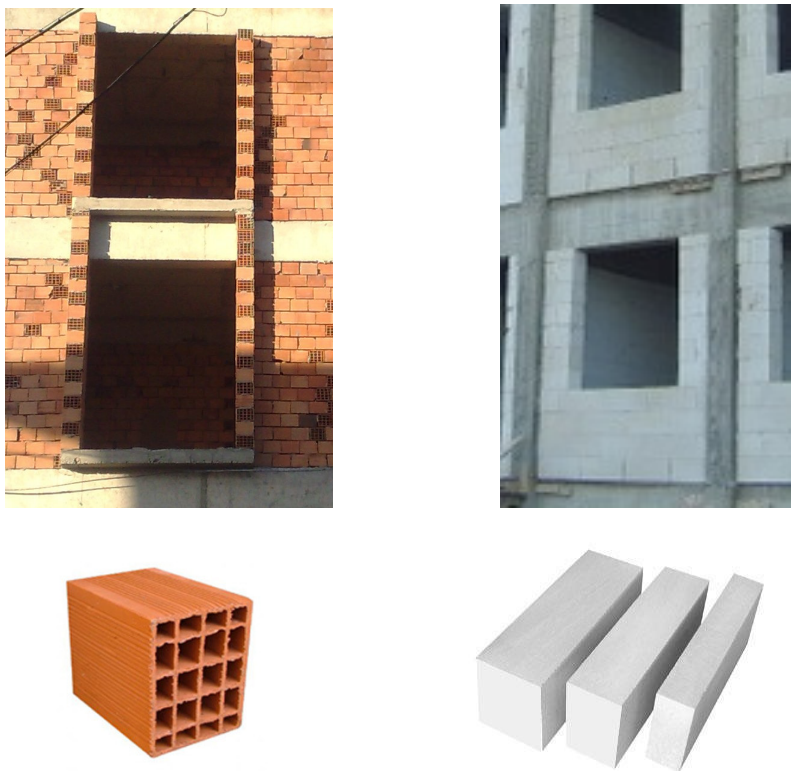
4.1 Dolgu Dış Duvar Sistemleri

Dolgu dış duvar sistemleri, bina taşıyıcı sistemine dört kenarından ya da en az iki karşılıklı kenarından sürekli bağlantılarla bağlanan; taşıyıcı elemanlar ya da bileşenler arasına yerleştirilerek uygulanan sistemlerdir. Bina taşıyıcı sistemini, kendi ağırlığı ve bağlantı türüne göre farklı etkiler.

4.1.1 Birim bileşenlerden oluşan dolgu dış duvar sistemleri

Birim bileşenlerden oluşan dış duvar sistemleri, birim bileşenlerin harç kullanılarak birbiri üzerine oturtulması ile birleştirilerek oluşturulan dış duvar sistemleridir. Tuğla, gazbeton, birimler en çok kullanılan türleridir (Şekil 4.3).

Birim bileşenlerden oluşan dolgu duvarlar, bina taşıyıcı çerçevesinden yalıtılmış, ya da çerçeve ile tam temas edecek şekilde uygulanabilir. Yalıtılmış dolgular, sınırlandırılmış çerçeve ile temas eden üst kısmından ve her iki yanından tamamen izole edilmiştir. Bu dolgularda dolgu çerçeve etkileşimi söz konusu değildir. Normal dolgular ise binanın yanal kuvvet-dayanım sisteminin bir bölümü gibi hareket eder (Tekin ve diğ., 2007).



Şekil 4.3 : Tuğla ve gazbeton birimlerden oluşan dış duvar uygulamaları.

Birim bileşenlerden oluşan dolgu dış duvarlar için TS 2510 (1977): Kagir duvarlar hesap ve yapım kuralları standartında içinde yer aldığı ve binanın ardışık iki kolonu ile iki kirişinin çevrelediği karkas gözünün (yapı boşluğu) açıklık ve yüksekliği ile, bu gözün subasman kotundan yüksekliği, bunların düzenlenmesi ve projelendirilmesinde önem taşıdığı ve duvarın su basma kotundan yüksekliği bulunurken, duvarın oturduğu döşeme kotunun gözönünde tutulması gerektiği belirtilmiştir. Bu standart, yığma yapılardaki taşıyıcı duvarlar ile betonarme karkas yapılardaki taşıyıcı olmayan duvarların tasarım ve hesaplanması ile yapılmasında gözönünde bulundurulması gerekli kuralları kapsamaktadır.

Ayrıca bu standartta duvarlarda birim bileşenlerin yapımında kullanılacak harçlar, malzeme bileşimlerine göre sınıflandırılmıştır. Birim bileşenlerden oluşan dolgu dış duvarlar için, herhangi bir hesap yapılması gerekmeden yapılabilecek en büyük duvar alanları m^2 olarak, açıklık (uzunluk) ve yüksekliğinden büyük olanın küçüğüne oranı ve duvarın yerden yüksekliği ile duvarın kalınlığına bağlı olarak bir çizelgede verilmiştir. Ayrıca binanın kiriş, kolon ve döşeme gibi taşıyıcı eleman ve bileşenleri ile temas halinde bulunan bölümlerinin örülmesi sırasında bina taşıyıcı eleman ve bileşenleri ile iyi bir bağlantı sağlanması ve değme yerlerinde oluşan derzlerin, duvarın örülmesinde kullanılan harç ile sıkıca doldurulması gerektiği belirtilmiştir. Bu da yukarıda bahsedilen dolgu-çerçeve etkileşiminin söz konusu olduğu duvar tipini ifade etmektedir. Bu tip dış duvarlar bina taşıyıcı sisteminin performansını etkileyen duvar sistemleridir.

4.1.2 Doğrusal bileşenlerden oluşan dolgu dış duvar sistemleri

Doğrusal bileşenlerden oluşan dolgu dış duvarlarda doğrusal bileşenler, opak ve saydam kapatıcı bileşenleri taşıyan ızgarayı oluşturur (Şekil 4.4). Taşıyıcı bileşenler genel olarak ön montajlı şekilde taşınacağı araca yatay olarak yerleştirilerek şantiyeye taşınmakta ve kapatıcı bileşenler de dört tarafından sabitlenmek üzere yerinde monte edilerek uygulanmaktadır (Maraş, 2011).

Bu sistemde, düşey bileşenler döşemeye oturduğu noktalara sabitlenirken tavan birleşimleri sıcaklık değişimlerine bağlı olarak oluşacak genleşmeye izin verecek şekilde uygulanır (Foster ve Harington, 1994).



Şekil 4.4 : Doğrusal bileşenlerden oluşan dolgu dış duvar.

4.1.3 Dolgu dış duvar sistemlerinin performansı

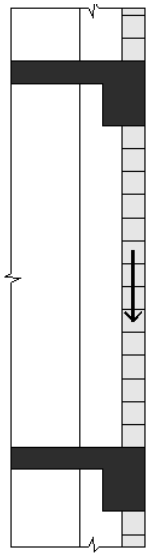
Dolgu dış duvar sistemlerinin performansı, dış duvar sistemlerinde öncelikle ele alınması gereken etmenler olarak Bölüm 4'te bahsedilen kendi ağırlığı, rüzgar yükü, sıcaklık değişimleri, su ve nem ile kirleticiler etkisinde incelenmiştir. Bölüm 4.2.1 ve 4.2.2'de görüldüğü gibi birim bileşenlerden oluşan dış duvar ile doğrusal bileşenlerden oluşan dış duvar, elemanın yapı sistemi açısından farklıdır. Bu nedenle Bölüm 4'te bahsedilen öncelikli etmenlerin önem dereceleri de değişmektedir. Bunun yanında yine aynı bölümde birim bileşenlerden oluşan dolgu dış duvar sistemlerinde Bölüm 4.1.1'de bahsedildiği gibi deprem yükü etkisinde bina taşıyıcı sisteminin performansını etkilemesi söz konusu olduğundan bu tip dış duvar sisteminde deprem yükü öncelikli etmenler arasında ele alınmıştır.

4.1.3.1 Birim bileşenlerden oluşan dolgu dış duvar sistemlerinin performansı

Birim bileşenlerden oluşan dış duvarlarda derzlere dik yönde gelen yüklere dayanım duvarın basınç dayanımı, yatay yönde gelen yüklere dayanım kesme dayanımıdır. Buna göre Bölüm 4'te belirlenen dış duvarlar için öncelikli olarak ele alınması gereken etmenlerden biri olan elemanın ağırlığı için duvarın basınç dayanımı önemlidir. Eleman ağırlığı, eleman bütününün dengesi için yararlı bir etmendir, çünkü elemanın sabit yükünü oluşturan ağırlığı ile mesneti aynı doğrultudadır (Şekil 4.5).

Eleman ağırlığı; açıklık, birim bileşen adedi ile malzemesinin birim hacim ağırlığına bağlı olarak belirlenir. Duvarın basınç dayanımı ise duvardaki birim ve harç

dayanımı, derzlere konulan harç kalınlığı ile yatay ve düşey derzlere harç konulmasına bağlıdır (Bayülke, 2003).

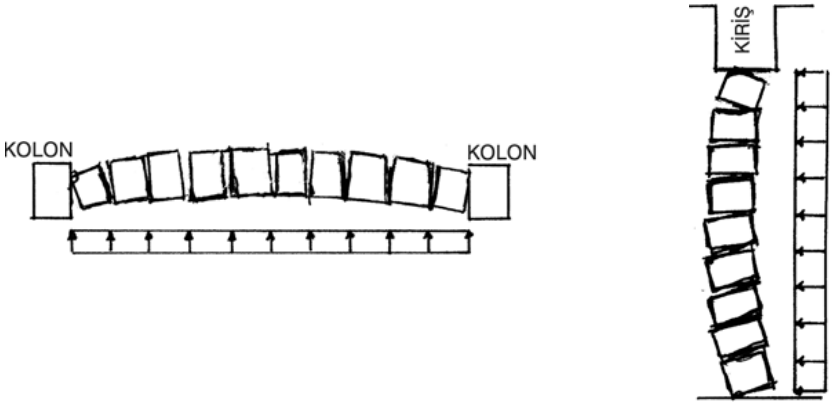


Şekil 4.5 : Birim bileşenlerden oluşan dolgu dış duvarda eleman ağırlığı ve mesneti.

Birimlerin üst üste konması şeklinde uygulanan bu tip duvarda elemanın ağırlığı, Bölüm 3.2.1'de bahsedildiği gibi kendisini taşıyan bina taşıyıcı eleman ve bileşenlerin yer değiştirme performansını etkilemektedir. Altında dolgu duvar bulunan kirişlerde yer değiştirme daha az olmaktadır. Bir diğer durum da kirişin altındaki dolgu duvarının kaldırılması ile kirişlerdeki yer değiştirmenin artmasıdır. Bir kirişin altındaki dolgu duvarının kaldırılması ile bir üst katta, altı boşalan bu kirişin üzerindeki dolgu duvarda, kirişin yer değiştirmesinin artması nedeni ile alt tarafında yatay çatlaklar olabilir (Bayülke, 2003).

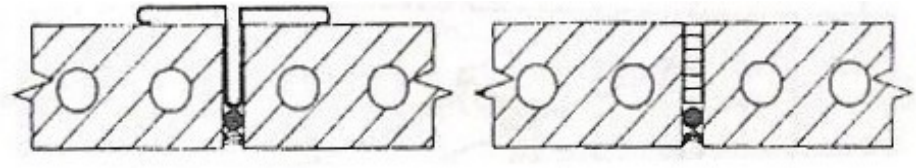
Dış duvarlar için öncelikli olarak ele alınması gereken etmenlerden biri olan rüzgar yüküne dayanımında, yükün duvarın derzlerine paralel yönde etkimesi bakımından duvarın kesme dayanımı önemlidir. Duvarın kesme dayanımı kullanılan birim bileşenin delik oranı ve basınç dayanımına, harcın dayanımına ve duvar işçiliğine bağlıdır. Duvarın yatay derzlere paralel doğrultuda etkiyen kuvvetlere karşı duvarın kesme dayanımı ilk anda duvar malzemesi ile harç arasındaki yapışmaya, aderansa bağlıdır. Birim bileşen ve harç arasındaki yapışma birim bileşen malzemesinin su emme ve yüzey özelliklerine bağlıdır. Duvar çatlayınca birim ile harç arasındaki yapışma (aderans) yok olur, duvarın kesme dayanımı bu çatlak ara yüzeyindeki birimlerle harç arasındaki sürtünme kuvveti ile oluşur ve çatlak genişleyip duvar birimleri birbiri üzerinde kaydıkça sürtünme alanı azalacağı için sürtünmeye bağlı

kesme dayanımı da giderek azalır (Bayülke, 2003). Yük etkisi artarsa duvar kemerleşme şeklinde birim bileşenlerde ayrılmalar görülür (Şekil 4.6).



Şekil 4.6 : Yatay yük etkisinde duvarın kemerleşmesi, Bayülke (2003).

Sıcaklık değişimleri Bölüm 2.2.1' de bahsedildiği gibi yapı elemanlarında sıcaklığın artmasıyla genleşme, azalmasıyla da büzülme gerçekleşir. Sıcaklık değişimleriyle dış duvar elemanında meydana gelen fiziksel değişim boyutsal şekil değiştirmedir. Boyutsal şekil değiştirme sonucu doğan gerilmeler malzemelerin genleşme katsayılarının farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Betonarme taşıyıcı eleman ve bileşenlerle çevrili olan birim bileşenlerden oluşan duvarlarda belli aralıklarla yeterli genleşme derzlerinin bırakılması gerekmektedir, (Şekil 4.7). Bu derzlerde harekete tolerans sağlayacak dolgu malzemeleri kullanılmalıdır (Merritt ve Ricketts, 2001). Duvar elemanında kullanılan harç malzemesi ve birim bileşenin farklı ısıl hareket göstermesi duvar elemanında çatlak oluşmasına sebep olmaktadır.



Şekil 4.7 : Birim bileşenlerden oluşan duvarlarda derz, Nashed (1996).

Dış duvarlarda öncelikli olarak ele alınması gereken bir diğer etmen olan su ve nem sıcaklık değişimleri ve rüzgarın etkisiyle birim bileşenlerden oluşan dolgu duvarlarda yapısal hasar meydana getirmektedir. Yağmur ile gelen su, dış duvarların yüzünü ıslattığı gibi, dış kaplama malzemelerinin boşluklarını da doldurabilir. Buna bağlı olarak, ıslanan duvar elemanı ve malzemelerinin ısı iletkenliği artar, bunun yanında sıcaklığın düşmesi sonucu malzemenin bünyesinde bulunan su donar. Bu olaya bağlı olarak malzeme bünyesinde hasar meydana gelir (Koçu ve Dereli, 2008). Ayrıca

Bölüm 2.2.3'te nem etkisi ile oluşan çiçeklenme birim bileşen malzemesinin bileşimindeki tuzlardan da kaynaklanmaktadır (Nashed, 1996). Dış duvar elemanında yapılan su birikimine neden olabilecek eğimli olmayan çıkıntılar su etkisini artırmaktadır. Birim bileşen ve bileşenleri bir araya getiren harç malzemesinin su emme özelliği, malzemenin nem etkisi ile şişme ve büzülme özellikleri elemanın su ve nem etkisindeki performansı için önemlidir (Brock, 2005). Birim bileşen malzemesine bağlı olarak yük etkisiyle sünme de meydana gelmektedir. Bu özellikler ile ilgili, üretici firmalardan bilgi alınarak inşaat mühendisi ile birlikte değerlendirilmelidir (BIA, 1992).

Birim bileşenlerden oluşan dolgu duvarlarda yukarıda bahsedilen derzlerin, ısıl hareketler ile birlikte su ve nem etkisi ile oluşacak hareketler için yaklaşık olarak 7.6 m aralıklarla oluşturulması uygundur. Derz aralıklarının hesaplanması için Amerikan Tuğla Enstitüsü (BIA); duvar genişliği, birim bileşenin ilk ve son sıcaklığının farkı ve belirlediği ısıl hareket katsayısı ile nem etkisiyle oluşacak hareket katsayılarına bağlı bir formül önermektedir (Nashed, 1996).

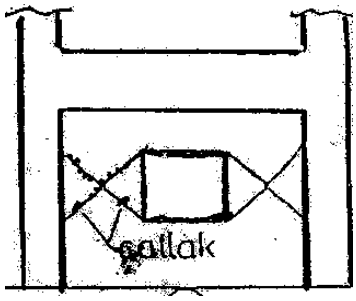
Etkili olan bina çevresi özellikleri ile Bölüm 4'te bahsedilen kirleticiler, kirli hava bünyesindeki parçacıkların dış duvar yüzeyinde birikmesi sonucu, yağmurun etkisi ile birlikte kimyasal değişime sebep olmaktadır. Bunun sonucunda dış duvar yüzeyinde renk değişimleri ve dökülmeler görülür. Bunun için bina çevresi koşulları incelenmeli ve uygun detay çözümleri ve elemanın dış yüzeyinde uygun malzeme seçimi ile birim bileşen bu etkilerden korunmalıdır. Malzeme bilgisi ilgili üretici firmalardan alınabilir.

Bölüm 2.2.2'de bina yükünü oluşturan alt sistemlerden biri olması yönüyle bahsedildiği gibi, binanın deprem yükü etkisindeki performansını da etkilemektedir. Son yıllarda dolgu duvarların taşıyıcı sistemin davranışını büyük ölçüde değiştirebildiği görüşünü savunan deneysel çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarla bir takım kabuller yapılarak birim bileşenlerden oluşan dolgu duvarın bina sistemine etkilerini hesaplara dahil edebilmek için yöntem geliştirilmiştir.

Bu tip duvar elemanı, binanın deprem dayanımına iki biçimde katılmaktadır. Bunlardan biri binanın kütlesine katkıdır. Duvarın birim ağırlığı, duvarların kalınlığı ve içinde duvar olan çerçevelerin sayısı binanın kütlesine katkı olmaktadır. İkinci katkı ise dolgu duvarın rijitliğe katkısıdır. Duvar kalınlığının, dolgu duvar

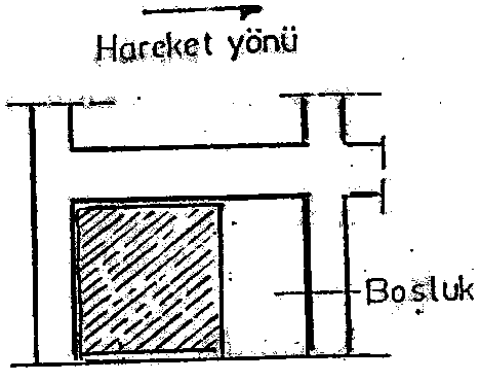
yüksekliğinin, doldurulmuş çerçeve açıklıkların miktarının ve duvar malzemesinin elastisite modülünün binanın rijitliğine etkisi vardır. Ancak deprem şiddetli ise dış duvar elemanının katkısı giderek azalmaktadır (Bayülke, 2003). Bölüm 2.2.2'de yapı elemanlarının bina sistemindeki dağılımı olarak bahsedilen birim bileşenlerden oluşan dolgu dış duvar planlama düzensizlikleri de binanın deprem dayanımını azaltmaktadır.

Dış duvar ve iç bölme duvarlarının içindeki kapı ve pencere kasalarının duvarların dayanımını artırıcı katkısı vardır (Bayülke, 2003); ancak bu tip duvarlarda bulunan pencere boşlukları deprem yükü etkisinde duvarda oluşacak yapısal hasarı, boşluk alanı ve boşluğun eleman düzlemindeki yerine göre artırmaktadır. Pencere boşluğu olan duvarlarda pencerenin iki tarafında X çatlakları oluşur (Şekil 4.8). Birim bileşenler boşluklu beton briket gibi zayıf malzemeden yapılmış ise, küçük sarsıntılarda bile duvarlarda X çatlakları oluşmaya başlar (Çamlıbel, 2000).



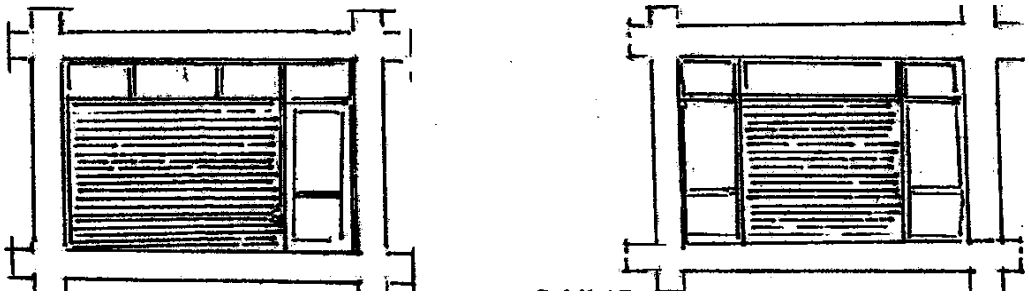
Şekil 4.8 : Pencerenin iki tarafında X çatlakları (Çamlıbel, 2000).

Birim bileşenlerden oluşan dolgu duvarlar, betonarme çerçeve tarafından tüm olarak sınırlandırılmamış ise, deprem yükü etkisi ile duvar kayabilir (Şekil 4.9).



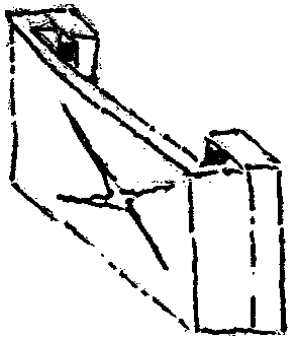
Şekil 4.9 : Çerçeve tarafından tamamen sınırlandırılmamış duvar (Çamlıbel, 2000).

Duvarda bırakılan pencere ve kapı boşluklarıyla, çerçeve ile ilişkisi kesilmiş duvarlar düzlem dışına devrilebilir (Şekil 4.10).



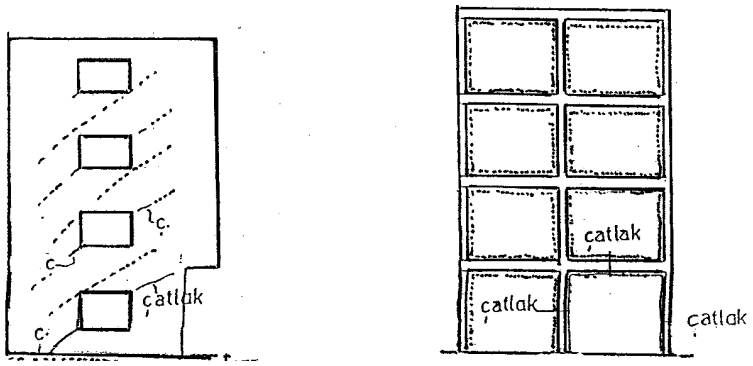
Şekil 4.10 : Çerçeve ile ilişkisi kesilmiş dolgu duvar (Çamlıbel, 2000).

Bina taşıyıcı sisteminin düzlemi dışına yerleştirilen dış duvar sistemleri, burulma etkisinde kalıp çatlayabilir (Şekil 4.11).



Şekil 4.11 : Çerçeve düzlemi dışındaki duvarda burulma çatlakları (Çamlıbel, 2000).

Birim bileşenlerden oluşan dolgu dış duvarlarda, oturma hareketi sonucu bina taşıyıcı çerçevesinde oluşan boşluklar duvar tarafından doldurulamayacağından askıda kalan duvar çatlar (Şekil 4.12) (Çamlıbel, 2000).



Şekil 4.12 : Bina oturması sonucu dolgu duvarda oluşan çatlaklar (Çamlıbel, 2000).

4.1.3.2 Doğrusal bileşenlerden oluşan dolgu dış duvar sistemlerinin performansı

Doğrusal bileşenlerden oluşan dolgu dış duvarlarda taşıyıcı bileşenler ön montajlı biçimde şantiyeye taşındığı için bileşen boyutlarını taşıyacak araç boyutları sınırlamaktadır (Maraş, 2011). Bununla ilgili üretici firmalardan bilgi alınabilir. Ayrıca doğrusal bileşenlerde genleşme katsayısı yüksek olan metal kullanılmaktadır.

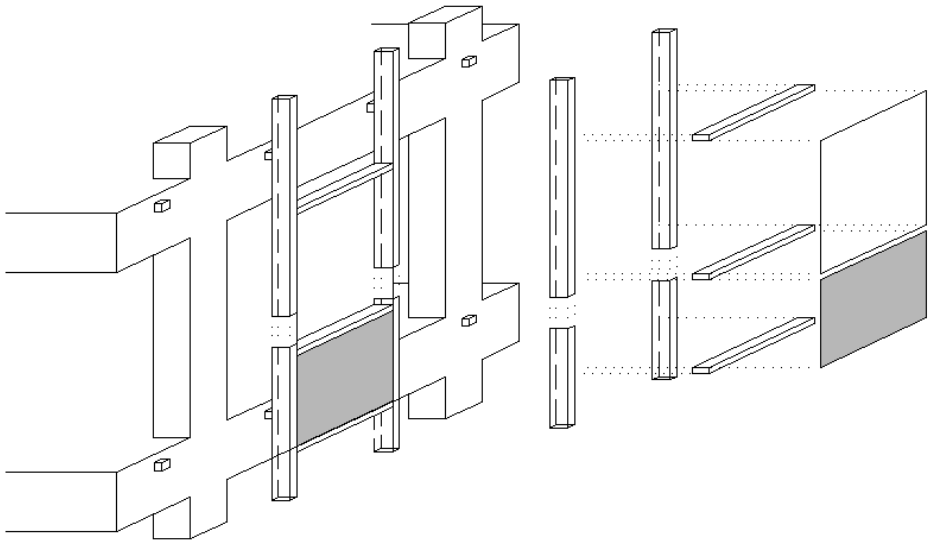
Bu da sıcaklık değişimleri sürekli etmeninin önemini artırmaktadır. Bina taşıyıcı bileşen ve elemanlarının yer değiştirmesi de bileşenlerin birleşimlerinde sızdırmazlığı olumsuz etkileyecek şekilde yapısal hasara neden olmaktadır. Bu da su ve nem etkisindeki performansı için dikkate alınmalıdır. Buna bağlı olarak uygulama denetimi önemlidir. Aşırı yer değiştirme olması durumunda taşıyıcı bileşende şekil değişimine, kapatıcı bileşenlerde kırılmaya neden olabileceği için bina taşıyıcı bileşen ve elemanlarının yer değiştirmesi önem taşımaktadır.

4.2 Asma Dış Duvar Sistemleri

Asma dış duvar sistemleri, bina taşıyıcı sistem elemanı ya da bileşenine belli aralıklarla üstten ya da alttan tespit edilerek uygulanan, kendi yükünü ve rüzgar yüklerini bina taşıyıcı sistemine aktaran sistemlerdir.

4.2.1 Doğrusal bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemleri

Doğrusal bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemleri, opak ve saydam kapatıcı bileşenleri taşıyan doğrusal bileşenler ile ızgara oluşturularak uygulanan sistemlerdir (Şekil 4.13). Taşıyıcı bileşenler, alüminyum ve çelik; kapatıcı bileşenler de cam ve kompozit gibi malzemelerden oluşur.



Şekil 4.13 : Doğrusal bileşenden oluşan asma dış duvar uygulaması.

Doğrusal bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemlerinde, iki temel taşıyıcı bileşen türü vardır. İlki bina taşıyıcı sistemine bağlantıyı sağlayan ana taşıyıcı bileşenler,

ikincisi de kapatıcı bileşenlerle ana taşıyıcı bileşenleri bağlayan ikincil bileşenlerdir. Uygulama kolaylığı açısından betonarme döşemede çıkma yapılabilmektedir.

Bu tip duvar sistemlerinde, sıcaklık değişimleri ile oluşacak ısıl hareketler ve bina sisteminin taşıyıcı eleman ve bileşenlerinin yer değiştirmesi, bina oturma hareketi ve binanın deprem yükü etkisindeki hareketi gibi bina sistemi hareketleri, elemanı oluşturan bileşenlerin birleşimlerinde ve bina sistemine birleşimlerinde etkili olmaktadır. Üretici firmalar, ısıl hareketler temel alınarak uygulanan birleşimler ile diğer hareketler için de tolerans sağlandığını belirtmektedir. Bu konu inşaat mühendisleri ile birlikte değerlendirilmelidir.

Bu tip duvar elemanı çok sayıda farklı malzeme birleşiminden oluşmaktadır. Bu birleşim noktaları, sistemin sızdırmaz olması gereken bölgeler olarak tanımlanabilir. Sızdırmazlık bölgelerinde detayların zayıflığı, yanlış uygulama, su yollarının yetersizliği gibi durumlar su sızması ile ilgili problemleri artırabilmektedir (Tekin Çelik, http://www.catider.org.tr). Su, hava ve nem etmenlerinin etkisi ile oluşabilecek dış duvar sistemini destekleyen bileşenlerin korozyonu ya da izolasyonun zarar görmesi gibi kimyasal değişim ve bozulmalar, tasarım aşamasında uygun detay çözümleri ile ele alınmaz ise zamanla sistemin taşıyıcılık performansını düşürmektedir. Fabrikalarda üretilen bileşenler şantiyede bir araya getirilmektedir. Bu nedenle uygulama denetimi önem kazanmaktadır.

Bu tip duvarlar, kat yüksekliğinde ve kat yüksekliğine yakın boyutlarda narin doğrusal bileşenler ve kırılgan malzemeli kapatıcı bileşenlerden oluşmaktadır. Doğrusal bileşenlerden oluşan dış duvar elemanı için bileşenlerin boyutlandırılması rüzgar yükü ve elemanı oluşturan kapatıcı bileşen ağırlığına göre yapılmaktadır (Bayat, 2011; Maraş, 2011). Rüzgar, kapatıcı bileşen aracılığı ile taşıyıcı bileşenler üzerine belirli bir kuvvet iletir. Taşıyıcı bileşen, rüzgar yükü ve kapatıcı bileşenin etkisinde yer değiştirme performansı gösterir. Yer değiştirmelerin kabul gören şartları şartnamelerce ya da ülkelerin standartlarına göre değişebilir. Yer değiştirme, doğrusal bileşenin rijitliği ve elastisite modülü ile ilişkilidir. Yer değiştirmenin sistemin işlerliğini etkileyecek boyutlara ulaşmamasını sağlamak için bileşenlerin uygun şekilde tespit edilmesi gerekir. Bir çok farklı malzemenin kullanıldığı dış duvar sistemlerinde elastisite modülünün saptanması zordur. Bunun için yer değiştirme hesabında kullanılan formüller, yük deneylerinin sonuçlarıyla

desteklenmelidir. Birleşim noktaları aşırı yer değiştirmelerde sızıntılara sebep olacak şekilde deforme olabilir (Schaal, 1962).

Taşıyıcı bileşenlerin, rüzgar yükleri ile kapatıcı bileşenlerin ağırlıklarını taşıyabilme yeterliliğine sahip olmaları zorunludur. Bu yeterliliğin belirlenmesi için öncelikle sistemdeki taşıyıcı bileşenleri etkileyen yüklerin belirlenmesi ve bu yükler altında bileşenlerde oluşan etkilerin hesaplanması gerekmektedir. Profillerde oluşan en büyük yükler ve kritik yer değiştirmeler tesbit edildiginde kullanılabilecek profillerin minimum atalet momentleri (I_{min}) hesaplanır ve atalet momenti, gerekli olan minimum atalet momentinden büyük olan profillerin seçimi yapılır (www.gencer.com.tr/ec/). Bu nedenle doğrusal bileşen kesit şekli de önemlidir. Bu konu ile ilgili üretici firmalardan bilgi alınabilir.

Doğrusal bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemlerinin tüm bileşenleri, etmenler altında yürürlükteki standartlara ve yönetmeliklere göre boyutlandırılırlar. Türkiye'de bu tip dış duvar uygulaması yapan firmaların, taşıyıcı sistem profillerinin boyutlandırılması ve yalıtım performansları için kullandıkları Alman standartları ve profil üreticisi firmaların malzeme özellikleri ve enkesit boyutları için kullandıkları Türk Standartları Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Doğrusal bileşenlerden oluşan dış duvarların taşıyıcılık performansı, yukarıda bahsedilen özelliklerine göre temel olarak taşıyıcı bileşenlerin boyutlandırılmasında esas alınan rüzgar yükü ve kapatıcı bileşen ağırlığı etmenlerine göre farklılık göstermektedir. Bu nedenle bu tip dış duvar sistemlerinin performansı, öncelikle bu etmenler özelinde incelenmiştir. Daha sonra her tip doğrusal bileşenlerden oluşan asma dış duvarlar için birleşim detayları bağlamında kirleticiler ve bileşenlerin birleşimi ve elemanın bina sistemi ile birleşimleri bağlamında sıcaklık değişimleri ile su ve nem etmenlerinin etkileri incelenmiştir.

Çizelge 4.1 : Doğrusal bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemlerinde kullanılan standartlar, İrtem ve Tığ (2006); Maraş (2011).

STANDART	DIN 1055-4 Design loads buildings; live loads; wind loads an structures not suspectible to vibrations; amendment 1; corrections
KAPSAM	Dikdörtgen plan şekline sahip binalarda rüzgar yükü tanımı.
STANDART	DIN 4113-1-2-3 Aluminium constructions under predominantly static loading - Part 1: Static analysis and structural design, Part 2: Static analysis of welded aluminium constructions, Part 3: Execution and qualification of constructors
KAPSAM	Alüminyum strüktürde statik yükler, kaynaklı alüminyum uygulamalarında tasarım ve analiz.
STANDART	DIN 4108-1,2,3,7,10 Thermal protection and energy economy in buildings.
KAPSAM	Binalarda planlama ve performans için yasal düzenlemelere uygun malzeme örnekleri ve tavsiyeler.
STANDART	TS EN 13116 Giydirme cepheler - Rüzgâr yüküne dayanım - Performans şartları
KAPSAM	Giydirme cephenin rüzgâr yükü etkisi altında; sabit ve hareketli kısımlarının pozitif ve negatif statik hava basıncı etkisi altında göstermesi gerekli yapısal performans şartları.
STANDART	TS EN 755-1-9 Alüminyum ve alüminyum alaşımları - Ekstrüzyonla imal edilmiş tellik çubuk/çubuk, boru ve profiller
KAPSAM	Genel mühendislik uygulamaları için biçimlendirilebilir alüminyum ve alüminyum alaşımlarından ekstrüzyonla imal edilen tellik çubuk/çubuk, boru ve profillerin teknik muayene ve teslim şartları, uygulanabilecek çekme deneylerinden elde edilen mekanik özellik sınırları; yuvarlak çubukların, kare, dikdörtgen ve altıgen kesitli çubukların, dikişsiz boruların, lomboz boruların boyut ve şekil toleransları.
STANDART	TS EN 12020-1-2 Alüminyum ve alüminyum alaşımları - EN AW- 6060 ve EN AW- 6063 alaşımlarından ekstrüzyon ile imal edilmiş hassas profiller
KAPSAM	Bölüm 1, EN AW-6060 ve EN AW-6063 alaşımlarından ekstrüzyonla, ısıl bariyerli ve ısıl bariyersiz imal edilmiş ve daha sonra yüzey işlemine tâbi tutulmayacak olan hassas profillerin teknik muayene ve teslim şartları; Bölüm 2, boyut ve şekil toleransları.
STANDART	TS EN 13830 Giydirme cepheler- Mamul standartı
KAPSAM	Giydirme cephelerin özelliklerini ve Avrupa'da uygulanan çeşitli performans şartları hakkındaki teknik bilgileri ve mamulün uygunluğunu göstermek için uygulanacak deneylerin kriterleri ve sıralaması, giydirme cephelerin performansı ve uygulanacak deneyler ile ilgili diğer Avrupa standardları ve uygun yerlerde giydirme cephelerle birlikte kullanılan mamullerle ilgili Avrupa standardları.

4.2.1.1 Yatay doğrusal bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemleri

Yatay doğrusal bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemleri, bina taşıyıcı sistemine birleşimini sağlayan taşıyıcı doğrusal bileşenlerin yatay yönde uygulandığı sistemlerdir (Şekil 4.14).

Kapatıcı birim, bu sistemlerde yalnızca yatay doğrusal bileşenlere mesnetlendirilmektedir. Ayrıca kapatıcı birimlerin boşta kalan diğer iki karşı kenarı, yandaki birimlere doğrudan yanaşmaktadır (Aygün, 1996). Yataydaki bağlantı için silikon, fitil veya özel bağlantı bileşenleri kullanılır.



Şekil 4.14 : Yatay doğrusal bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemi.

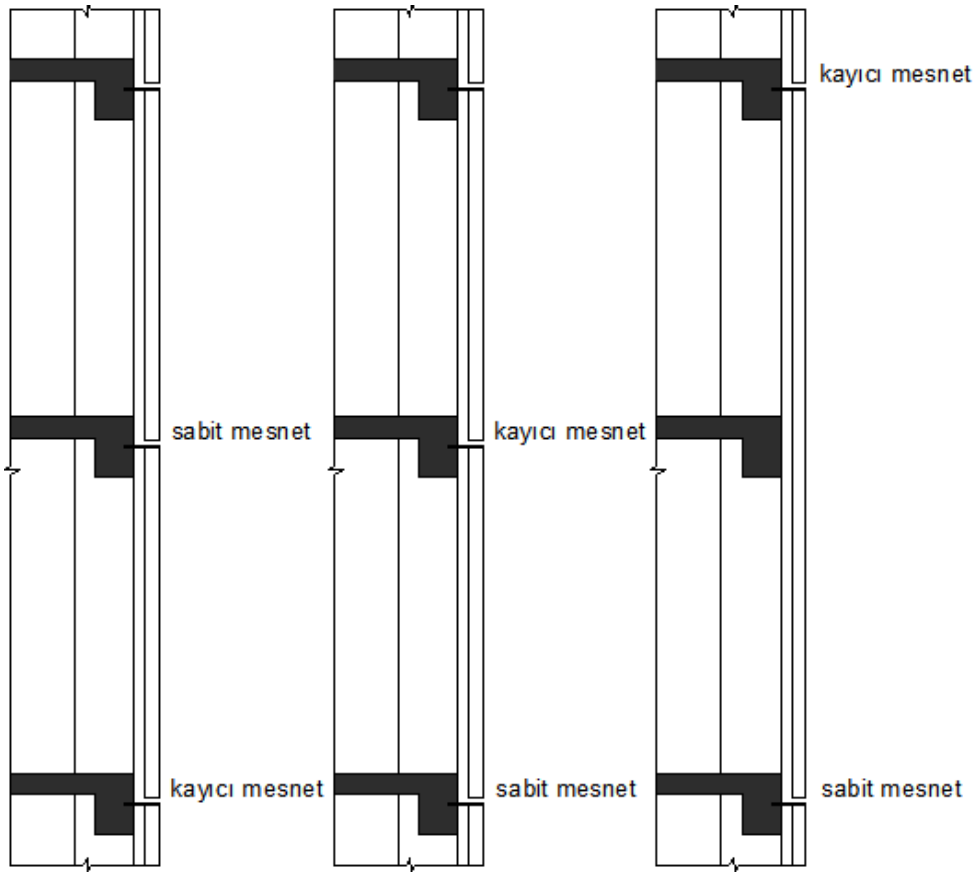
Bu sistem, binanın merdivenin bulunduğu bölümler gibi düşey taşıyıcı eleman ve bileşen açıklıklarının küçük olduğu durumlarda tercih edilmelidir (Maraş, 2011).

4.2.1.2 Düşey doğrusal bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemleri

Düşey doğrusal bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemleri, bina taşıyıcı sistemine birleşimini sağlayan bir kat ya da iki kat yüksekliğinde taşıyıcı doğrusal bileşenlerin düşey yönde üstten veya alttan sabitlenerek uygulandığı sistemlerdir, (Şekil 4.15). Biri sabit, diğeri kayıcı iki mesnetli olarak uygulanmaktadır, (Şekil 4.16). Bina taşıyıcı sistemi ile bağlantı şekline göre, basınç ve eğilme ya da çekme ve eğilme etkisindedir (Herzog ve Krippner, 2004).



Şekil 4.15 : Düşey doğrusal bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemi.



Şekil 4.16 : Bir kat yüksekliğinde üstten ve alttan montajlı; iki kat yüksekliğinde alttan montajlı düşey doğrusal bileşenlerden oluşan dış duvar.

4.2.1.3 Yatay ve düşey doğrusal bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemleri

Çift yönde doğrusal bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemlerinde, bina taşıyıcı sistemine birleşimini sağlayan taşıyıcı doğrusal bileşenler her iki yönde de mevcuttur (Şekil 4.17). Bina sistemine bağlantı sağlayan ana taşıyıcılarının düşey ya da yatay

yönde uygulanmasına göre ikiye ayrılır. Düşey ana taşıyıcılı türde düşey bileşenler bina taşıyıcı bileşenine üstten veya alttan monte edilmekte ve yatay bileşenler bunlara bağlanmaktadır. Yatay ana taşıyıcılı türde ise yatay bileşenler bina taşıyıcı bileşenine ve parapete bağlanmakta ve dikmeler bunlara basmaktadır (Aygün, 1996).



Şekil 4.17 : Yatay ve düşey doğrusal bileşenlerden oluşan asma dış duvar.

4.2.1.4 Doğrusal bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemlerinin birincil önemdeki etmenlere bağlı performansı

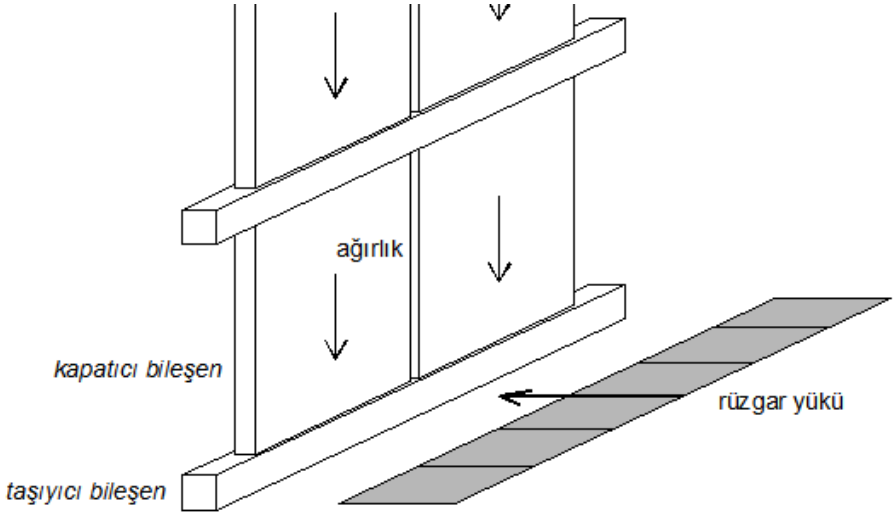
Doğrusal bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemlerinde, taşıyıcı bileşenlerin boyutlandırılmasında rüzgar yükü ve elemanı oluşturan kapatıcı bileşen ağırlığının esas alınması yönüyle Bölüm 4.2.1'de bahsedildiği gibi bu etmenler bu tip dış duvarlar için birincil önemde ele alınması gereken etmenler olarak bu bölümde incelenmiştir.

Yatay doğrusal bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemlerinin performansı

Bu tip dış duvar sistemlerinde, taşıyıcı bileşenler hem düşey yönde kapatıcı bileşenin ağırlığını, hem de yatay rüzgar yüklerini taşımak durumundadır ve her iki yönde eğilmeye maruz kalmaktadır (Şekil 4.18). Açıklığı azaltmak ve rijitliği artırmak için yatay bileşenlerin bina sistemine bağlantısında fazladan bağlantı bileşenleri kullanılır (Schaal,1962). Bu bağlantı için parapet oluşturulmalıdır. Parapetli birleşimlerde, biri sabit diğer ikisi kayıcı olmak üzere mesnet sayısı üçtür (Aygün, 1996).

Kapatıcı birim, bu sistemlerde yalnızca yatay doğrusal bileşenlere mesnetlendirildiği için rüzgar yükü altında yer değiştirme miktarında artış olabilmektedir. Bu nedenle taşıyıcı bileşenin kesit şekli önemlidir. Kapatıcı bileşenin kısa kenarı veya uzun kenarı doğrultusunda yapılan bağlantı seçimi, birimin rijitliğini belirleyici bir

unsurdur (Aygün, 1996). Bu yüzden kapatıcı bileşen ağırlığı ve kapatıcı bileşenin şekli önemlidir. Kapatıcı bileşen özellikleri ile ilgili üretici firmalardan bilgi alınabilir.



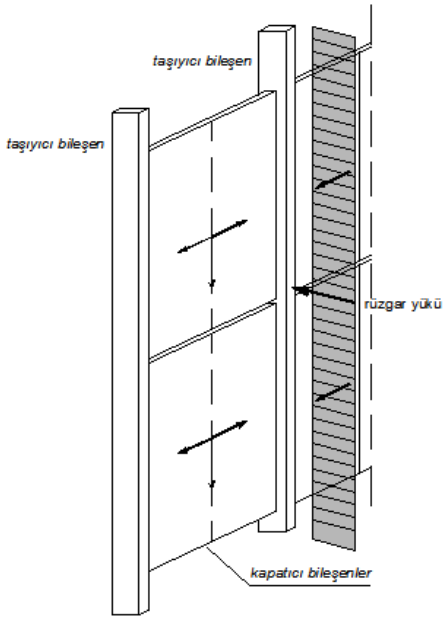
Şekil 4.18 : Yatay taşıyıcı bileşenin maruz kaldığı yükler.

Düşey doğrusal bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemlerinin performansı

Yatay doğrusal bileşenlerden oluşan sistemlerdeki gibi, kapatıcı birimin tek doğrultuda mesnetlendirilmesi nedeni ile rüzgar yükü altında yer değiştirme miktarında artış olabilmektedir (Şekil 4.19). Kapatıcı birimlerin boşta kalan diğer iki karşı kenarı, yandaki birimlere doğrudan yanaşmaktadır. Bu sistemde de kapatıcı bileşenin kısa kenarı veya uzun kenarı doğrultusunda yapılan bağlantı seçimi, birimin rijitliğini belirleyici bir unsurdur (Aygün, 1996).

Bu sistemlerde, döşemeden döşemeye tespit edilen düşey ana taşıyıcılar, eksenleri doğrultusunda taşıdıkları yükler ve eğilme etkisindedir. Burada ana taşıyıcılar tek yönde eğilme etkisindedir. Rüzgar yükleri nedeni ile oluşan yer değiştirme, nispeten küçük olan kapatıcı bileşen yükü nedeni ile oluşacak eksenel yükten daha önemlidir. Bu yüzden bu bileşenler yüksek eğilme dayanımına sahip olmalıdır (Schaal,1962).

Düşey doğrusal bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemlerinde, üstten veya alttan monte edilerek uygulanan iki tip bina bağlantı türünden bahsetmiştik. Üstten montaj yapılarak uygulanan sistem eğilme ve çekme kuvvetleri etkisindedir. Alttan monte edilerek uygulanan ise eğilme ve basınç kuvvetleri etkisindedir ve düşey bileşenin yer değiştirme performansı söz konusu olduğu için basınç kuvvetleri alttan montaj yapıldığında önem kazanmaktadır.



Şekil 4.19 : Düşey taşıyıcı bileşenin maruz kaldığı yükler.

Yatay ve düşey doğrusal bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemlerinin performansı

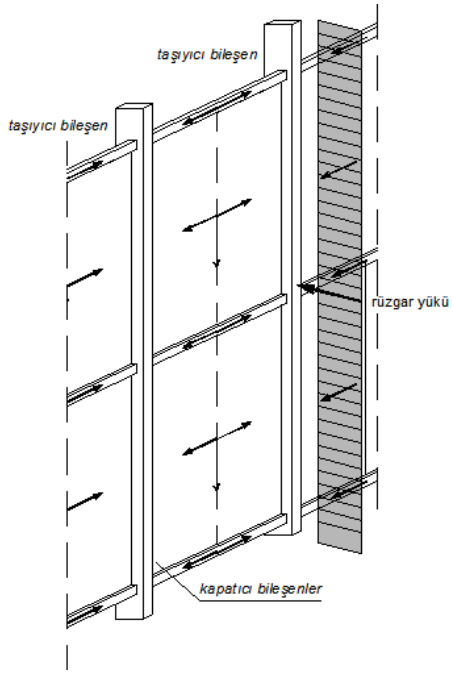
Her iki sistem de tek yönde taşıyıcılı sistemlerdeki benzerinin özelliklerini taşır. Buradaki fark, bileşenler her iki yönde de mevcut olduğu için açıklıklar azalmakta ve tek yöndeki sistemlere göre daha küçük kesitli taşıyıcı bileşenler kullanılabilmektedir.

Düşey ana taşıyıcılı sistemde kapatıcı bileşen yükünü yatay ikincil bileşenler taşımakta ve düşeye aktarmakta, yatay ana taşıyıcılı sistemde düşey taşıyıcılar sayesinde kapatıcı bileşenin rüzgar yüküne dayanımı artmaktadır (Aygün, 1996) (Şekil 4.20-21). Üretici firmalar, esas olarak kapatıcı bileşenin her noktasına eşit rüzgar yükü geldiği varsayımı ile çerçevenin dört tarafında paylaştırılacak rüzgar yükünü trapez yük esasına göre bulmaktadır. Ancak yatay kayıtlara etki edecek olan rüzgar yükünün düşey bileşenlere aktarılacağından dolayı bu sistemde yayılı yük esasını kullanmanında mümkün olduğunu belirtmektedirler.

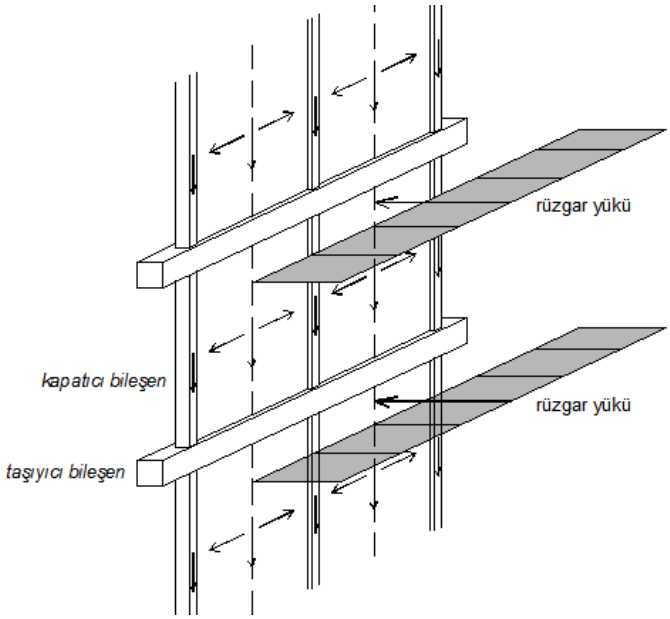
4.2.1.5 Doğrusal bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemlerinin ikincil önemdeki etmenlere bağlı performansı

Doğrusal bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemlerinde birleşim detaylarında etkili olan etmenler sıcaklık değişimleri, su ve nem, kirleticiler ve bina taşıyıcı

eleman ve bileşenlerinin yer değiştirmesi, binanın oturma hareketi, bina sisteminin deprem yükü etkisindeki hareketi gibi bina sistemi hareketleridir.



Şekil 4.20 : Düşey ana taşıyıcılı doğrusal bileşenlerden oluşan dış duvarda yükler.



Şekil 4.21 : Yatay ana taşıyıcılı doğrusal bileşenlerden oluşan dış duvarda yükler.

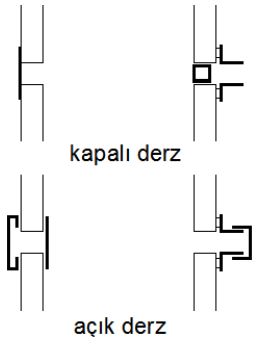
Duvar elemanının taşıyıcı bileşenlerinin yükler altında öngörülenden fazla yer değiştirme yapması, derzlerden su ve hava geçişini kolaylaştırarak taşıyıcı bileşenlerde korozyona neden olmaktadır. Rüzgarın da katkısı ile eleman bünyesine giren suyun, sıcaklık değişimlerinin etkisi ile yoğuşma durumu da kontrol edilmelidir. Sistemi oluşturan bağlantılar ve bağlantı elemanları ısı köprüsü

oluşturabilir. Bu tip dış duvarlarda kışın yoğuşma dayanımı, iç mekandaki sıcaklık koşulları ve bağıl nemi ile dış ortam sıcaklığı tarafından; yazın ise dış ortam sıcaklığı ve bağıl nemi ile iç ortam sıcaklığı tarafından yönlendirilmelidir (Tekin Çelik, http://www.catider.org.tr).

Bu tip dış duvarlarda yağmurun eleman bünyesine geçişi aşağıdaki şekillerde olmaktadır (Quirouette, http://www.cmhc-schl.gc.ca):

- Direk yağmur ya da erime suyunun girişi,
- Kılcal hareket,
- Elemanın drenaj sistemi,
- Elemanın boşluklarındaki basıncın eşitlenmemesi.

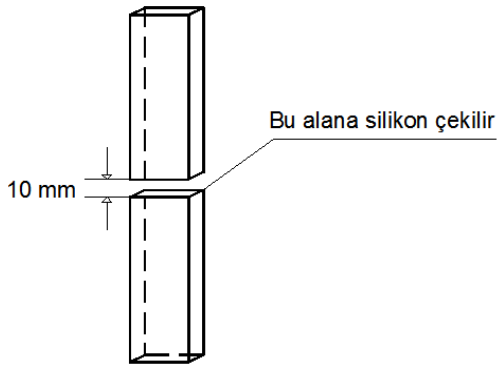
Yağmur suları, kapatıcı bileşen yüzeyinden kenarlardaki derzlere aktarılır. Özellikle derzler üzerindeki su basıncı dikkate alınmalıdır. Yatay ve düşey bileşenlerin kesişme noktaları büyük önem taşır. Ayrıca aşağı doğru dış duvarın tümü boyunca düzgün ve sürekli bir su akışı sağlanmalıdır (Aygün, 1996). Derz türü kapalı veya açık olabilir (Şekil 4.22).



Şekil 4.22 : Doğrusal bileşenlerden oluşan asma dış duvarlarda derzler.

Kapalı derz yapılması durumunda derzin dışardan gelebilecek suyu tamamen kesmesi beklenir. Açık derzli sistemlerde ise, dış yüzeyden derz arasına sızan suyun yeniden dışarı yönlendirilmesi gerekir (Brown, 1992; Aygün, 1996). Sızdırmazlık bölgeleri olarak adlandırılan derzler ne kadar fazla ise su ve nem etmenlerinin etkisi o kadar önem kazanmaktadır. Açık derz uygulamasında su ve nem etkisi ile derz dolgu malzemesinin zarar görmesi engellemek için doğru uygulama yapılmalıdır. Bu nedenle bileşen birleşimlerinde uygulama denetimi önemlidir.

Bu tip duvar elemanında taşıyıcı bileşenler, alüminyum gibi yüksek genleşme katsayısına sahip malzemeden yapıldığından ısıl hareketler önem kazanmaktadır. Sıcak değişimleri ve güneş ışınlarının etkisi ile oluşan ısıl hareketler için sistemin taşıyıcı bileşenlerinde genleşme derzlerinin bırakılmaması ile sistemin sıkışması; bu sıkışma ve saydam kapatıcı bileşenlerin güneş alan bölümlerinin güneş ışınlarını soğurarak ısınıp genleşirken, gölgede kalan bölümlerinin bu genleşmeye direnç göstermesi ile saydam kapatıcı bileşenlerin patlaması gibi kötü sonuçlar doğurabilir. Bu derzler taşıyıcı bileşenler arasında 10 mm kadar bir boşluk bırakılarak ve/veya profiller biraz kesilerek oluşturulur, (Tekin Çelik, http://www.catider.org.tr; Tortu, 2006; Maraş, 2011), (Şekil 4.23). Kapatıcı bileşenler; tespit parçaları, dolgu, silikon veya fitil yardımı ile birleştirilir.



Şekil 4.23 : Düşey taşıyıcı bileşenlerin birleşiminde uygulanan derz, Maraş (2011).

Bu tip duvar elemanında, elemanın ve bileşen malzemesinin ısıl kapasite, ısı iletkenlik, saydam kapatıcı bileşenlerin ısı geçirimliliği özellikleri ısıl hareketin belirlenmesinde etkili olan özelliklerdir (Tortu, 2006). Bölüm 4.2.1'de bahsedildiği gibi ısıl hareketler için bırakılan derzler, bina sistemi hareketleri için de tolerans sağlamaktadır.

Doğrusal bileşenlerden oluşan dış duvar sistemlerinin zaman içinde taşıyıcılık performansını düşüren etmenlerden biri olan ve etkili olan bina çevresi özellikleri ile Bölüm 4'te bahsedilen kirleticiler, bu tip duvar elemanını oluşturan malzemelerin bozulmasına neden olmaktadır. Özellikle alt derzlerde kir ve toz birikiminin önlenmesi gerekmektedir. Bunun için sistemde düzgün bir su akışı ve temizlenmesi için her bileşene ulaşım önem taşımaktadır (Aygün, 1996). Temizlenmesi için kullanılan maddelerin bileşen malzemelerine zarar vermeyen türde olanları tercih edilmelidir (Brock, 2005).

4.2.2 Yüzey bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemleri

Yüzey bileşenden oluşan asma dış duvarların tek bileşeni yüzeyin kendisidir (Şekil 4.24). Bu tip dış duvarlar, modüler büyüklükte yüzeylerden oluşmaktadır. Üretimlerinde genellikle beton, hafif beton ve çelik yapı malzemeleri kullanılan yüzey bileşenli dış duvar elemanları, fabrikalarda üretilebilecekleri gibi şantiye sahasındaki atölyelerde de üretilebilirler. Üretimi tamamlanan duvar elemanları, betonarme perdelerde ve döşemelerde kendileri için daha önceden boş bırakılan yerlere ankre edilmektedirler (Korur, 2009).

Yüzey bileşenden oluşan asma dış duvarlar, yüzey bileşenin alttan ya da üstten bina taşıyıcı eleman ve bileşenlerine çelik tespit parçaları ile monte edilebilir. Betonarme duvarlara yandan asma şeklinde bağlanırken, döşemelere alttan ve üstten tutturulur (Korur, 2009). Yüzey bileşenin bina sistemine bağlantısında bir adet sabit diğerlerinin hepsi ısıl ve bina sistemine bağlı hareketlere tolerans gösterecek şekilde kayıcı mesnet şeklinde uygulanmaktadır. Mesnet noktaları inşaat mühendisi tarafından belirlenebilir ya da bu konu ile ilgili üretici firmadan bilgi alınabilir (Nashed, 1996).



Şekil 4.24 : Yüzey bileşenden oluşan asma dış duvar sistemi.

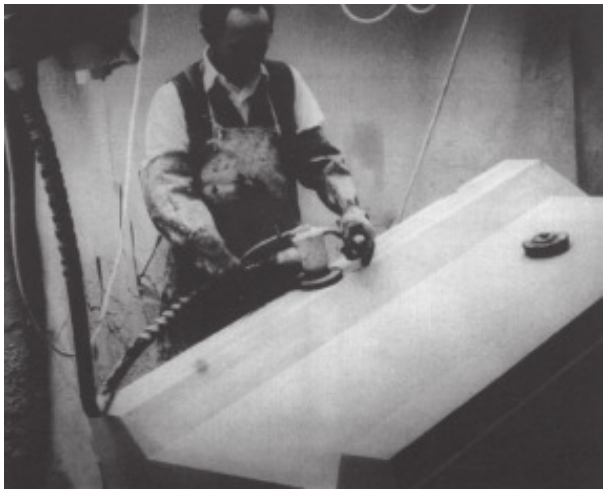
Yüzey bileşenlerden oluşan dış duvar sistemleri, bina hareketlerine yüzey bütünüyle uyum sağlamak zorunda olduğu için bina hareketleri önemlidir. Buna ek olarak yüzey bileşenlerin bir araya getirilmesi işlemine de uygulama esnasında özen gösterilmesi gerekmektedir.

Kat yüksekliğinde olan yüzey bileşen boyutları açısından bu bileşenlerin üretim yerinden şantiyeye taşınması çok önemlidir. Yüzey bileşen boyutları aşağıdaki üç faktörden etkilenmektedir (Brookes, 1998):

- Üretim kolaylığı,
- Şantiyeye taşınma yöntemi,
- Üretim tesisi-şantiye arası yol güzergahı,
- Bina sistemindeki yerine taşınmasında kullanılacak araçların kapasitesi.

Üretim yöntemine göre yüzey bileşen boyutlarında, yüzey bileşenden beklenen yüzey özelliklerine uygun yüzey işlemlerinin doğru şekilde yapılması için elle yapılan işlemlerde çalışanların ulaşabileceği yüzey ebatlarına göre sınırlama söz konusudur (Şekil 4.25).

Üretim tesisinden şantiyeye taşınmasında kullanılan araçların en rasyonel biçimde değerlendirilmesi gerekmektedir. Boyutlar büyüdükçe yüzey bileşen kalınlığı artmakta ve dolayısıyla ağırlığı da artmaktadır. Bu nedenle, taşınma işleminin yapılacağı araçların taşıyabileceği yük kapasitesi ve yüzey bileşenlerin araca yerleştirilme şekli önemlidir (Brookes, 1998). Ayrıca üretim tesisi-şantiye arası yol güzergahı, yol üzerinde bulunabilecek köprü yükseklikleri açısından göz önünde bulundurulmalıdır (Maraş, 2011).



Şekil 4.25 : Yüzey bileşende elle yapılan yüzey işlemi.

Şantiyede yüzey bileşenlerin bina sistemindeki yerine montajı için kullanılan araçların kapasitesi, firmalara göre değişmektedir. Bu konuda ilgili firmalardan bilgi alınmalıdır (Brookes, 1998). Yüzey bileşenlerin taşınması, bu tip dış duvar elemanlarının taşıyıcılık performansını etkileyen bir etmen olarak ele alınmıştır.

Duvar elemanının taşınması, yerine yerleştirilmesi ve şantiye ortamında depolanması sırasında dikkatsizlik ve gerekli hassasiyetin gösterilmemesi sonucu

özellikle köşe noktalarında kırılmalar veya çatlamalar oluşmakta, bu hasarların yoklama sıvası çekilmek suretiyle doldurulması fazladan işçilik gerektirmektedir. Şantiyede istiflenen duvar elemanının metal ankrajları ise açık hava şartlarından dolayı paslanmaktadır (Şekil 4.26), (Korur, http:// www.prefab.org.tr).

Yüzey bileşenin taşıma ve montaj sırasında oluşabilecek yapısal hasara ve rüzgar yükü nedeni ile maruz kalabileceği eğilme gerilmelerine yeterli dayanımı göstermesi için yüzey bileşenin içinde kalan, metal veya çelik doğrusal bileşenlerden ızgara yapılır. Geniş açıklıklarda yüzey bileşen bina bağlantısı için ek bağlantılar ya da yüzey bileşene, iç ortam tarafında uygulanan dıştan ikinci bir çelik ızgara yapılması gerekmektedir (Türk, 2011).



Şekil 4.26 : Metal ankraj üzerinde oluşan paslanmalar,

(Korur, http:// www.prefab.org.tr).

Tasarım aşamasında alınacak boyutsal özellik, yüzey özellikleri, bağlantı detayları ve derz kararları uygulama aşamasında çözülmesi zor problemlerin oluşmasını engelleyecek şekilde kesin ve detaylı şekilde belirlenmelidir; çünkü bu sistemlerin taşıyıcılık performansı, tasarlanan yüzeye göre üretici firmaların standartlarda belirtilen deneyleri uygulaması sonucunda uygunluğunun onaylanması ile üretim aşamasında belirlenmektedir.

Yüzey bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemlerinin boyutsal özellikleri; kendi ağırlığını, bina sistemine birleşimini etkileyen sıcaklık değişimleri ile su ve nem etmenlerinin etkisinde gösterdiği boyutsal şekil değiştirme performansını, taşınmasını ve bina taşıyıcı eleman ve bileşenlerine bağlantı şeklini etkileyen temel özellik olması nedeni ile bu bölümdeki dış duvar sistemleri yüzey bileşen büyüklüğüne göre incelenmiştir. Elemanın boyutları nedeni ile kendi ağırlığı ve

boyutlara bağlı olarak taşınması bu tip duvarlarda öncelikle ele alınması gereken etmenler olarak görülmüş ve duvar tipleri bu etmenler özelinde incelenmiştir. Daha sonra dış duvarlar için Bölüm 4'te belirlenen öncelikli etmenlerin yüzey bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemleri genelinde etkileri incelenmiştir.

Bu tip dış duvar sistemlerinin tasarımı, üretimi, taşınması ve uygulama yöntemleri ile ilgili kullanılan standartlar Çizelge 4.2'de verilmiştir (Savaşer, 2011; http://www.tse.org.tr).

Çizelge 4.2 : Yüzey bileşenlerden oluşan dış duvar sistemleri ile ilgili standartlar.

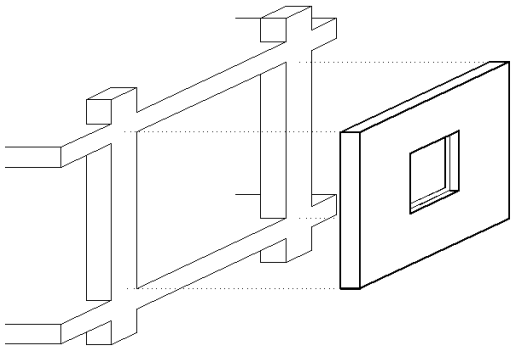
STANDART	TS EN 13369- TS EN 13369/AC: Öndökümlü beton mamuller - Genel kurallar
KAPSAM	Özel mamul standardlarında yer almayan konularda atıfta bulunulacak olan terimler ve tarifler, temel performans kriterleri, deney yöntemleri ve uygunluğun değerlendirmesi.
STANDART	TS 802: Beton karışım tasarımı hesap esasları
KAPSAM	Beton karışım tasarımı hesap esasları, normal beton agregaları ile hazırlanıp vibratör kullanarak sıkıştırılan betonların karışım hesap esasları.
STANDART	TS 4203: Beton Karıştırma Donanımı Yeterlik Tayini
KAPSAM	Beton karıştırma donanımlarının yeterlik tayini metodunu
STANDART	TS 1247: Beton Yapım, Döküm ve Bakım Kuralları (Normal Hava Koşullarında)
KAPSAM	İstenen kıvam, işlenebilme özelliği, dayanım ve dayanıklılıkta beton yapabilmek için normal hava koşullarında uyulması gereken yapım, döküm ve bakım kuralları.
STANDART	TS 10513: Çelik Teller - Beton Takviyesinde Kullanılan
KAPSAM	Beton takviyesinde kullanılan çelik telleri
STANDART	TS 914 EN ISO 1461: Demir ve Çelikten Yapılmış Malzemeler Üzerine Sıcak Daldırılmış Galvaniz Kaplamalar - Özellikler ve Deney Metotları
KAPSAM	Demir ve çelik malzemeler üzerine uygulanan sıcak daldırmalı çinko (diğer metallerin % 2'sinden fazla olmayan) kaplamalar için genel özellikler ve deney metotları.
STANDART	TS 4046 1996: Hazir Duvar Panelleri- Hafif Agregalı Betondan Yapılmış, Boşluklu
KAPSAM	Hafif agregalı betondan yapılmış boşluklu hazır duvar panellerinin tanımı, sınıflandırma ve özelikleri, numune alma, muayene ve deneyleri ile piyasaya arz şekli.
STANDART-KAPSAM	TS 7719 1989: Prefabrike Beton Elemanlardan Yapılmış Bir Dış Duvarla Beton Döşeme Arasındaki Tipik Yatay Derzler-Nitelikler, Özellikler ve Sınıflandırma İlkeleri
STANDART-KAPSAM	TS 7845 1990: İki Prefabrike Beton Dış Duvar Arasındaki Tipik Düşey Derzler- Nitelikler, Özellikler ve Sınıflandırma İlkeleri
STANDART	TS 825: Binalarda ısı yalıtım kuralları

Çizelge 4.2 (devam) : Yüzey bileşenlerden oluşan dış duvar sistemleri ile ilgili standartlar.

KAPSAM	Yeni inşa edilecek binaların ısıtma enerjisi ihtiyacını hesaplama kuralları, izin verilebilecek en yüksek ısı kaybı değerleri ve hesaplama ile ilgili bilgilerin sunuş şekli.
STANDART	BS 5328-1:1997: Concrete. Guide to specifying concrete
KAPSAM	Taze ve sertleşmiş betonun beklenen performansı sağlaması için bileşenler ve karışım oranları.
STANDART	BS 5250:2002: Code of practice for control of condensation in buildings
KAPSAM	Yüzey ve katmanlar arası yoğuşma kontrolü ile ilgili tavsiyeler
STANDART	BS 1881-208:1996: Testing concrete. Recommendations for the determination of the initial surface absorption of concrete
KAPSAM	Beton ürünlerin su emme deneyleri, deney numunesi ve düzenekleri.
STANDART	BS 8297:2000: Design and installation of non-loadbearing precast concrete cladding
KAPSAM	Taşıyıcı olmayan prekast beton panellerin tasarımı, üretimi, taşınması ve uygulanması ile ilgili tavsiyeler ve kılavuz bilgiler.
STANDART	BS 4449:1997: Specification for carbon steel bars for the reinforcement of concrete
KAPSAM	Beton takviyesinde kullanılan çelik çubuklar.
STANDART	BS 4482:2005: Steel wire for the reinforcement of concrete products. Specification
KAPSAM	Beton takviyesinde kullanılan çelik telleri.
STANDART	BS 4483:2005: Steel fabric for the reinforcement of concrete. Specification
KAPSAM	Çelik bileşenlerin (ızgar, tel, v.b.) boyut toleransları, mekanik özellikleri, deney yöntemleri, kalite kontrolü, onay belgeleri.
STANDART	BS 5889:1989: Specification for one-part gun grade silicone-based sealants
KAPSAM	Derz malzemelerinin mekanik ve fiziksel özellikleri ile ilgili deneyler.

4.2.2.1 Büyük yüzey bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemleri

Büyük yüzey bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemleri, döşeme veya kolonlar arasındaki açıklığı geçen dış duvar sistemleridir (Şekil 4.27). Bu sistemler, beton ya da kompozit malzemelerden üretilmektedir.

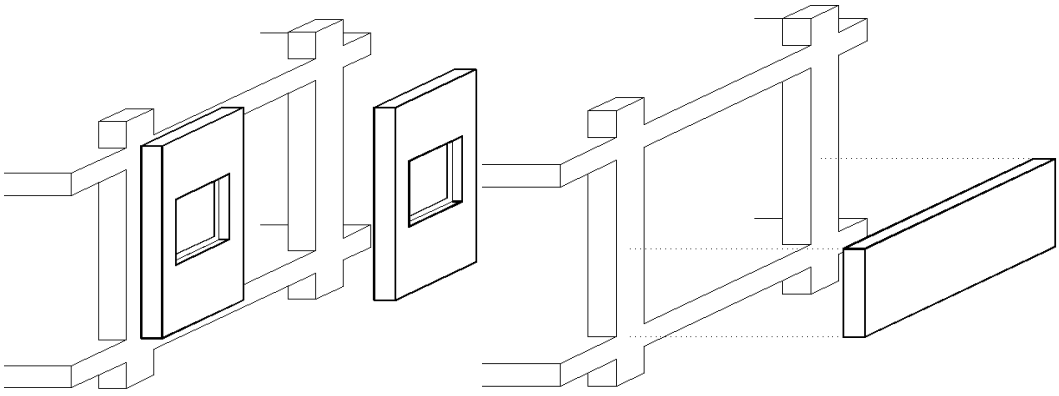


Şekil 4.27 : Büyük yüzey bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemleri.

Uygulamalarda en az dört köşe noktasından ve panel büyüklüğü- açıklık ilişkisine göre döşeme elemanına bir veya birden fazla noktadan tespit edilir (Türk, 2011).

4.2.2.2 Küçük yüzey bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemleri

Küçük yüzey bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemleri, kat yüksekliğinde düşey ya da düşey taşıyıcı bileşenler arasında yatay dikdörtgen formunda üretilen dış duvar sistemleridir (Şekil 4.28).



Şekil 4.28 : Küçük yüzey bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemleri.

Küçük yüzeylerden oluşan bu sistem, büyük yüzeylerden oluşan sisteme göre hafifliğinden dolayı taşıma ve yerleştirme kolaylığı vardır. Buna karşılık yüzey sayısının fazla olması yerleştirmeden kaynaklanan hata olasılığını arttırabilir (Aygün, 1996).

4.2.2.3 Yüzey bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemlerinin birincil önemdeki etmenlere bağlı performansı

Yüzey bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemlerinde, Bölüm 4.2.1'de bahsedildiği gibi yüzey bileşen boyutları ve taşınması, bu tip dış duvarlar için birincil önemde ele alınması gereken etmenler olarak bu bölümde incelenmiştir.

Büyük yüzey bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemlerinin performansı

Bu sistemlerde, yüzey boyutlarının büyüklüğü nedeni ile üretim aşamasında kalıptan çıkarılması, taşınması ve yerine konması sırasında köşe noktalarında kırılma, çatlama gibi yapısal hasarlar meydana gelebilmektedir (Şekil 4.29). Yüzey bileşen boyutlarının büyüklüğünden dolayı taşınması için firmalar farklı yöntemler kullanmaktadır (Şekil 4.30).



Şekil 4.29 : Dış duvar yüzeylerinde meydana gelen bozulmalar ve kırılmalar, (Korur, http:// www.prefab.org.tr).

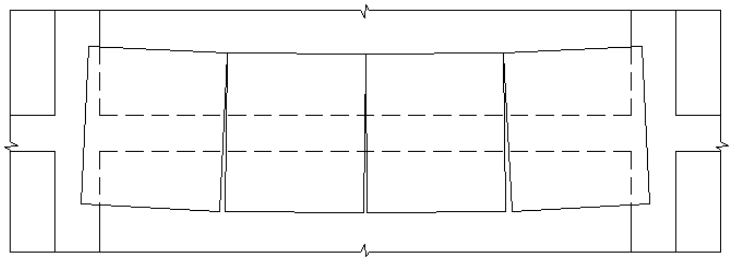


Şekil 4.30 : Büyük yüzeyli duvar elemanı için taşınma yöntemi örneği, (Brookes, 1998).

Küçük yüzey bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemlerinin performansı

Bu sistemde, yüzeylerin kirişlere tespit edilmesi durumunda, düşey bağlantılar eğilmeden dolayı dönme etkisine maruz kalmaktadır (Şekil 4.31). Konsol eğilmesi de

panolarda dönmeye neden olmaktadır. Bunu engellemek için kiriş ve konsollardaki eğilme en aza indirgenmelidir. Panoların doğrudan kolonlara taşıtılması en doğru çözümdür (Nashed, 1996). Buna göre küçük yüzey bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemlerinde Bölüm 4.2.2' de verilen etmenlere ek olarak bina taşıyıcı bileşenlerinin yer değiştirmesi de önem kazanmaktadır.



Şekil 4.31 : Kiriş tarafından taşınan yüzey bileşenli dış duvar.

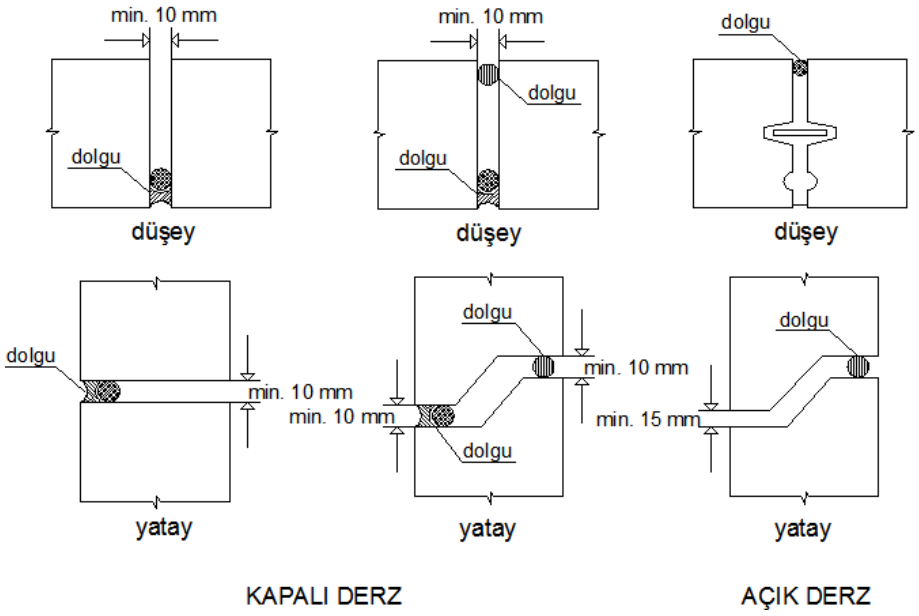
4.2.2.4 Yüzey bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemlerinin ikincil önemdeki etmenlere bağlı performansı

Yüzey bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemlerinin birleşim detaylarında etkili olan etmenler; rüzgar yükü, sıcaklık değişimleri, su ve nem, kirleticiler ve bina taşıyıcı eleman ve bileşenlerinin yer değiştirmesi, binanın oturma hareketi, bina sisteminin deprem yükü etkisindeki hareketi gibi bina sistemi hareketleridir.

Bu tip dış duvar elemanının rüzgar yükü ve deprem yükü etkisindeki taşıyıcılık performansı, üretici firmaların, tasarım aşamasında boyutları ve bağlantı detayları belirlenen yüzeye göre standartları temel alarak yaptığı deneylerle belirlenmektedir. Bu nedenle, bu etmenler için mimari kararların detaylarıyla belirtilmesi her iki tip için de önemlidir. Tasarım aşamasında bağlantı şekli, inşaat mühendisi ile birlikte ya da üretici firmalardan bilgi alınarak belirlenebilir (Nashed, 1996).

Yüzey bileşen, ısıl gereksinimler nedeni ile koruyucu katmanın eklenmesi ile çok katmanlı yapılabilmekte ve istenen görünüm özelliklerine göre farklı malzemelerden iç ve dış yüzey kaplanabilmektedir. Bu durum farklı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip malzemelerin bir arada kullanılması ile sıcaklık değişimleri, su ve nem etkisi sonucunda oluşacak boyutsal şekil değiştirmelerin farklı olması anlamına gelmektedir. Sıcaklık değişimlerinden kaynaklanabilecek ısıl hareketler, bina sistemine birleşiminde kayıcı mesnetlerin uygulanması ile karşılanmaktadır. Bu konu inşaat mühendisi ile birlikte değerlendirilmelidir.

Yüzeylerin bir araya gelmesiyle oluşan derzler su ve nem etkisinde sızdırma yapmayacak şekilde uygulanmalıdır. Derzler için kullanılacak malzemelerin uygulanması sırasındaki sıcaklık önemlidir. Ayrıca, derz malzemelerinin güneş ışınlarının etkisi ile kimyasal değişim göstermemesi açısından önlem alınmalıdır. Bu bakımdan duvar yüzeyini oluşturan malzemenin ve derz malzemesinin su geçirimsizliği, yüzey bileşen hareketine göre belirlenen derz genişliğine yapılacak dolgu malzemesinin yerleşimi gibi özellikler, su ve nem etkisi ile oluşabilecek fiziksel ve kimyasal değişimleri önlemek için göz önünde bulundurulmalıdır. Bu tip dış duvar sistemlerinde uygulanan derzlerle ilgili örnekler Şekil 4.32'de verilmiştir.



Şekil 4.32 : Yüzey bileşenlerin birleşiminde uygulanan derzler (BS 8297, 2000).

Zarar gören derz malzemeleri nedeni ile duvar elemanı bünyesine giren su, sıcaklık değişimleri ile donarak yapısal hasara ve duvar içinde ve dışındaki metal bağlantı parçalarında korozyon gibi kimyasal değişimlere neden olmaktadır. Üretim sürecinde yüzey özellikleri belirlenen duvar elemanı için kalite kontrol mekanizmasının iyi işlemesi ve derzlerin doğru uygulanması açısından uygulama denetimi önem kazanmaktadır.

Bu tip dış duvar sistemlerinde kirleticiler elemanda bozulmaya neden olmaktadır. Kirletici etkisi elemanın formuna, dokusuna ve rengine bağlı olarak değişmektedir. 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. Ayrıca yüzeyler arası derzlerde sürekliliğin sağlanması gerekmektedir. Aksi takdirde düşey derzlerde biriken ve ilerleyen yağmur suyu ile birlikte akan kir, dış duvar yüzeylerinde lekelenmelere sebep olmaktadır. Yatayda ve düşeyde çıkıntılı kısımlar veya birleşimlerinde meydana gelen kirlenmeyi önleyebilmek için yağmur sularının düşey ve yatay derzlere yönlendirilmesi gerekir, (Göçer, http://www.catider.org.tr).

4.3 Dış Duvar Sistemlerinin Taşıyıcılık Performansını Etkileyen Diğer Etmenlere Bağlı Performansı

Dış duvarların Bölüm 4'te sınıflandırılan bütün tipleri için yangın etkisi, patlama ve çarpma yükleri, yapım yükleri, darbe yükü, çevreden gelen titreşimler; yer değiştirme, şekil değiştirme; çatlama ve kısmen ya da tamamen göçme gibi yapısal hasar performanslarına neden olması yönünden dikkate alınmalıdır.

4.3.1 Yangın etkisindeki performans

Sürekli olmayan etmenlerden yangın, dış duvar elemanında yapısal hasara sebep olur. Dış duvarlarda yanıcı malzemelerin kullanımı birçok ülkede standartlarla sınırlandırılmıştır.

Dış duvar yangınları ve kayıpları çoğu zaman bina yangınının neticesinde çıkmakta ve bina yangını tarafından gizlenmektedir. Bu nedenle dış duvar yangınları ile ilgili daha az yangın kaydedilmiştir (Arpacıoğlu, 2004).

Bir binanın dış yüzü için üç tutuşma kaynağı vardır (Arpacıoğlu ,2004):

- Bina içerisindeki bir mahalde meydana gelmiş olan bir yangından çıkan alevli sıcak hava akımının bina kabuğundaki boşluklardan dış duvara geçmesi, bina dış yüzeyini yalayarak yükselmesi ve bu sırada dış duvar elemanlarının tutuşma sıcaklığına gelmesi yoluyla.
- Bitişikte yada yakında bulunan bir yangında meydana gelen ısının ve yanan küçük partiküllerin dış duvara taşınılarak ulaşması ve bu sırada bina dış duvar elemanlarını tutuşturması (sıçrama) yoluyla (Şekil 4.33).
- Karşıda, belli bir uzaklıkta bulunan bir yangında meydana gelen ısının radyasyonla yapı dış duvar elemanına ulaşması ve bu sırada yapı dış duvar elemanının tutuşma sıcaklığına gelmesi yoluyla.

Bunlardan, binanın içindeki bir akıcı bölme yangını dış duvar için şiddetli ve en önemli tutuşma kaynağı olanıdır. Yüksek yoğunluğun ortaya çıkışı, dış duvarın dış yüzüne alevin direkt vurmasından kaynaklanmaktadır. Bir dış duvarda yangının ortaya çıkışı birim zamanda duvarın birim alanına alınan ısı miktarı ve ortaya çıkışın süresiyle en iyi şekilde ifade edilebilir (Oleszkiewicz, 1990).



Şekil 4.33 : Çöp kutusundan çıkan bir yangının dış duvara etkisi (Bong Nyuk ,2000).

Dış duvar yangınlarını malzeme kullanımı kadar malzemenin aleve maruz kalmasını etkileyen dış duvar boşluklarının boyutları da önem taşımaktadır. Dış kaplamanın yanıcılığıyla ilgili yangın yayılımının riskini iki etken kontrol etmektedir, (Arpacıoğlu, 2004): Malzemenin tutuşma riski ve dış duvarın alev yayılım eğilimi. Dış duvarın alev yayılım eğilimi geometrisine göre değişir.

Şekil 4.34'teki binada dış duvarın geometrik yapısı nedeniyle baca etkisi oluşmuş, dış duvar kaplamasının yanıcılığı yangını destekleyerek üst katlara yayılmıştır (Arpacıoğlu ,2004).



Şekil 4.34 : Dış duvar yangını (Bong Nyuk ,2000).

Birim bileşenlerden oluşan dış duvar sistemleri, yangın dayanımı yüksek malzemelerden yapılmaktadır.

Yapılan deneylerde metal doğrusal bileşenli asma dış duvar sistemlerinde ve kat arasında oluşan boşlukların içinden geçerek yangının yayılması gibi sorunlar olduğu vurgulanmıştır. Bu boşluklar test panelleri yamulunca veya bu yamukluk yalıtıma engel olunca oluşmaktadır (Arpacıoğlu ,2004). Buna benzer bir örnek Şekil 4.35'te verilmiştir. Burada bir kaynak uygulaması sırasında yanıcı bir yapı malzemesinin tutuşmasıyla gerçekleşmiştir.



Şekil 4.35 : Kaynak uygulama esnasında çıkan yangının yayılması, (Bong Nyuk ,2000).

Yüzey bileşenlerden oluşan dış duvar sistemleri genellikle yangın dayanımı yüksek malzemelerden üretilmektedir. Burada yüzey bileşen ve bina taşıyıcı sistemi arasındaki boşluklardan yangının yayılması söz konusudur. Bunun önlenmesi için yatayda ve düşeydeki boşluklarda koruyucu bileşenlerle önlem alınmalıdır. Yatayda kattan kata geçişi önlemek için her katta, düşeyde mekanlar arasında geçişi önlemek için bölme duvarları ile bitişik yapılmalıdır. Bu tip dış duvarlardaki yangın etkisi ile ilgili yapılan gözlemler, en fazla sorun oluşturan bölümler olarak yangının yayılmasını önlemek amacıyla birleşim noktalarında kullanılan koruyucu bariyerlerin birleşim detaylarının ve yüzey bileşenlerin düşey derzlerinin uygulanmasına özen gösterilmesi gerektiğini göstermektedir (BS 8297, 2000).

Genel olarak tüm dış duvar sistemlerinde yangın etkisi, kullanılan malzemenin ısı iletimi, ısı tutma yeteneği, ısı geçirgenlik, ısı direnci ve genleşme özelliğine; dış duvar bileşenlerinin birleşim detaylarına ve dış duvarın geometrisine bağlı olarak değişmektedir.

4.3.2 Patlama ve çarpma yükleri etkisindeki performans

Patlama ve çarpma yüklerinin etkisi Bölüm 2.2.2'de bahsedildiği gibi kısmen ya da tamamen göçme şeklindeki yapısal hasardır (Şekil 4.36). Dış duvar sistemleri, bina sisteminin dış yüzeyini oluşturan sistemler olarak patlama ve çarpma yüklerinden doğrudan etkilenmektedir.



Şekil 4.36 : HSBC genel müdürlük binası (İstanbul), 2003 yılındaki terör saldırısı sonucu asma dış duvar sisteminin göçmesi (Saatçi, 2010).

Patlama etkisinden dolayı kısmi göçmenin gerçekleşmesi ile oluşan can kayıpları, dış duvar bileşenlerinin etrafa hızla yayılmasından kaynaklanmaktadır. Dış duvar elemanının bu yük etkisinde bileşenlerinin sünek davranış göstermesinin sağlanması beklenir. Bu nedenle, birim bileşenlerden oluşan dış duvarlar donatı ile desteklenebilir. Doğrusal bileşenlerden oluşan dış duvarlarda cam gibi kırılgan malzemelerin patlaması söz konusu olduğundan çevredekilere zarar vermesinin engellenmesi için binada uygun bölümlerde çıkma yapılması önerilmektedir. Yüzey bileşenlerden oluşan dış duvarlarda ise yüzey içindeki donatı miktarı arttırılabilir, (FEMA 427, 2003).

Yol kenarlarındaki binalarda araç çarpması durumu çarpma yükleri açısından göz önünde bulundurulmalıdır. Dış duvarların çarpma yükü etkisindeki performansı, çarpma deneyleri ile belirlenmektedir. Zemin katlarda çok kullanılan dolgu duvarlar için çarpma yükü önemlidir. Asma dış duvarların çarpma yükü direnci için deneyler TS EN 13830'da, EN 12600 (2002) Madde 5'e göre yapılması gerektiği belirtilmiştir. Ancak asma dış duvarlar binaların zemin katlarında fazla

uygulanmadığı için gerekli görülen durumlarda bu deneyler yapılarak belirlenebilmektedir.. Çarpma yüküne maruz kalma durumu olan duvarlarda koruyucu bariyerler yapılarak önlem alınabilir.

4.3.3 Yapım yükleri etkisindeki performans

Yapım yükleri, Bölüm 2.2.2'de bahsedildiği gibi yapım sürecinde yapısal hasara neden olabilmektedir. Yapım sırasında çalışanlar, kolay ulaşmak amacıyla kulanacakları malzemeleri döşeme üzerine yığabilir. Bu durum döşeme elemanının malzeme yığılan bölgesinde aşırı yüklenmeye sebep olmaktadır (SBCA, 2008). Döşemede oluşacak yer değiştirme ya da yapısal hasar uygulama anında veya kullanım sürecinde yapımı tamamlanan dış duvar elemanında yapısal hasara neden olmaktadır. Bu nedenle uygulama denetimi ve çalışanların bilgilendirilmesi önemlidir.

4.3.4 Darbe yükü etkisindeki performans

Dış duvarlarda iç ortamdan (kullanıcıdan) kaynaklanabilecek darbe etkisi de göz önünde bulundurulmalıdır. Çünkü burada şahısların emniyeti söz konusudur.

Darbe yükü, dış duvar bileşenlerinin düşmesine, kapatıcı bileşenlerde kırılmaya sebep olmaktadır (BS EN 14019, 2004). Duvarın opak bölümü ya da taşıyıcı bileşenler yatay olarak kabul edilebilen yüke yeterli dayanımda olmalıdır. Asma dış duvar sistemlerinin temizlenmesi için kullanılan iskeleler ile ilgili etkiler hakkında ilgili firmalara danışılmalıdır (BS 8200, 1985).

Darbe yükü, dış duvarlarda çatlama şeklinde yapısal hasara neden olabilir. Dış duvara çarpan bir şahıs veya eşya düşebilir ya da bununla birlikte bir dış duvar bileşenini düşürebilir. Ayrıca dış duvar bütünü veya bir parçası dışarıdakilerin üzerine düşebilir.

Darbe yükü için standartlarda belirtilen değerler, kullanıcı aktivitesi yani mekanın işlevine göre arttırılabilir. Bu nedenle mekanın işlevi önemlidir.

4.3.5 Çevreden gelen titreşimlerin etkisindeki performans

Çevreden gelen titreşimlerin etkisindeki performans, Bölüm 2.2.2'de bahsedildiği gibi bina çevresinden geçen araçlardan kaynaklanmakta ve bu titreşimler binaya ulaşarak binanın titreşimine neden olmaktadır.

Yapılan araştırmalar, çevreden gelen titreşimlerin belli titreşim seviyesinin üzerine çıktığında dış duvarlarda yapısal hasar meydana getirdiğini göstermiştir. Birim bileşenlerden oluşan dış duvarlarda titreşim, yüzeysel çatlaklara neden olmaktadır (UFC, 2003).

4.4 Bölüm Sonucu

Bu bölümde, bina taşıyıcı sistemine bağlantı türüne ve bileşen türüne bağlı olarak sınıflandırılan dış duvar sistemlerinin maruz kaldığı etmenler ve bu etmenler etkisindeki performansları belirlenmiştir.

Buna göre dış duvar sistemlerinde sistemi öncelikli olarak etkileyen etmenler önem önceliklerine göre sıralanmış şekilde aşağıda verilmiştir.

Birim bileşenlerden oluşan dolgu dış duvar sistemlerinde göz önünde bulundurulması gereken etmenler:

- Deprem yükü,
- Kendi ağırlığı-Bina taşıyıcı bileşenlerinin yer değiştirmesi,
- Su ve nem,
- Sıcaklık değişimleri,
- Rüzgar yükü,
- Kirleticiler.

Doğrusal bileşenlerden oluşan dolgu dış duvar sistemlerinde göz önünde bulundurulması gereken etmenler:

- Rüzgar yükü,
- Kapatıcı bileşen ağırlığı,
- Bina taşıyıcı bileşen ve elemanlarının yer değiştirmesi,
- Sıcaklık değişimleri,
- Su ve nem,
- Kirleticiler.

Doğrusal bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemlerinde dış duvarlar için öncelikle göz önünde bulundurulması gereken etmenlerden rüzgar yükü ve kendi ağırlığı birincil derecede önemli olan etmenlerdir. Buna göre bu etmenlerin önem sıralaması aşağıdaki gibidir.

Yatay doğrusal bileşenlerden oluşan ile yatay ve düşey doğrusal bileşenlerden oluşan asma dış duvar sisteminin yatay ana taşıyıcılı olanında göz önünde bulundurulması gereken etmenler:

- Kapatıcı bileşen ağırlığı,
- Rüzgar yükü.

Düşey doğrusal bileşenlerden oluşan ile yatay ve düşey doğrusal bileşenlerden oluşan asma dış duvar sisteminin düşey ana taşıyıcılı olanında göz önünde bulundurulması gereken etmenler:

- Rüzgar yükü,
- Kapatıcı bileşen ağırlığı.

Doğrusal bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemlerinde ikincil derecede önemli olan etmenlerin önem sıralaması ise,

- Sıcaklık değişimleri,
- Su ve nem,
- Kirleticiler

şeklindedir.

Yüzey bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemlerinde birincil önemdeki etmenler yüzey bileşenin taşınması ile taşınması ve elemanın ağırlığı ile ilgili olarak eleman boyutlarıdır. Buna göre bu etmenlerin önem sıralaması aşağıdaki gibidir.

Büyük yüzey bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemlerinde göz önünde bulundurulması gereken etmenler:

- Taşınma,
- Eleman boyutları.

Küçük yüzey bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemlerinde göz önünde bulundurulması gereken etmenler:

- Bina taşıyıcı bileşen ve elemanlarının yer değiştirmesi,
- Taşınma,
- Eleman boyutları.

Yüzey bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemlerinde ikincil önemdeki etmenler ise,

- Su ve nem,
- Sıcaklık değişimleri,
- Rüzgar yükü,
- Kirleticiler

şeklindedir.

Dış duvar sistemlerini etkileyen, onarımı zor ya da mümkün olmayan sonuçları olması ve belli koşullara bağlı olarak dikkate alınması gerektiği yönüyle Bölüm 4'de bahsedilen diğer etmenler önem sıralamasına konmadan aşağıda verilmiştir:

- Yangın etkisi,
- Patlama ve çarpma yükleri,
- Yapım yükleri,
- Darbe yükü,
- Çevreden gelen titreşimler.

5. DIŞ DUVAR SİSTEMLERİNDE TAŞIYICILIK İLE İLGİLİ PERFORMANS ÖZELLİKLERİ

Dış duvar sistemleri için göz önünde bulundurulması gereken etmenlerin etkileri ile ilgili dikkate alınması gereken performans özellikleri, etmenden etmene değişmekte ve genel olarak bina çevresi özelliklerinden başlayıp malzeme düzeyine kadar inen dört farklı sistem düzeyinde ve kullanım süreci ile ilgili olduğu görülmüştür. Buna göre bu bölümde, Bölüm 4'te incelenen dış duvar sistemleri için farklı etmenlere bağlı olarak oluşan performansta rol oynayan performans özellikleri, Bölüm 2 ve Bölüm 3'ten de yararlanılarak bina sisteminin dört farklı düzeyindeki ve kullanım sürecinde göz önünde bulundurulması gereken kullanım süreci ile ilgili özellikler olarak açıklanmış ve bu özelliklerle ilgili bilgi alınması veya veri toplanması için yol göstermesi açısından gerekli kaynaklar belirtilmiştir. Bu bölümde ele alınan performans özellikleri aşağıdaki başlıklarda açıklanmıştır:

- Bina çevresi düzeyindeki özellikler,
- Bina düzeyindeki özellikler,
- Eleman düzeyindeki özellikler,
- Malzeme düzeyindeki özellikler,
- Kullanım süreci ile ilgili özellikler.

5.1 Bina Çevresi Düzeyindeki Özellikler

Bina çevresi düzeyindeki özellikler, bölgeden bölgeye değişen özelliklerdir. Bunlar iklimsel özellikler, zemin ile ilgili özellikler, deprem ile ilgili özellikler ve yapay çevre ile ilgili özellikler olarak dört başlıkta ele alınmıştır.

5.1.1 İklimsel özellikler

İklimsel özellikler, sıcaklık farkı, hakim rüzgar yönü, rüzgar hızı, yerel yağış durumu, bağıl nem ve güneş hareketidir.

Sıcaklık farkı ve güneş hareketi, sıcaklık değişimleri sürekli etmeni etkisindeki bileşenlerin gösterdiği boyutsal şekil değiştirme ve yapısal hasar performansı ile ilgili performans özellikleridir. Sıcaklık farkı ayrıca su ve nem etkisi ile oluşacak yapısal hasar, çevreden gelen titreşimlerin kış mevsimindeki çok düşük sıcaklıklarda zeminin donmasına neden olması ile binaya iletimini etkilemesi bakımından göz önünde bulundurulması gereken bir performans özelliğidir.

Hakim rüzgar yönü, rüzgar hızı ve rüzgar hızının en büyük değeri; rüzgar yükü sürekli olmayan etmeni etkisindeki bileşenlerin gösterdiği yer değiştirme performansı ile su ve nem etkisindeki yapısal hasar ile ilgili göz önünde bulundurulması gereken bir performans özelliğidir.

Yerel yağış durumu, zamanla maruz kalınan etmenlerden yağmur suyunun etkisinden dolayı oluşan fiziksel değişim performansı ile ilgili göz önünde bulundurulması gereken bir performans özelliğidir.

Havanın nem oranı, dış duvar elemanının su ve nem etkisindeki taşıyıcılık performansı açısından bina çevresi düzeyinde ele alınması gereken bir performans özelliğidir.

Bu özellikler, bölgenin meteorolojik verilerinden elde edilir.

5.1.2 Zemin ile ilgili özellikler

Zemin ile ilgili özellikler, zemin özellikleri ve yer altı suyu seviyesidir.

Zemin özellikleri; sürekli etmenlerden biri olan binanın oturma hareketinin etkisindeki bileşenlerin gösterdiği yapısal hasar performansı ve çevreden gelen titreşimlerin etkisi ile oluşabilecek yapısal hasar; yer altı suyu seviyesi ise etkisinde kalan bileşenlerin gösterdiği kimyasal değişim ve yapısal hasar performansları ile ilgili göz önünde bulundurulması gereken bir performans özelliğidir.

Bu özellikler, yapılacak zemin etütlerinden elde edilir. Zemin mekaniği konusunda uzman inşaat mühendisleri ile birlikte değerlendirilmelidir.

5.1.3 Deprem ile ilgili özellikler

Deprem yükü sürekli olmayan etmeni etkisinde gösterdiği yapısal hasar performansı ile ilgili performans özelliği, bina çevresi düzeyinde elemanın bulunduğu yerin deprem bölgesidir.

Bu özellik, bakanlık tarafından hazırlanmış deprem bölgeleri haritasından elde edilir. Bu haritaya göre Türkiye beş farklı bölgeye ayrılmıştır. Birden beşe doğru deprem riski azalmaktadır.

5.1.4 Yapay çevre ile ilgili özellikler

Rüzgar yükü etkisindeki yer değiştirme performansı ile ilgili bina çevresi düzeyindeki performans özellikleri, rüzgar için engel kabul edilebilecek olan komşu binaların konumu ve pürüzlülük özelliğidir. Bu özellikler ile ilgili veri proje alanının incelenmesi ile elde edilebilir.

Deprem yükü etkisinde oluşacak yapısal hasar performansı ile ilgili bina çevresi düzeyindeki performans özellikleri binanın komşu bina ile bitişik olma durumudur. Bu özellikler ile ilgili veri proje alanının incelenmesi ile elde edilebilir.

Patlama ve çarpma yükleri etkisinde gösterdiği yapısal hasar performansı ile ilgili bina çevresi düzeyindeki performans özelliği, komşu binaların konumu ve fonksiyonu, kontrollü/kontrolsüz alanların ayrılmasıdır. Bu özellikler ile ilgili veri kaynağı, istatistiksel veriler, proje alanının incelenmesi ve bina planlama kararları açısından mimari projedir.

Zemin-bina etkileşiminden kaynaklanan binanın oturma hareketi ile ilgili performans özelliği, yapay çevre ile ilgili olarak bina çevresinde kazı yapılmasıdır. Bununla ilgili inşaat mühendislerinden bilgi alınabilir.

Çevreden gelen titreşimlerin etkisinde gösterdiği yapısal hasar performansı ile ilgili performans özellikleri, taşıt trafiğinin yoğunluğu, bina temelleri altından metro geçişi, bina çevresindeki yol kaplamasının niteliği, baskın araç tipinin ağırlığı ve hızıdır.

Kirleticilerin etkisinde meydana gelebilecek kimyasal değişim performansı ile ilgili performans özellikleri; binanın denize yakınlığı, komşu binaların fonksiyonu ve trafik yoğunluğudur.

Çevreden gelen titreşimler ve kirleticiler ile ilgili performans özellikleri hakkında, proje yerinde yapılacak incelemelerle bilgi edinilebilir.

5.2 Bina Düzeyindeki Özellikler

Bina düzeyindeki özellikler, taşıyıcı sistem ile ilgili özelllikler, boyutsal özellikler, fonksiyonel özellikler ve yapım süreci ile ilgili özellikler olarak dört başlıkta açıklanmıştır.

5.2.1 Taşıyıcı sistem ile ilgili özellikler

Sabit bina yükünü oluşturan bina ve dolayısıyla elemanların ağırlıkları, betonun karakteristik özelliği olan sünmeye neden olması açısından göz önünde bulundurulması gereken bir performans özelliğidir. Ayrıca bina ağırlığı binanın oturma hareketi etmeni etkisindeki yapısal hasar performansı ile ilgili bir performans özelliğidir. Bunun yanında sıcaklık değişimleri, su ve nem etkisi ile betonun büzülme özelliği de dikkate alınması gereken taşıyıcı sistem ile ilgili diğer bir performans özelliğidir. Betonda sünme ve büzülme performansı için yeterli donatıların bulunması, betonun su içeriği, yeterli beton kürü, betonun dayanımı, ortam sıcaklığı, ortam nemi önemlidir. Bununla ilgili inşaat mühendislerinden bilgi alınabilir.

Deprem yükü etmenine bağlı olarak bina taşıyıcı sistemi ile ilgili performans özellikleri bina taşıyıcı bileşenlerinin planda ve kesitte düzenlenmesidir. Bu özellikler deprem yönetmeliğinden yararlanılarak mimari kararlar olması bağlamında mimari proje ile belirlenir. Bu konu ile ilgili olarak inşaat mühendislerine danışılabilir.

Bina taşıyıcı bileşen ve elemanlarının yer değiştirmesi etmeni etkisinde dış duvar elemanının gösterdiği yapısal hasar performansı ile ilgili bina taşıyıcı bileşenlerinin kesit şekli göz önünde bulundurulması gereken bir performans özelliğidir. Bu özellik inşaat mühendisi ile birlikte değerlendirilmelidir.

5.2.2 Boyutsal özellikler

Zemin-bina etkileşimi ile bina oturma hareketi etkisinde dış duvar elemanının gösterdiği yapısal hasar performansı için bina düzeyinde ele alınması gereken boyutsal performans özelliği, farklı boyutlanan bina bölümleridir.

Rüzgar yükü etmeni için bina düzeyinde göz önünde bulundurulması gereken performans özellikleri bina yüksekliği, bina geometrisi ve duvar elemanının yerleşeceği boşluğun bir ifadesi olarak açıklıktır. Bina geometrisi, bir planlama

özelliği olarak aynı zamanda patlama ve çarpma yükleri etmenlerinin etkisinde dış duvar elemanının gösterdiği yapısal hasar performansı ile ilgili olarak göz önünde bulundurulması gereken bir performans özelliğidir.

Deprem yükü etkisinde oluşabilecek yapısal hasar ile ilgili olarak bina düzeyindeki performans özellikleri farklı yükseklikteki bina bölümleri ve farklı kat yükseklikleridir.

Binanın boyutsal özellikleri, mimari tasarım kararı olması açısından mimari proje ile belirlenmektedir.

5.2.3 Fonksiyonel özellikler

Elemanın bina sistemindeki dağılımı, deprem yükünün etkisi bakımından bina düzeyinde ele alınması gereken bina fonksiyonuna bağlı bir performans özelliğidir.

Sıcaklık değişimlerinin etkisinde gösterdiği boyutsal şekil değiştirme performansı ile ilgili olarak, bina fonksiyonunun göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Kullanıcı ve işleve bağlı yüklerden darbe yükü ile ilgili performans özelliği ise mekanın işlevidir.

Su ve nem etmeni ile ilgili mekanın işlevine göre (Ör., ıslak hacimler) bina düzeyinde ele alınacak performans özelliği ortam nemidir.

Binanın fonksiyonel özellikleri, mimari tasarım kararı olması açısından mimari proje ile belirlenmektedir.

5.2.4 Yapım süreci ile ilgili özellikler

Yapım yüklerinin etkisinde çalışan hareketleri, çalışanların bilgilendirilmesi, malzemelerin depolanması, malzemelerin taşınması gibi yapım süreci ile ilgili performans özellikleri göz önünde bulundurulmalıdır. Buna bağlı olarak uygulama denetimi önemlidir.

Zeminin iskele gibi geçici strüktürler etkisinde oturma hareketi yapması bina sistemini etkilemektedir. Bu nedenle yapım süreci ile ilgili bir performans özelliği olarak iskele gibi geçici strüktürler de dikkate alınmalıdır. Bununla iligili olarak uygulayıcı firmalara danışılabilir.

Rüzgar yükü etkisindeki yer değiştirme performansı için tüm dış duvar sistemlerinde işçilik göz önünde bulundurulması gereken bir performans özelliği olmaktadır. Bu nedenle uygulama denetimi önemlidir.

Taşınma yüzey bileşenlerden oluşan dış duvar sistemlerinde yapısal hasara neden olması ile ilgili olarak şantiyeye taşınma yöntemi, bina sistemindeki yerine taşınmasında kullanılacak araçların kapasitesi, üretim tesisi-şantiye arasında taşıyacak araçların taşıyabileceği yük kapasitesi, yüzey bileşenlerin araca yerleştirilme şekli, üretim tesisi-şantiye arası yol güzergahı, yüzey bileşenin depolanması gibi hususlar yapım süreci ile ilgili performans özellikleridir. Bununla ilgili üretici firmalardan bilgi alınabilir.

5.3 Eleman Düzeyindeki Özellikler

Eleman düzeyindeki özellikler, yapısal özelllikler, boyutsal özellikler ve fonksiyonel özellikler olarak üç başlıkta açıklanmıştır.

5.3.1 Yapısal özellikler

Su ve nem etmeni için diğer yapı elemanları ile birleşim şekli, elemanı oluşturan bileşenlerin birleşim şekli bakımından mimari detay çözümleri dış duvar elemanının yapısal performans özelliğidir. Mimari tasarım kararı olması açısından mimari proje ile belirlenen mimari detayların uygunluğu sağlanmalıdır. Ayrıca bununla ilgili üretici firmalardan bilgi alınabilir.

Yangın etkisi ile ilgili olarak elemanın diğer yapı elemanları ile birleşiminde yangının yayılmasını önlemek amacı ile alınabilecek önlemler mimari detay çözümlerinde dikkate alınmalıdır.

Rüzgar yükü etkisinde elemanın hakim rüzgar yönüne göre konumu, elemanın bulunduğu kot, birim bileşenin delik oranı, birim bileşende birim-harç aderansını etkilemesi bakımından yüzey özellikleri ve doğrusal bileşenlerden oluşan dış duvarlarda taşıyıcı bileşen kesit şekli ve parapet gerekliliği eleman düzeyinde ele alınması gereken performans özellikleridir. Bu özelliklerden elemanın hakim rüzgar yönüne göre konumu ve elemanın bulunduğu kot mimari tasarım kararı olması açısından mimari proje ile belirlenmektedir. Diğer özelliklerle ilgili üretici firmalardan bilgi alınabilir.

Sıcaklık değişimleri ile su ve nem etkisinde elemanın gösterdiği boyutsal şekil değiştirme performansı açısından göz önünde bulundurulması gereken performans özellikleri derz genişliği, derz aralıkları ve bileşenlerin birleşim detayıdır. Ayrıca birim bileşenlerden oluşan dış duvarlarda derz aralıkları da eleman düzeyinde dikkate alınmalıdır. Bununla ilgili üretici firmalardan bilgi alınabilir. Ayrıca uygulama için mimari detay önemlidir.

5.3.2 Boyutsal özellikler

Bina/eleman ağırlığını etkileyen bileşen boyutları, ağırlık etmeni açısından ve sıcaklık değişimlerinin etkisinde gösterdiği boyutsal şekil değiştirme performansı ile ilgili olması nedeni ile elemanın boyutsal performans özelliği olarak dikkate alınmalıdır. Bununla ilgili üretici firmalardan bilgi alınabilir.

Patlama ve çarpma yüklerinin etkisi, elemanın bulunduğu kota göre farklılık göstermektedir. Bu açıdan elemanın yerden yüksekliği eleman düzeyinde bir performans özelliği olarak ele alınmalıdır.

Kirleticilerin etkisi, elemanın yüzey geometrisine göre değiştiği için bu özellik eleman düzeyinde ele alınması gereken bir performans özelliğidir.

Su ve nem etkisinde eğimli olmayan çıkıntılar ve derzlerin sürekliliği dikkate alınmalıdır.

Rüzgar yükü ile ilgili elemanın boyutsal performans özelliği doğrusal bileşenlerden oluşan dış duvar sistemleri özelinde kapatıcı bileşenin geometrisidir.

Elemanın yerden yüksekliği, elemanın yüzey geometrisine, eğimli olmayan çıkıntılar, derzlerin sürekliliği ve kapatıcı bileşenin geometrisi mimari tasarım kararı olması açısından mimari proje ile belirlenmektedir.

5.3.3 Fonksiyonel özellikler

Deprem yükü etmeni ile ilgili elemanın fonksiyonel özelliklerine bağlı olarak oluşturulan duvardaki boşlukların yeri ve boyutları, çerçeve boyunca boşluk bulunması, duvar elemanının bina çerçeve düzlemi dışında bulunması durumları göz önünde bulundurulması gereken performans özellikleridir.

Su ve nem ile ilgili olarak duvarda servis sistemi bileşenlerinin bulunması durumu dikkate alınmalıdır. Bunun yanında doğrusal bileşenlerden oluşan duvar elemanının

drenaj sistemi ve elemanın boşluklarındaki basıncın eşitlenmesi de eleman düzeyinde ele alınması gereken performans özellikleridir. Bununla ilgili üretici firmalardan bilgi alınabilir.

Eleman düzeyineki fonksiyonel özellikler, mimari tasarım kararı olması açısından mimari proje ile belirlenmektedir.

5.4 Malzeme Düzeyindeki Özellikler

Malzeme düzeyindeki özellikler, fiziksel özelllikler, kimyasal özellikler, mekanik özellikler ve teknolojik özellikler olarak dört başlıkta açıklanmıştır. Malzeme düzeyindeki özellikler hakkında üretici firmalardan bilgi alınabilir. Ayrıca ilgili standartlardan belli malzemelerle ilgili veri alınabilir. Mekanik özellikleri, inşaat mühendisleri ile birlikte değerlendirilebilir.

5.4.1 Fiziksel özellikler

Bina/eleman ağırlığını oluşturan malzeme düzeyindeki performans özelliği birim hacim ağırlıktır.

Sıcaklık değişimleri ve yangın etkisi açısından genleşme katsayısı, ısı direnci, ısı iletkenliğidir.

Su ve nem etkisinde gösterdiği boyutsal şekil değiştirme performansı ve yapısal hasar ile ilgili su emme, gözeneklilik ve şişme-büzülme değerleri malzeme düzeyinde ele alınması gereken performans özellikleridir.

Malzeme düzeyinde, rüzgar yükü etmeni etkisinde göz önünde bulundurulması gereken performans özelliği, birim bileşenlerden oluşan dış duvarlarda aderansa bağlı olarak su emmedir.

5.4.2 Kimyasal özellikler

Yangın etkisinde dış duvar malzemelerinin yanıcılık özelliği dikkate alınmalıdır.

Kirleticiler, su ve nem, sıcaklık değişimleri etmenlerinin etkisi ile çatlak oluşması performansı için malzeme düzeyinde kimyasal maddeler ile etkileşim göz önünde bulundurulması gereken performans özelliğidir.

Rüzgar yükü etkisinde dikkate alınması gereken performans özelliği, birim bileşen harç aderansıdır.

Güneş ışınlarının zaman içinde derz malzemelerinin bozulmasına neden olması bakımından derz malzemesinin güneş ışınlarından etkilenmesi, malzeme düzeyinde dikkate alınmalıdır.

5.4.3 Mekanik özellikler

Sıcaklık değişimleri, bina taşıyıcı bileşen ve elemanlarının yer değiştirmesi etmenleri etkisinde gösterdiği yapısal hasar performansı ile ilgili olarak kullanılan malzemenin elastisite modülü malzeme düzeyinde ele alınması gereken bir performans özelliğidir.

Birim bileşende malzeme cinsine bağlı olarak sünme özelliği de dikkate alınmalıdır.

Yangın etkisi ve çevreden gelen titreşimlerin etkisi ile ilgili olarak malzemenin gevrek/sünek olması özelliği göz önünde bulundurulması gereken bir performans özelliğidir.

Bina taşıyıcı bileşenlerinin yer değiştirmesi ve eleman ağırlığı ile ilgili olarak birim bileşenlerden oluşan dış duvarlarda birim bileşen ve harç basınç dayanımı, harç kalınlığı, yatayda ve düşeyde harç bulunması gibi performans özelliklerine dikkat edilmelidir.

5.4.4 Teknolojik özellikler

Güneş ışınlarının zamanla oluşan etkisi ile ilgili olarak yansıtıcılık özelliği göz önünde bulundurulmalıdır.

5.5 Kullanım Süreci ile İlgili Özellikler

Dış duvarın maruz kaldığı kirletici etmeninin zamanla elemanda bozulmalara neden olmasını önlemek için temizlenmesi ve bakım yapılması gerekmektedir. Temizlik maddesinin bileşen malzemesi ile kimyasal etkileşim oluşturacak özellikte olup olmadığı kontrol edilmelidir.

Patlama etkisi ile ilgili olarak bina içindeki mekanik ekipmanların dikkatli kullanılması, patlama olayının önlenmesi açısından önemlidir.

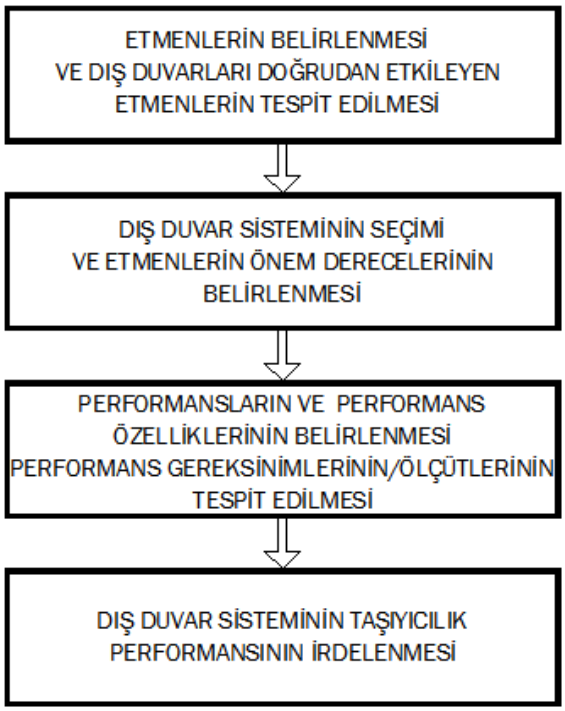
5.6 Taşıyıcılık ile İlgili Performans Ölçütleri

Performans ölçütü, belirlenen amaca ve standart ve yönetmeliklerde belirtilen zorunluluklara göre elemanı oluşturan bileşen ve malzemeden beklenen özellik değeridir (Arıoğlu, 2010). Ölçütlerin bir kısmı gelişmişlik düzeyi ile ilgili olarak sayısal bir takım değerler veya oranlar ile standartlarda ifade edilmiştir. Örneğin, rüzgar yükü ve kapatıcı bileşen ağırlığı etmenlerinin birincil önemde olması yönüyle Bölüm 4.2.1'de bahsedilen doğrusal bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemlerinde bu etmenlere bağlı yer değiştirme performansının en büyük değeri olarak TS EN 13830'da L/200 veya 15 mm'den hangisi küçükse o değerin dikkate alınması gerektiği belirtilmiştir. Burada L açıklığı ifade etmektedir.

Bu çalışmada oluşturulması amaçlanan kontrol tablolarında standartlarda sayısal olarak ifade edilmeyenlerin ve bina sisteminin performansına bağlı olarak mühendis analizi ile belirlenecek olanların, "performans gereksinimi" olarak ifade edilmesi uygun görülmüştür. Örneğin, bina taşıyıcı bileşenlerinin yer değiştirmesi etmeni için performans gereksinimi bina taşıyıcı bileşenlerinin taşıma kapasitesi olarak belirtilmiştir. Su ve nem, sıcaklık değişimleri etmenlerine bağlı boyutsal şekil değiştirme performansı için ise boyutsal hareket toleransı ile performans gereksinimi ifade edilmiştir.

6. DIŞ DUVAR SİSTEMLERİNDE TAŞIYICILIK PERFORMANSININ İRDELENMESİ

Bu çalışmada önce taşıyıcılık performansını etkileyen etmenlerin tümü incelenmiştir. Bölüm 3'te incelenen betonarme karkas taşıyıcı sistem eleman ve bileşenlerinin etmenler etkisindeki performansları belirlenmiş ve bu performanslardan dış duvar elemanını doğrudan etkileyen bina performansları birer etmen olarak ele alınıp dış duvar sistemlerine etkileri Bölüm 4'te incelenmiştir. Aynı zamanda Bölüm 4'te dış duvar sistemleri, bina sistemine birleşimi ve bileşen türüne göre sınıflandırılmış ve her duvar sistemi için taşıyıcılık performansını etkileyen etmenlerin öncelikleri belirlenmiştir. Daha sonra etmenler etkisinde gösterdiği performanslar Bölüm 2 ile birlikte ele alınarak ilgili performans özellikleri Bölüm 5'te açıklanmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda dış duvar sistemlerinin taşıyıcılık performansının irdelenmesi süreci adımlarının belirlenmesi açısından genel olarak Şekil 6.1'de verilmiştir.



Şekil 6.1 : Dış duvar sistemlerinde taşıyıcılık performansının irdelenmesi süreci.

6.1 Taşıyıcılık Performansının İrdelenmesi Sürecinde İzlenecek Adımlar

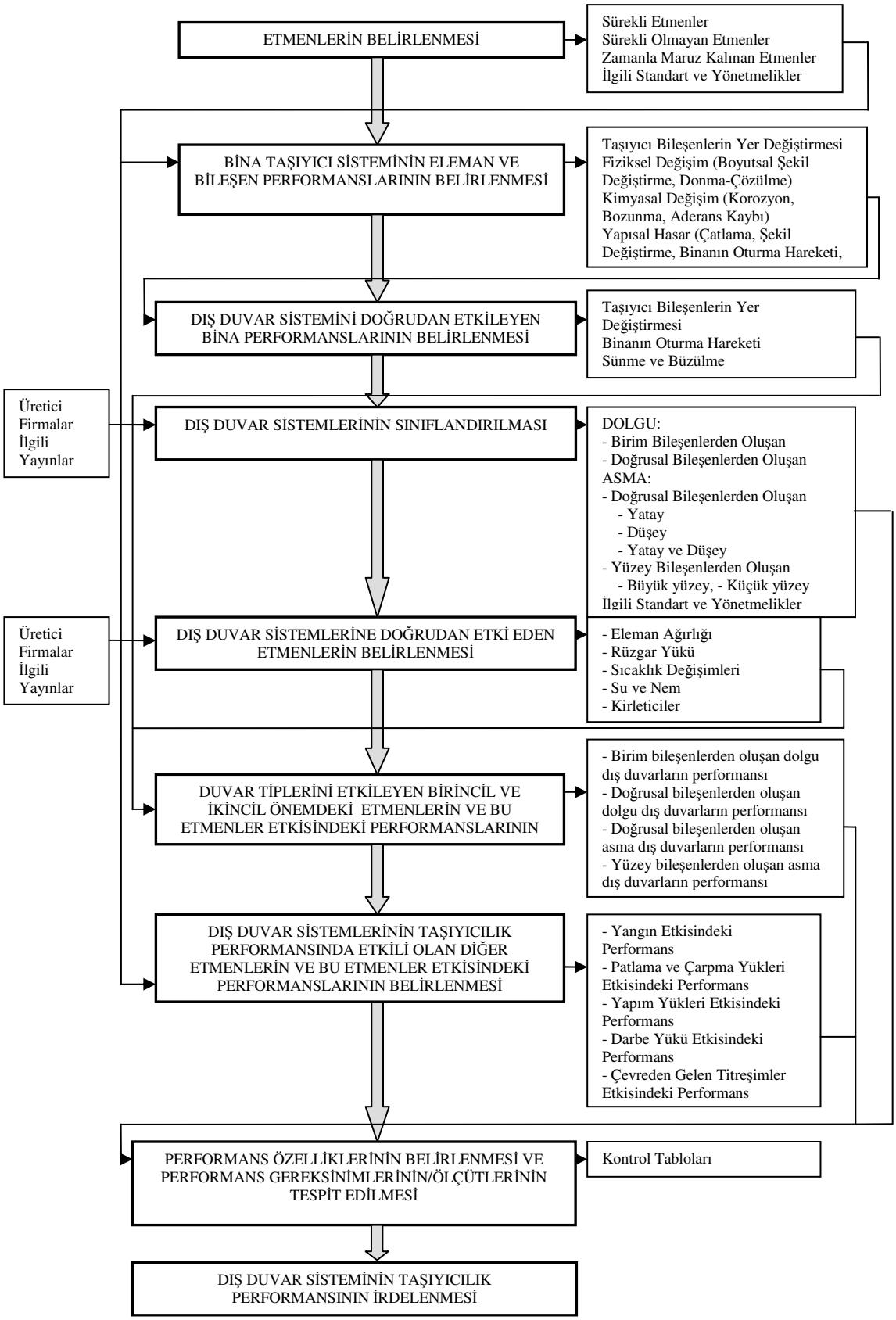
Bu bölümde yukarıdaki dört adım açıklanmıştır. İlk adım olan etmenlerin belirlenmesinde iklimsel olaylar, zemin özellikleri ve arsa koşulları, bina çevresi koşulları, kullanıcı gibi farklı kaynaklara bağlı olan bütün etmenler; dış duvar sisteminin üst sistemi olarak bina taşıyıcı sisteminin bu etmenler etkisinde gösterdiği performanslar ve dış duvar sistemlerini doğrudan etkileyen bir etmen olma niteliği gösteren bina performansları belirlenir. Bu etmenlerden dış duvar için doğrudan etkili olan dolayısıyla öncelikle göz önünde bulundurulması gereken etmenler tespit edilir. Bu aşamada Çizelge 2.2'de verilen standartlar incelenebilir. Çizelge 3.2'de belirtilen bina taşıyıcı eleman ve bileşenlerinin performansları inşaat mühendisi ile birlikte değerlendirilir. Öncelikle göz önünde bulundurulması gereken etmenler için üretici firmalara danışılabilir ve ilgili yayınlar incelebilir.

İkinci adımda mimari beklentiyi karşılayacak dış duvar sisteminin seçimi yapılır. Bunun için üretici firmalarla görüşülebilir ve ilgili yayınlar incelenebilir. Seçilen dış duvar sistemi için birinci adımda belirlenen etmenlerin; yapılan görüşme ve araştırmalara, elemanın bina sistemi ile birleşimi ve bileşenlerin bir araya gelmesi durumlarına göre önem dereceleri belirlenir.

Üçüncü adımda, en önemli olandan en az önemli olana kadar belirlenen önem derecelerine göre dış duvar sisteminin performansları ve her bir performans için göz önünde bulundurulması gereken bina çevresine, bina sistemine, elemana, malzemeye ve kullanım sürecine bağlı performans özellikleri belirlenir.

Dördüncü adımda ise, dış duvar sistemlerinin bina çevresi, bina, eleman ve malzeme düzeyleri ile kullanım süreci ile ilgili belirlenen performans özellikleri en önemli etmenden başlamak üzere irdelenir. Dış duvar üst sistemi olan bina çevresi ve bina sistemi düzeylerindeki performans özellikleri ile ilgili üst sistem kararları buna göre gerekli ise gözden geçirilir ve birinci adımda bina sistemine bağlı etmenleri etkilemesi açısından kontrol edilir. Eleman ve malzeme düzeyindeki performans özellikleri de irdelenerek seçilen dış duvar sisteminin taşıyıcılık performansı ile ilgili irdeleme süreci tamamlanır.

Buna göre oluşturulmuş ayrıntılı akış diyagramı Şekil 6.2'de verilmiştir.



Şekil 6.2 : Ayrıntılı akış diyagramı.

6.2 Kontrol Tablolarının Oluşturulması

Bu çalışmada önceki bölümlerde anlatılmış olan tüm etmenler, dış duvar sistemleri ve performansları ile performans özelliklerinin bir arada kolay bir şekilde görülebilmesi ve kontrol edilebilmesi için basit ve yönlendirici tablolar hazırlanmıştır.

Dolgu dış duvar sistemlerinde etkili olan etmenler için Bölüm 4.4'e göre iki tip için de kendi tablolarında yukarıdan aşağıya önem dereceleri azalarak devam eden bir sıralama yapılmıştır.

Doğrusal bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemlerinde rüzgar yükü ve eleman ağırlığının birincil önemdeki etmenler olduğu "1" ile; sıcaklık değişimleri, su ve nem ile kirleticilerin de ikincil önemdeki etmenler olduğu "2" ile ifade edilmiş ve bu etmenler de bu gruplama altında kendi içlerinde yukarıda bahsedilen şekilde sıralanmıştır. Yüzey bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemleri için de doğrusal bileşenlerden oluşan asma dış duvar sistemlerindeki gruplama ve sıralama şekli uygun görülmiştir.

Bu tablolar ile dış duvar sistemlerinin taşıyıcılık performansının irdelenmesi için göz önünde bulundurulması gereken performans özellikleri, öncelikli etmenler bağlamında her duvar tipi için kendi tablosunda toplanmış, diğer etmenler tüm dış duvar sistemleri genelinde kullanılmak üzere ayrı tabloda hazırlanmıştır. Tabloların düzenlenmesinde kolaylık sağlaması açısından performans özelliklerinin bağlı olduğu sistem düzeyleri Çizelge 6.1'deki kısaltmalar ile ifade edilmiştir. Kontrol tabloları ekler bölümünde verilmiştir.

Çizelge 6.1 : Sistem düzeyleri için kullanılan kısaltmalar.

KISALTMA	AÇIKLAMA
BÇ	Bina çevresi düzeyi
B	Bina düzeyi
E	Eleman düzeyi
M	Malzeme düzeyi
KS	Kullanım süreci ile ilgili

7. SONUÇ

Dış duvar sisteminin, binanın dış yüzünü oluşturması yönüyle mimarların estetik beklentilerini yansıtacakları bir görsel öğe olarak mimarlar için önemi büyüktür. Bunun yanında bu beklentiyi karşılayacak dış duvar sistemleri yapısal, boyutsal ve fonksiyonel özellikleri ile kullanıcı konforunu sağlayacak şekilde dış ortam etkilerini sınırlayan ve iç ortam koşullarını belirleyici bir eleman olarak kullanım ömrü boyunca güvenli bir şekilde ayakta kalmalıdır. Bir çok farklı işlevi aynı anda tam anlamıyla yerine getirmesini sağlamak asıl amaç olsa da pek çok farklı kaynaktan bir çok etmen karşısında bu amaca ulaşmak çok zordur. Yapılan araştırmalarla ve teknolojik gelişmelerden yararlanılarak bu amaç doğrultusundaki arayış devam etmekte ve dış duvar sistemleri hızla gelişmektedir.

Dış duvar sistemlerinin kendisinden beklenen işlevi yerine getirebilmesi ve uygulanabilir olması için öncelikle taşıyıcılık performansının irdelenmesi gerekir. Bu çalışmada bu amaçla dış duvar sistemlerinin hangi etmenler etkisinde nasıl performans gösterdiği ve bu performans ile ilgili hangi performans özelliklerinin göz önünde bulundurulması gerektiği irdelenmiştir.

Tez kapsamında bina sistemi olarak betonarme karkas taşıyıcı sistem ele alınmıştır. Betonarme karkas sistemin taşıyıcı eleman ve bileşenlerinin yer değiştirmesi, binanın oturma hareketi, deprem yükü etkisindeki performansı yanında betonun karakteristik özelliğine bağlı olarak gösterdiği sünme ve büzülme de dış duvar sistemlerini etkileyen bir etmen olmaktadır.

Dış duvar sistemlerinde öncelikli olarak etkili olan etmenlerin çoğu çevresel etmenlerdir. Buna bağlı olan performans özellikleri de bina çevresi düzeyinden malzeme düzeyine ve kullanım süreci ile ilgili özelliklere kadar değişen bir çok farklı performans özelliğinin göz önünde bulundurulması gerektiği göstermektedir.

Bu çalışmada her duvar sistemine göre ayrı ayrı hazırlanan kontrol tabloları; betonarme karkas sistemlerde uygulanan dış duvar sistemleri için taşıyıcılık performansında etkili olan etmenler, etmenlerin önem dereceleri, etmenler

etkisindeki performanslar ve performanslara bağlı farklı düzeylerdeki performans özelliklerinin bir arada kolayca görülebilmesi açısından dış duvar tasarımı görevini üstlenen mimar için zaman kazanma imkanı yaratmaktadır. Ayrıca bu bakış açısı ile yol göstermesi açısından dış duvarların taşıyıcılık performansının irdelenmesinde kullanılabilecek bir akış diyagramı oluşturulmuştur. Bu çalışmada verilen bilgiler ve hazırlanan tablo ve akış diyagramı ile mimarların, dış duvarların taşıyıcılık performansı ile ilgili daha bilinçli bir yaklaşım içinde olabilmelerinin sağlanacağı düşünülmektedir.

Ülkemizde dış duvarların taşıyıcılık performansı ile ilgili yeterli standart ve yönetmeliğin bulunmadığı ve yürürlükteki standartların çoğunun da ingilizce metin olarak Avrupa standartlarından alındığı görülmüştür. Ayrıca üretici firmalarla yapılan görüşmeler sonucu standartların İngilizce ve Türkçe olmasından dolayı standartlarda yer alan kısaltmaların farklı dildeki karşılıklarının farklı olduğu ve bu nedenle iletişimde sorun yaşandığı belirtilmiştir.

Bu çalışmada oluşturulan kontrol tabloları ve akış diyagramı dış duvar sistemlerinin taşıyıcılık performansı ile ilgili genel bir çerçeve oluşturmakta ve sistematik bir bakış açısı ile ele alınmaktadır. Bu konu ile ilgili ayrıntılı bir çalışma yapılabilir. Bunun yanında dış duvar sistemlerinin dış ortam koşullarının etkisinin sınırlandırılması ve iç ortam koşullarının belirlenmesi gibi diğer işlevleri temel alınarak geliştirilebilir.

KAYNAKLAR

Afacan, Ö., 2006. Betonarme Yapıların Korunması, *İzolasyon Dünyası*, **57**: 63-64, alındığı tarih 04.05.2011, http://www.izoder.org.tr.

Akbulut M. T., 2005, Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı Eğitimi Yaklaşımı, *Deprem Sempozyumu Kocaeli*, 23-25 Mart.

Akıncıtürk, N., İpekçi, A. C., Çelik Taşıyıcı Sistemlerde Yangın Yalıtımı ve Alçının Kullanımı, alındığı tarih 24.04.2011, www.yapkat.com.

Aköz F., Çakır Ö., Alkali Agrega Reaksiyonunun Betonda Neden Olduğu Hasarların Deneysel Olarak Araştırılması, alındığı tarih 03.05.2011, http://www.e-kutuphane.imo.org.tr/pdf/10158.pdf.

Alpur İ., 2009. Cam Giydirme Cephe Sistemlerinin Bileşenler Yönünden Karşılaştırılması, *Yüksek Lisans Tezi* , İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Arıoğlu N., 2010. Yapı Sistemlerinde Malzeme Seçimi Yöntemleri Ders Notları, İTÜ.

Arpacıoğlu Ü., 2004, Cephe Yangınları ve Cephe Kaplamalarının Yangın Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi, *1. Ulusal Çatı ve Cephe Kaplamalarında Çağdaş Malzeme ve Teknolojiler Sempozyumu* 01-04 Nisan 2004, s 1-2, http://www.catıder.org.tr.

Atalay B., 2006. Alüminyum Giydirme Cephe Sistem Seçiminde Uygulama Öncesi Süreç Analizi, *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Aygün M., 1996: *Giydirme Cephelerde Sistem Seçimi*, İTÜ.

Bachmann H. and Ammann W., 1987: *Vibrations in structures: induced by man and machines*, International Association for Bridge and Structural Engineering.

Balyemez S. ve Berköz L., 2005. Hasar görebilirlik ve kentsel deprem davranışı, *itüdergisi/a mimarlık, planlama, tasarım*, Cilt:4, Sayı:**1**, 3-14 Mart, alındığı tarih 14.04.2011, http://www.itudergisi.itu.edu.tr.

Bayat M., 2011. Kişisel görüşme, Saray Döküm A.Ş., İstanbul.

Bayülke N., 2003, Betonarme Yapının Dolgu Duvarı, *Türkiye Mühendislik Haberleri* Sayı: **426**, alındığı tarih 01.05.2011, http://www.e-kutuphane.imo.org.tr/pdf/250.pdf.

Beer, F.P., Johnston Jr., E.R., & DeWolf, J.T., 2001: *Mechanics of Materials* (3rd ed.). Boston: McGraw-Hill Higher Education.

BIA, 1992. Technical Notes 3A - Brick Masonry Material Properties, alındığı tarih 06.03.2011, http://www.gobrick.com/TechnicalNotes.

Bilgin, E., Utkutuğ, G., Tasarım ve Üretim Sürecinde Mimar-Mühendis İşbirliğini Yansıtan Üç Örnek Bina *4. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi*, alındığı tarih 31.03.2011, www.mmo.org.tr.

Bong Poh Nyuk Felix, 2000. Fire Spread on Exterior Walls, *Fire Engineering Research Report*, University of Canterbury, New Zealand.

Brock L., 2005: *Designing the Exterior Wall: An Architectural Guide to the Vertical Envelope*, John Wiley & Sons, Inc.

Brookes A., 1998: *Cladding of Buildings*, 3th Edition, Spon Press, London.

BS EN 14019, 2004. Curtain walling - Impact resistance – Performance requirements, British Standards Institution.

BS 5628-3, 2005. Code of practice for the use of masonry - Part 3: Materials and components, design and workmanship, British Standards Institution.

BS 8200, 1985. Design of non-loadbearing external vertical enclosures of buildings, British Standards Institution.

BS 8297, 2000. Design and installation of non-loadbearing precast concrete cladding, British Standards Institution.

Çamlıbel N., 2000: *Yapıların Taşıma Gücünün İyileştirilmesi*, Birsen Yayınevi.

Çelik Ç., Türkiye'de Yeni İnşaat Teknolojileri ile Gelişen Cam Mimarisi, alındığı tarih 01.05.2011, http://www.catider.org.tr.

Çetiner İ., 1992, Yük Dağıtma Doğrultuları Açısından Strüktürel Formlar, *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Çömlek R., 2008. Az Katlı Mevcut Betonarme Yapılarda Toptan Göçmenin Önlenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Direk Subaşı Y., 2003. Giydirme Cephe Tasarım Sürecinde Karar Vermek İçin Bir Yöntem Önerisi, *Doktora Tezi,* YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Ekinci E., İşçi N., Alyavuz F., 2007. Yapılar Nasıl Hastalanır?, *e-Journal of New World Sciences Academy* 2007, Volume: **2**, Number: 1 Article Number: A0014, 9-21, alındığı tarih 04.05.2011, http://perweb.firat.edu.tr/personel/yayinlar/fua_36/36_61575.pdf.

Eriç, M., 2002: *Yapı fiziği ve malzemesi*, Literatür Yayıncılık, İstanbul.

Ersoy, U., 1995. *Betonarme Döşemeler ve Temeller*, Cilt II, Evrim Yayınları.

Ersoy Y. U., 1988.: *Derzlerin Detaylandırılması ve Yapı Fiziği Açısından Bir Değerlendirme, Yapılarda Derz Bildirileri*, YEM Yayınları,İstanbul.

Ersoy, U., Özcebe, G., 2001: *Betonarme* , 2. Baskı, Evrim Yayınevi.

Eurocode 0, 2002. Basis of structural design (BS EN 1990:2002), European Standard.

Eurocode 1, 2001. Actions on structures - Part 1-1: General actions - Densities, self-weight, imposed loads for buildings, European Standard.

Eurocode 1, 1995. Actions on structures - Part 1-3: General actions Snow loads, European Standard.

Eurocode 1, 2004. Actions on structures Part 1-6: General actions - Actions during execution, European Standard.

Eurocode 1, 2003. Actions on structures Part 1-7: General Actions - Accidental actions, European Standard.

FEMA E-74, Reducing the Risks of Nonstructural Earthquake Damage Chapter 6.3: Architectural Components, Federal Emergency Management Agency, alındığı tarih 04.03.2011, www.fema.gov/library.

FEMA 426, Ch.4 Explosive Blast, alındığı tarih 24.04.2011, http://www.fema.gov.

FEMA 427, 2003. Primer for Design of Commercial Buildings to Mitigate Terrorist Attacks, alındığı tarih 05.03.2011, http://www.wbdg.org.

Foster Stroud J., and Harington R., 1994, *Mitchell's Structure and Fabric Part 2*, 5th Edition, Longman.

Güzelçoban S., 2007. Yapılarda Su ve Isı Etkenleri, Oluşturduğu Sorunlar, Nedenleri ve Çözüm Önerileri, *Yüksek Lisans Tezi*, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Göçer C., Beton Esaslı Prefabrike Cephe Panellerinde Yüzey Özelliklerine Bağlı Atmosferik Kirlenme Etkisi, alındığı tarih 03.04.2011, http://www.catider.org.tr.

Hasol D., 1995: *Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü*, 6. Baskı, YEM Yayın, İstanbul.

Herzog T., Krippner R., 2004: *Facade Construction Manual*, Birkhäuser.

Hibbeler R. C. , 2005: *Structural Analysis SI Edition*, Pearson Prentice Hall.

Hunaidi O. and Tremblay M., 1997. Traffic-induced building vibrations in Montréal, *Can. J. Civ. Eng*. **24**: 736–753, Canada, alındığı tarih 16.04.2011, www.nrc-cnrc.gc.ca/obj/irc/doc/pubs/nrcc40377.pdf.

İrtem E. ve Tığ G., 2006. Giydirme Cephe Taşıyıcı Sistem Profilleri İçin Optimum (Ekonomik) Kesit Boyutlarının Geliştirilmesi, *3. Ulusal Çatı & Cephe Kaplamalarında Çağdaş Malzeme ve Teknolojiler Sempozyumu* 17-18 Ekim, İTÜ Taşkışla Yerleşkesi, İstanbul.

Kantar E., 2009. CFRP ile Güçlendirilmiş Beton Kirişlerin Çarpma Davranışının Deneysel Olarak İncelenmesi, *Doktora Tezi*, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Karaca H., 1998 Yapılarda Hareket Problemleri ve Derz Uygulamaları, *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Kırçıl M. S., Hancıoğlu B., Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımında Genel İlkeler, alındığı tarih 24.04.2011, www.yildiz.edu.tr.

Koçak A., Depreme Dayanıklı Betonarme Yapı Tasarımı, alındığı tarih 24.04.2011, http://www.scribd.com.

Koçu N. ve Dereli M., 2008**.** Yapı Cephelerini Görsel Yönden Olumsuz Olarak Etkileyen Sorunlar ve Nedenlerin Analizi, *4. Ulusal Çatı & Cephe Kaplamalarında Çağdaş Malzeme ve Teknolojiler" Sempozyumu*, İTÜ Mimarlık Fakültesi Taşkışla – İstanbul, 13-14 Ekim, alındığı tarih 03.04.2011, http://www.catider.org.tr.

Korur S., 2009. Tünel Kalıp Sistemlerde Kullanılan Prekast Cephe Panellerinin Taşıyıcı Sisteme Entegrasyonu ve Kalite Bağlamında Değerlendirilmesi, alındığı tarih 14.04.2011, http:// www.prefab.org.tr.

Maraş N., 2011. Kişisel görüşme, Çuhadaroğlu Holding, İstanbul.

Merritt F. S. and Ricketts J. T., 2001: *Building Design and Construction Handbook*, 6 th Edition, McGraw-Hill.

Nashed F., 1996: *Time-Saver Details for Exterior Wall Design*, Mc Graw-Hill.

Neville A.M., 2000: *Properties of Concrete*, Fourth Edition, Longman Scientific and Technical, New York/USA.

Oleszkiewicz I., 1990. Fire and Combustible Cladding, *Construction Canada* Jul-Aug 1990, p 16-18, 20-21.

Önalp, A., 2007: *Geoteknik Bilgisi I, Zeminler ve Mekaniği* , Birsen Yayınevi.

Örsen E., Yamantürk E., 1991: *Taşıyıcı Sistem Tasarımı*, Birsen Yayınevi.

Özer M., 1974: *Yapılarda Isı, Su ve Buhar Yalıtımları*, Haşmet Yayınevi.

Özmen Y., 2006. Farklı Çatı Tipleri ve Eğimlerindeki Binalar Üzerinde Rüzgar Etkilerinin Deneysel ve Teorik İncelenmesi, *Doktora Tezi*, KTÜ.

Quirouette R., Glass and aluminium curtain wall systems, *Ontario Association of Architects*, Canada, alındığı tarih 02.05.2011, http://www.cmhc-schl.gc.ca.

Rich, P., Dean, Y., 1999: *Principles of Element Design 3. Edition*, Butterworth – Heinemann.

Salvadori, M., Heler, R., 1980: *Mimarlıkta Taşıyıcı Sistem,* İTÜ Mimarlık Fakültesi Baskı Atölyesi.

Savaşer Yılmaz Ö., 2011. Kişisel görüşme, İş GYO, İstanbul.

SBCA, 2008. Construction Loadings, *Tech Notes*, alındığı tarih 29.04.2011, http://www.sbcindustry.com.

Schaal R., 1962. *Curtain Walls Design Manual*, Çeviren: Thomas E. Burton, Reinhold Publishing Corporation, New York.

Suak Y., 2010. Deprem Yükleri Altında Betonarme Binalardaki Bölme Duvar Etkisinin Farklı Modellerle İncelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Sungur, İ. İ., 2005. *Taşıyıcı Sistemler ve Yapı Statiği*, Birsen Yayınevi.

Saatçi S., 2010. Patlama ve Darbe Yüklerine Karşı Yapı Tasarımı, *Seminer*, *TMMOB İzmir İnşaat Mühendisleri Oda*sı, İzmir, 15 Nisan, alındığı tarih 03.06.2010, http://www.imoizmir.org.tr.

Tekin Çelik Ç., Giydirme Cephe Tasarımındaki Kriterler, alındığı tarih 02.04.2011, http://www.catider.org.tr.

Tekin M., Alsancak E. ve Ay M., 2007. Betonarme çerçevelerde dolgu duvar etkisinin incelenmesi, *C.B.Ü. Fen Bilimleri Dergisi*, Ocak, s. 95-104, alındığı tarih 22.03.2011, http://www.bayar.edu.tr.

TÜİK, 2009: *Yapı İzin İstatistikleri, Building Permit Statistics*, , Türkiye İstatistik Kurumu.

Tortu Ş. Ş., 2006. Alüminyum Giydirme Cephelerde Isıl Performans Durabilite İlişkisinin İncelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Toydemir N., Güldal E. ve Tanaçan L., 2000: *Yapı Elemanı Tasarımında Malzeme* Literatür Yayınları, İstanbul.

TS 498, 1997. Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri*, Türk Standartları Enstitüsü,* Ankara.

TS 500, Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, *Türk Standartları Enstitüsü,* Ankara.

TS 3232, 1979. Yapılardaki Oturmaların Kabarma ve Çökmelerin Sırasında ve Sonrasında Yöntemleri*, Türk Standartları Enstitüsü,* Ankara.

TS 5958, 1988. Bina ve inşaat mühendisliği - Genel Terimler, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.

TS 2510, 1977. Kagir duvarlar hesap ve yapım kuralları, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.

Türk H., 2011. Kişisel görüşme, Fibrobeton.

UFC, 2003. Noise and Vibration Control, Unified Facilities Criteria, alındığı tarih 16.04.2011, http://www.wbdg.org.

Url-1 <*http://www.deprem.gov.tr/sarbis/Shared/DepremHaritalari.aspx*> , alındığı tarih 24.04.2011.

Url-2 **<***http://haber.mynet.com/detay/yasam/bakirkoyde-siddetli-patlama/346126*>, alındığı tarih 24.04.2011.

Url-3 **<***http://www.gencer.com.tr/ec/*>, alındığı tarih 14.04.2011.

Url-4 **<***http://www.tse.org.tr*>.

Yılmaz T., 2006. Betonarme Yapılarda Taşıyıcı Sistem ve Donatı Düzenleme İlkeleri, *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Yücesoy L., 1984: *Yapılarda Isı ve Buhar Etkisi*, İTÜ Mimarlık Fakültesi Baskı Atölyesi.

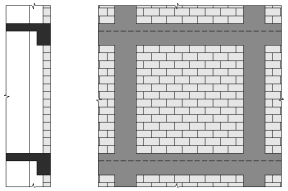
Yüzer N., Aköz F., Öztürk L., Akbaş B., Çakır Ö., Kızılkanat A., Kabay N., 2007. Yangına Maruz Kalan Yapılarda Beton Basınç Dayanımı-Renk Değişimi İlişkisinin Araştırılması, TÜBİTAK Projesi, *YTÜ Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü*, İstanbul, alındığı tarih 24.04.2011, http://uvt.ulakbim.gov.tr.

Zunde J., and Bougdah H., 2006: *Integrated Strategies in Architecture*, Taylor&Francis Group.

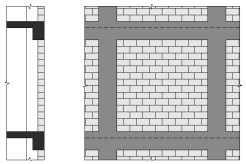
EKLER

EK A : Dış Duvarların Taşıyıcılık Performansının İrdelenmesinde Kullanılabilecek Kontrol Tabloları

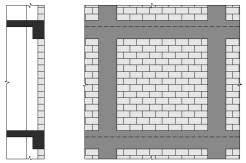
Çizelge A.1 : Birim bileşenlerden oluşan dolgu dış duvarlar için kontrol tablosu.

DIŞ DUVAR SİSTEMİ	ETMEN*	PERFORMANS	AÇIKLAMA	SİSTEM DÜZEYİ	PERFORMANS ÖZELLİĞİ	PERFORMANS GEREKSİNİMİ/ ÖLÇÜTÜ	KAYNAK
DOLGU Birim Bileşenlerden Oluşan 	Deprem Yükü	Yapısal Hasar	Çatlama Göçme	BÇ	Deprem bölgesi Komşu bina ile bitişik olma durumu	Deprem yüküne dayanım	www.deprem.gov.tr Mimari proje
				B	Farklı yükseklikteki bina bölümleri Farklı kat yükseklikleri Bina taşıyıcı bileşenlerinin planda ve kesitte düzenlenmesi Elemanın bulunduğu çerçeve boşluğunun dağılımı Bina yükü Açıklık İşçilik		Mimari proje İnşaat mühendisi Uygulama denetimi
				E	Duvardaki boşlukların yeri ve boyutları Çerçeve boyunca boşluk bulunması Duvar elemanının bina çerçeve düzlemi dışında bulunması Duvar boşlukları ve boşlukların duvar düzlemindeki yeri Elemanın bulunduğu kot Bina-eleman birleşim şekli Bileşenin delik oranı Bileşenin yüzey özellikleri Harç kalınlığı Yatayda ve düşeyde harç bulunması Birim adedi Elastisite modülü		Mimari proje İnşaat mühendisi Deprem Yönetmeliği Uygulama denetimi
				M	Birim hacim ağırlığı Su emme		TS ISO 9194 Üretici firma
	Kendi Ağırlığı, Bina Taşıyıcı Bileşenlerinin Yer Değiştirmesi	Yapısal Hasar Yer Değiştirme	Çatlama Bina taşıyıcı elemanında/ bileşeninde	B	Bina taşıyıcı bileşenlerinin kesit şekli Açıklık	Bina taşıyıcı bileşeninin taşıma kapasitesi (MPa, kg/m^2, N/m^2)	İnşaat mühendisi Mimari proje
				E	Bileşen-bileşen birleşim şekli Birim adedi Birim boyutları Harç kalınlığı		Mimari proje

Çizelge A.1 (devam) : Birim bileşenlerden oluşan dolgu dış duvarlar için kontrol tablosu.

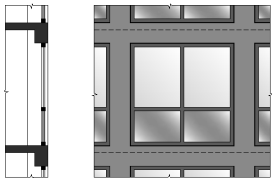
DIŞ DUVAR SİSTEMİ	ETMEN*	PERFORMANS	AÇIKLAMA	SİSTEM DÜZEYİ	PERFORMANS ÖZELLİĞİ	PERFORMANS GEREKSİNİMİ/ ÖLÇÜTÜ	KAYNAK
DOLGU Birim Bileşenlerden Oluşan 	Kendi Ağırlığı, Bina Taşıyıcı Bileşenlerinin Yer Değiştirmesi	Yapısal Hasar Yer Değiştirme	Çatlama Bina taşıyıcı elemanında/ bileşeninde	E	Yatayda ve düşeyde harç bulunması	Bina taşıyıcı bileşeninin taşıma kapasitesi (MPa, kg/m^2, N/m^2)	Mimari proje
				M	Birim hacim ağırlığı Birim bileşen ve harç basınç dayanımı		TS ISO 9194 Üretici firma TSE onaylı malzeme bilgileri
	Su ve Nem	Yapısal Hasar Fiziksel Değişim Kimyasal Değişim	Çatlama Boyutsal şekil değiştirme Çiçeklenme	BÇ	Hakim rüzgar yönü Sıcaklık farkı Yerel yağış durumu Nem oranı	Su geçirimsizlik Boyutsal hareket toleransı (mm, cm)	Meteorolojik veriler
				B	Mekanın işlevi		Mimari proje
				E	Diğer yapı elemanları ile birleşim şekli Bileşen-bileşen birleşim şekli Eğimli olmayan çıkıntılar Derzlerin sürekliliği Duvarda servis sistemi bileşenlerinin bulunması		Mimari proje
				M	Su emme Gözeneklilik Şişme-büzülme değerleri Malzeme bileşimi		Üretici firma TSE onaylı malzeme bilgileri
	Sıcaklık Değişimleri	Fiziksel Değişim	Boyutsal Şekil Değiştirme	BÇ	Sıcaklık farkı Güneş ışınları	Boyutsal hareket toleransı (mm, cm)	Meteorolojik veriler
				B	Bina fonksiyonu		Mimari proje
				E	Derz genişliği ve aralığı Bileşen-bileşen birleşim şekli Bileşen boyutları		Mimari proje
				M	Genleşme katsayısı Isı direnci Isı iletkenliği Elastisite modülü		Üretici firma TSE onaylı malzeme bilgileri

Çizelge A.1 (devam) : Birim bileşenlerden oluşan dolgu dış duvarlar için kontrol tablosu.

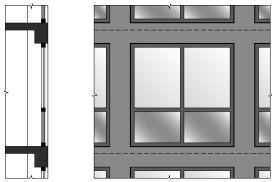
DIŞ DUVAR SİSTEMİ	ETMEN*	PERFORMANS	AÇIKLAMA	SİSTEM DÜZEYİ	PERFORMANS ÖZELLİĞİ	PERFORMANS GEREKSİNİMİ/ ÖLÇÜTÜ	KAYNAK
DOLGU Birim Bileşenlerden Oluşan 	Rüzgar Yükü	Yapısal Hasar	Şekil değiştirme	BÇ	Hakim rüzgar yönü Rüzgar hızı Rüzgar hızının en büyük değeri Komşu binaların konumu Pürüzlülük özelliği	Rüzgar yüküne dayanım	Meteorolojik veriler Proje alanının incelenmesi
				B	Bina yüksekliği Bina geometrisi Açıklık İşçilik		Mimari proje Uygulama denetimi
				E	Elemanın hakim rüzgar yönüne göre konumu Elemanın bulunduğu kot Bileşenin delik oranı Bileşenin yüzey özellikleri		Mimari proje Üretici firma TSE onaylı malzeme bilgileri
				M	Su emme Birim bileşen ve harç malzemelerinin aderansı		Üretici firma TSE onaylı malzeme bilgileri
	Kirleticiler	Kimyasal Değişim	Renk Değişimi Dökülme Bozulma	BÇ	Binanın denize yakınlığı Komşu binaların fonksiyonu Trafik yoğunluğu	Kirleticilere dayanım	Proje alanının incelenmesi
				E	Elemanın yüzey geometrisi		Mimari proje
				M	Atmosferik kirleticilere dayanım Kimyasal maddeler ile etkileşim		Üretici firma TSE onaylı malzeme bilgileri
				KS	Temizlik için kullanılan maddelerin cinsi		Üretici firma TSE onaylı malzeme bilgileri

*: Etmenler yukarıdan aşağıya önem dereceleri azalarak sıralanmıştır.
BÇ: Bina çevresi düzeyi, B: Bina düzeyi, E: Eleman düzeyi, M: Malzeme düzeyi, KS: Kullanım süreci ile ilgili.

Çizelge A.2 : Doğrusal bileşenlerden oluşan dolgu dış duvarlar için kontrol tablosu.

DIŞ DUVAR SİSTEMİ	ETMEN*	PERFORMANS	AÇIKLAMA	SİSTEM DÜZEYİ	PERFORMANS ÖZELLİĞİ	PERFORMANS GEREKSİNİMİ/ ÖLÇÜTÜ	KAYNAK
DOLGU Doğrusal Bileşenlerden Oluşan 	Rüzgar Yükü	Yer Değiştirme	Yatay	BÇ	Hakim rüzgar yönü Rüzgar hızı Rüzgar hızının en büyük değeri Komşu binaların konumu Pürüzlülük özelliği	Rüzgar yüküne dayanım	Meteorolojik veriler Proje alanının incelenmesi
				B	Bina yüksekliği Bina geometrisi Açıklık İşçilik		Mimari proje Uygulama denetimi
				E	Elemanın hakim rüzgar yönüne göre konumu Elemanın bulunduğu kot Bina-eleman birleşim şekli Bileşen-bileşen birleşim şekli Kapatıcı bileşen ağırlığı Taşıyıcı bileşenin kesit formu		Mimari proje Üretici firma TSE onaylı malzeme bilgileri
				M	Elastisite modülü		Üretici firma TSE onaylı malzeme bilgileri
	Kapatıcı Bileşen Ağırlığı	Yer Değiştirme	Düşey	B	Açıklık	Taşıyıcı bileşenin taşıma kapasitesi (MPa, kg/m^2, N/m^2)	Mimari proje
				E	Eleman boyutları		Mimari proje Üretici firma
				M	Birim hacim ağırlığı		Üretici firma
	Bina Taşıyıcı Bileşenlerinin Yer Değiştirmesi	Yapısal Hasar	Şekil değiştirme Kapatıcı bileşende kırılma	B	Bina taşıyıcı bileşenlerinin kesit şekli Açıklık	Taşıyıcı bileşenin taşıma kapasitesi (MPa, kg/m^2, N/m^2)	İnşaat mühendisi Mimari proje
				E	Taşıyıcı bileşenin kesit formu Bileşen-bileşen birleşim şekli		Üretici firma
				M	Birim hacim ağırlığı Basınç dayanımı Çekme dayanımı		Üretici firma
	Sıcaklık Değişimleri	Fiziksel Değişim	Boyutsal Şekil Değiştirme	BÇ	Sıcaklık farkı Güneş ışınları	Boyutsal hareket toleransı (mm, cm)	Meteorolojik veriler
				B	Bina fonksiyonu		Mimari proje

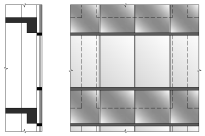
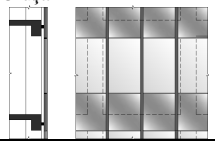
Çizelge A.2 (devam) : Doğrusal bileşenlerden oluşan dolgu dış duvarlar için kontrol tablosu.

DIŞ DUVAR SİSTEMİ	ETMEN*	PERFORMANS	AÇIKLAMA	SİSTEM DÜZEYİ	PERFORMANS ÖZELLİĞİ	PERFORMANS GEREKSİNİMİ/ ÖLÇÜTÜ	KAYNAK
DOLGU Doğrusal Bileşenlerden Oluşan 	Sıcaklık Değişimleri	Fiziksel Değişim	Boyutsal Şekil Değiştirme	E	Derz genişliği ve aralığı Bileşen-bileşen birleşim şekli Bileşen boyutları	Boyutsal hareket toleransı (mm, cm)	Mimari proje
				M	Genleşme katsayısı Isı direnci Isı iletkenliği Elastisite modülü		Üretici firma TSE onaylı malzeme bilgileri
	Su ve Nem	Yapısal Hasar Kimyasal Değişim	Korozyon Bozulma	BÇ	Hakim rüzgar yönü Sıcaklık farkı Yerel yağış durumu Nem oranı	Su geçirimsizlik	Meteorolojik veriler
				B	Mekanın işlevi		Mimari proje
				E	Diğer yapı elemanları ile birleşim şekli Bileşen-bileşen birleşim şekli Eğimli olmayan çıkıntılar Derzlerin sürekliliği		Mimari proje
				M	Kimyasal değişimlerle ilgili alınacak önlemler		Üretici firma TSE onaylı malzeme bilgileri
	Kirleticiler	Kimyasal Değişim	Bozulma	BÇ	Binanın denize yakınlığı Komşu binaların fonksiyonu Trafik yoğunluğu	Kirleticilere dayanım	Proje alanının incelenmesi
				E	Elemanın yüzey geometrisi		Mimari proje Üretici firma
				M	Atmosferik kirleticilere dayanım Kimyasal maddeler ile etkileşim		Üretici firma TSE onaylı malzeme bilgileri
				KS	Temizlik için kullanılan maddelerin cinsi		Üretici firma TSE onaylı malzeme bilgileri

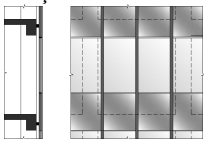
*: Etmenler yukarıdan aşağıya önem dereceleri azalarak sıralanmıştır.

BÇ: Bina çevresi düzeyi, B: Bina düzeyi, E: Eleman düzeyi, M: Malzeme düzeyi, KS: Kullanım süreci ile ilgili.

Çizelge A.3 : Doğrusal bileşenlerden oluşan asma dış duvarlar için kontrol tablosu.

DIŞ DUVAR SİSTEMİ		Ö.D.	ETMEN*	PERFORMANS	AÇIKLAMA	SİSTEM DÜZEYİ	PERFORMANS ÖZELLİĞİ	PERFORMANS GEREKSİNİMİ/ ÖLÇÜTÜ	KAYNAK
ASMA Doğrusal Bileşenlerden Oluşan	Yatay Doğrusal Bileşenlerden Oluşan-Yatay Ana Taşıyıcılı Yatay ve Düşey Doğrusal Bileşenlerden Oluşan 	1	Kapatıcı Bileşen Ağırlığı	Yer Değiştirme	Düşey	B	Açıklık	Taşıyıcı bileşenin taşıma kapasitesi (MPa, kg/m^2, N/m^2)	Mimari proje
						E	Eleman boyutları Parapet gerekliliği		Mimari proje Üretici firma
						M	Birim hacim ağırlığı		Üretici firma
			Rüzgar Yükü	Yer Değiştirme	Yatay	BÇ	Rüzgar yönü Rüzgar hızı Yüzey pürüzlülüğü Komşu binaların konumu-mesafesi Açık alanların mevcut olması	Rüzgar yüküne dayanım Yer değiştirme sınır değeri: L/200 veya 15 mm'den hangisi küçükse	Meteoroloji verileri TS 498 TS EN 13830 TS EN 1991-1-4 Proje yerinde inceleme
						B	Açıklık		Mimari proje
						E	Elemanın hakim rüzgar yönüne göre konumu Elemanın bulunduğu kot Bina-eleman birleşim şekli Bileşen-bileşen birleşim şekli Parapet gerekliliği Kapatıcı bileşen ağırlığı Taşıyıcı bileşenin kesit formu		Mimari proje Üretici firma
						M	Elastisite modülü		Üretici firma
	Düşey Doğrusal Bileşenlerden Oluşan-Düşey Ana Taşıyıcılı Yatay ve Düşey Doğrusal Bileşenlerden Oluşan 		Rüzgar Yükü	Yer Değiştirme	Yatay	BÇ	Rüzgar yönü Rüzgar hızı Yüzey pürüzlülüğü Komşu binaların konumu-mesafesi Açık alanların mevcut olması	Rüzgar yüküne dayanım Yer değiştirme sınır değeri: L/200 veya 15 mm'den hangisi küçükse	Meteoroloji verileri TS 498 TS EN 1991-1-4 Proje yerinde inceleme
						B	Açıklık		Mimari proje

Çizelge A.3 (devam) : Doğrusal bileşenlerden oluşan asma dış duvarlar için kontrol tablosu.

DIŞ DUVAR SİSTEMİ		Ö.D.	ETMEN*	PERFORMANS	AÇIKLAMA	SİSTEM DÜZEYİ	PERFORMANS ÖZELLİĞİ	PERFORMANS GEREKSİNİMİ/ ÖLÇÜTÜ	KAYNAK
ASMA Doğrusal Bileşenlerden Oluşan	Düşey Doğrusal Bileşenlerden Oluşan- Düşey Ana Taşıyıcılı Yatay ve Düşey Doğrusal Bileşenlerden Oluşan 	1	Rüzgar Yükü	Yer Değiştirme	Yatay	E	Elemanın hakim rüzgar yönüne göre konumu Elemanın bulunduğu kot Bina-eleman birleşim şekli Bileşen-bileşen birleşim şekli Kapatıcı bileşen ağırlığı Taşıyıcı bileşenin kesit formu	Rüzgar yüküne dayanım Yer değiştirme sınır değeri: L/200 veya 15 mm'den hangisi küçükse	Mimari proje Üretici firma
						M	Elastisite modülü		Üretici firma
			Kapatıcı Bileşen Ağırlığı	Yer Değiştirme	Düşey	B	Açıklık	Taşıyıcı bileşenin taşıma kapasitesi (MPa, kg/m^2, N/m^2)	Mimari proje
						E	Eleman boyutları		Mimari proje Üretici firma
						M	Birim hacim ağırlığı		Üretici firma
	Doğrusal Bileşenlerden Oluşanların Tümü	2	Sıcaklık Değişimleri	Fiziksel Değişim Yapısal Hasar	Boyutsal Şekil Değiştirme	BÇ	Sıcaklık farkı Güneş ışınları	Boyutsal hareket toleransı (min. 10 mm derz aralığı)	Meteorolojik veriler
						B	Bina fonksiyonu		Mimari proje
						E	Derz genişliği ve aralığı Bileşen-bileşen birleşim şekli Bileşen boyutları		Mimari proje
						M	Genleşme katsayısı Isı direnci Isı iletkenliği Elastisite modülü		Üretici firma TSE onaylı malzeme bilgileri
			Su ve Nem	Yapısal Hasar Kimyasal Değişim	Çatlama Korozyon Bozulma	BÇ	Hakim rüzgar yönü Sıcaklık farkı Yerel yağış durumu Nem oranı	Su geçirimsizlik deneyleri ile belirlenen yeterlilik	Meteorolojik veriler
						B	Mekanın işlevi		Mimari proje
						E	Diğer yapı elemanları ile birleşim şekli Bileşen-bileşen birleşim şekli		Mimari proje

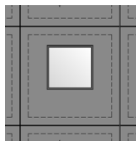
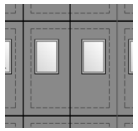
Çizelge A.3 (devam) : Doğrusal bileşenlerden oluşan asma dış duvarlar için kontrol tablosu.

DIŞ DUVAR SİSTEMİ		Ö.D.	ETMEN*	PERFORMANS	AÇIKLAMA	SİSTEM DÜZEYİ	PERFORMANS ÖZELLİĞİ	PERFORMANS GEREKSİNİMİ/ ÖLÇÜTÜ	KAYNAK
ASMA Doğrusal Bileşenlerden Oluşan	Doğrusal Bileşenlerden Oluşanların Tümü	2	Su ve Nem	Yapısal Hasar Kimyasal Değişim	Çatlama Korozyon Bozulma	E	Eğimli olmayan çıkıntılar Derzlerin sürekliliği	Su geçirimsizlik deneyleri ile belirlenen yeterlilik	
						M	Kimyasal değişimlerle ilgili alınacak önlemler		Üretici firma TSE onaylı malzeme bilgileri
			Kirleticiler	Kimyasal Değişim	Bozulma	BÇ	Binanın denize yakınlığı Komşu binaların fonksiyonu Trafik yoğunluğu	Kirleticilere dayanım	Proje alanının incelenmesi
						E	Elemanın yüzey geometrisi		Mimari proje Üretici firma
						M	Atmosferik kirleticilere dayanım Kimyasal maddeler ile etkileşim		Üretici firma TSE onaylı malzeme bilgileri
						KS	Temizlik için kullanılan maddelerin cinsi		Üretici firma TSE onaylı malzeme bilgileri

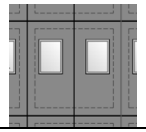
*: Etmenler yukarıdan aşağıya önem dereceleri azalarak sıralanmıştır.

BÇ: Bina çevresi düzeyi, B: Bina düzeyi, E: Eleman düzeyi, M: Malzeme düzeyi, KS: Kullanım süreci ile ilgili, ÖD: Önem dereceleri.

Çizelge A.4 : Yüzey bileşenlerden oluşan asma dış duvarlar için kontrol tablosu.

DIŞ DUVAR SİSTEMİ		Ö.D.	ETMEN*	PERFORMANS	AÇIKLAMA	SİSTEM DÜZEYİ	PERFORMANS ÖZELLİĞİ	PERFORMANS GEREKSİNİMİ/ ÖLÇÜTÜ	KAYNAK
ASMA Yüzey Bileşenlerden Oluşan	Büyük Yüzey Bileşenlerden Oluşan 	1	Taşınma	Yapısal Hasar	Şekil Değiştirme	BÇ	Üretim tesisi-şantiye arası yol güzergahı	Uygun taşınma yöntemi	Üretici firma Proje yerinde inceleme
						B	Şantiyeye taşınma yöntemi Bina sistemindeki yerine taşıyan araçların kapasitesi Üretim tesisi-şantiye arasında taşıyacak araçların yük kapasitesi Yüzey bileşenlerin araca yerleştirilme şekli Yüzey bileşenin depolanması		Üretici firma
						E	Yüzey boyutları		Mimari proje
			Eleman Boyutları (Ağırlığı)	Yer Değiştirme	Bina taşıyıcı elemanında/ bileşeninde	B	Açıklık	Taşıyıcı bileşenin taşıma kapasitesi (MPa, kg/m^2, N/m^2)	Mimari proje
						E	Yüzey boyutları Pencere boşluğunun boyutları		Mimari proje Üretici firma
						M	Birim hacim ağırlığı		Üretici firma
	Küçük Yüzey Bileşenlerden Oluşan 		Bina Taşıyıcı Bileşenlerinin Yer Değiştirmesi	Yapısal Hasar	Dönme Kayma	B	Açıklık	Taşıyıcı bileşenin taşıma kapasitesi (MPa, kg/m^2, N/m^2)	Mimari proje
						E	Eleman-bina birleşim şekli Bileşen-bileşen birleşim şekli Yüzey alanı Yüzey boyutları		Mimari proje Üretici firma
						M	Birim hacim ağırlığı		Üretici firma
			Taşınma	Yapısal Hasar	Şekil Değiştirme	BÇ	Üretim tesisi-şantiye arası yol güzergahı	Uygun taşınma yöntemi	Üretici firma Proje yerinde inceleme
						B	Şantiyeye taşınma yöntemi Bina sistemindeki yerine taşıyan araçların kapasitesi Üretim tesisi-şantiye arasında taşıyacak araçların yük kapasitesi Yüzey bileşenlerin araca yerleştirilme şekli Yüzey bileşenin depolanması		Üretici firma
						E	Yüzey boyutları		Mimari proje

Çizelge A.4 (devam) : Yüzey bileşenlerden oluşan asma dış duvarlar için kontrol tablosu.

DIŞ DUVAR SİSTEMİ		Ö.D.	ETMEN*	PERFORMANS	AÇIKLAMA	SİSTEM DÜZEYİ	PERFORMANS ÖZELLİĞİ	PERFORMANS GEREKSİNİMİ/ ÖLÇÜTÜ	KAYNAK
ASMA Yüzey Bileşenlerden Oluşan	Küçük Yüzey Bileşenlerden Oluşan 	1	Eleman Boyutları (Ağırlığı)	Yer Değiştirme	Bina taşıyıcı elemanında/ bileşeninde	B	Açıklık		Mimari proje
						E	Yüzey boyutları Pencere boşluğunun boyutları		Mimari proje Üretici firma
						M	Birim hacim ağırlığı		Mimari proje
	Yüzey Bileşenlerden Oluşanların Tümü	2	Su ve Nem	Yapısal Hasar Kimyasal Değişim	Çatlama Korozyon Bozulma	BÇ	Hakim rüzgar yönü Sıcaklık farkı Yerel yağış durumu Nem oranı	Su geçirimsizlik	Meteorolojik veriler
						B	Mekanın işlevi		Mimari proje
						E	Diğer yapı elemanları ile birleşim şekli Bileşen-bileşen birleşim şekli Eğimli olmayan çıkıntılar Derzlerin sürekliliği		Mimari proje
						M	Kimyasal değişimlerle ilgili alınacak önlemler		Üretici firma TSE onaylı malzeme bilgileri
			Sıcaklık Değişimleri	Fiziksel Değişim Yapısal Hasar	Boyutsal Şekil Değiştirme	BÇ	Sıcaklık farkı Güneş ışınları	Boyutsal hareket toleransı (min. 10 mm derz aralığı)	Meteorolojik veriler
						B	Bina fonksiyonu		Mimari proje
						E	Derz genişliği ve aralığı Bileşen-bileşen birleşim şekli Bileşen boyutları		Mimari proje
						M	Genleşme katsayısı Isı direnci Isı iletkenliği Elastisite modülü		Üretici firma TSE onaylı malzeme bilgileri

Çizelge A.4 (devam) : Yüzey bileşenlerden oluşan asma dış duvarlar için kontrol tablosu.

DIŞ DUVAR SİSTEMİ		Ö.D.	ETMEN*	PERFORMANS	AÇIKLAMA	SİSTEM DÜZEYİ	PERFORMANS ÖZELLİĞİ	PERFORMANS GEREKSİNİMİ/ ÖLÇÜTÜ	KAYNAK
ASMA Yüzey Bileşenlerden Oluşan	Yüzey Bileşenlerden Oluşanların Tümü	2	Rüzgar Yükü	Yapısal Hasar	Şekil değiştirme	BÇ	Hakim rüzgar yönü Rüzgar hızı Rüzgar hızının en büyük değeri Komşu binaların konumu Pürüzlülük özelliği	Rüzgar yükü deneyleri ile belirlenen yeterlilik	Meteorolojik veriler Proje alanının incelenmesi
						B	Bina yüksekliği Bina geometrisi Açıklık İşçilik	Rüzgar yükü deneyleri ile belirlenen yeterlilik	Mimari proje Uygulama denetimi
						E	Elemanın hakim rüzgar yönüne göre konumu Elemanın bulunduğu kot		Mimari proje Üretici firma TSE onaylı malzeme bilgileri
			Kirleticiler	Kimyasal Değişim	Bozulma	BÇ	Binanın denize yakınlığı Komşu binaların fonksiyonu Trafik yoğunluğu	Kirleticilere dayanım	Proje alanının incelenmesi
						B	Elemanın yüzey geometrisi		Mimari proje Üretici firma
						E	Atmosferik kirleticilere dayanım Kimyasal maddeler ile etkileşim		Üretici firma TSE onaylı malzeme bilgileri
						M	Temizlik için kullanılan maddelerin cinsi		Üretici firma TSE onaylı malzeme bilgileri

*: Etmenler yukarıdan aşağıya önem dereceleri azalarak sıralanmıştır.

BÇ: Bina çevresi düzeyi, B: Bina düzeyi, E: Eleman düzeyi, M: Malzeme düzeyi, KS: Kullanım süreci ile ilgili, ÖD: Önem dereceleri

Çizelge A.5 : Dış duvarların taşıyıcılık performansında etkili olan diğer etmenler ile ilgili kontrol tabloları.

ETMEN	PERFORMANS	AÇIKLAMA	SİSTEM DÜZEYİ	PERFORMANS ÖZELLİĞİ	KAYNAK
Yangın	Yapısal Hasar Fiziksel Değişim Kimyasal Değişim	Göçme Şekil değiştirme Kimyasal yapıda bozulma	BÇ	Komşu binaların konumu ve fonksiyonu	Proje yerinde inceleme
			B	Bina geometrisi	Mimari proje
			E	Bina-eleman birleşim şekli Bileşen-bileşen birleşim şekli Duvar düzleminde boşluk boyutları	Mimari proje
			M	Yanıcılık özelliği Isı iletimi Isı tutma yeteneği Isıl geçirgenlik Isıl atalet Genleşme katsayısı Gevrek/sünek olma	Üretici firma TS EN 13501-2 TS EN 1991-1-2 Yangın yönetmeliği İnşaat mühendisi
Patlama ve Çarpma Yükleri	Yapısal Hasar	Çatlama Göçme	BÇ	Komşu binaların konumu ve fonksiyonu Kontrollü-kontrolsüz alanların ayrı olması Taşıt trafiği Patlamanın gerçekleşme olasılığı ve sonuçları	Proje yerinde inceleme Mimari proje İstatistiksel veriler
			B	Bina fonksiyonu Farklı fonksiyonların ayrılması	TS EN 1991-1-7/AC (Eurocode 1)
			E	Elemanın güçlendirilmesi Elemanın bulunduğu kot	İnşaat mühendisi
			KS	Mekanik ekipmanların kullanımı	Üretici firma
Yapım Yükleri	Yapısal Hasar	Şekil değiştirme Göçme	B	Çalışan hareketleri Çalışanların bilgilendirilmesi Malzemelerin depolanması Malzemelerin taşınması	Uygulama denetimi TS EN 1991-1-6/AC (Eurocode 1)
Darbe Yükü	Yapısal Hasar	Çatlama Göçme	B	Mekanın işlevi	Mimari proje
			E	Darbe dayanımı	Darbe dayanımı deneyleri
Çevreden Gelen Titreşimler	Titreşim	Konforsuzluk	BÇ	Sıcaklık değişimleri (mevsimsel) Zemin özellikleri Taşıt trafiğinin yoğunluğu Bina temelleri altından metro geçişi Yol kaplamasının niteliği Baskın araç tipinin ağırlığı ve hızı	Proje yerinde inceleme
			E	Elemanın kotu	Mimari proje
Deprem Yükü	Yapısal Hasar	Kısmen/tamamen göçme	BÇ	Deprem bölgesi Komşu bina ile bitişik olma durumu	www.deprem.gov.tr Mimari proje

Çizelge A.5 (devam) : Dış duvarların taşıyıcılık performansında etkili olan diğer etmenler ile ilgili kontrol tabloları.

ETMEN	PERFORMANS	AÇIKLAMA	SİSTEM DÜZEYİ	PERFORMANS ÖZELLİĞİ	KAYNAK
Deprem Yükü	Yapısal Hasar	Kısmen/tamamen göçme	B	Farklı yükseklikteki bina bölümleri Farklı kat yükseklikleri Bina taşıyıcı bileşenlerinin planda ve kesitte düzenlenmesi Elemanın bulunduğu çerçeve boşluğunun dağılımı Bina yükü Açıklık İşçilik	Mimari proje İnşaat mühendisi Uygulama denetimi
			E	Duvardaki boşlukların yeri ve boyutları Çerçeve boyunca boşluk bulunması Duvar elemanının bina çerçeve düzlemi dışında bulunması Duvar boşlukları ve boşlukların duvar düzlemindeki yeri Elemanın bulunduğu kot Bina-eleman birleşim şekli Bileşen-bileşen birleşim şekli Elastisite modülü	Mimari proje İnşaat mühendisi Deprem Yönetmeliği Uygulama denetimi
			M	Birim hacim ağırlığı	TS ISO 9194 Üretici firma
Binanın Oturma Hareketi	Yapısal Hasar	Kısmen/tamamen göçme	BÇ	Zemin özellikleri Yeraltı suyu Kazılar Dolgu malzemelerinin yığılması	Zemin etüdü Uygulama denetimi
			B	Farklı yükseklikteki bina bölümleri Farklı boyutlanan bina bölümleri Bina derzleri Bina ağırlığı	Mimari proje
			E	Eleman boyutları	Mimari proje
			M	Birim hacim ağırlık	TS ISO 9194 Üretici firma
Betonda Sünme	Yapısal Hasar	Şekil değiştirme	B	Beton kürü Ortam sıcaklığı Ortam nemi Betonun kalıbının sökülmesi	İnşaat mühendisi Üretici firma Uygulama denetimi
			E	Elemanın sabit yükü	İnşaat mühendisi
			M	Betonun dayanımı	İnşaat mühendisi Üretici firma
Betonun Büzülmesi	Yapısal Hasar	Şekil değiştirme	BÇ	Güneş ışınları Sıcaklık değişimleri	Meteorolojik veriler
			B	Taşıyıcı bileşen ve elemanlarda yeterli donatıların bulunması Betonun su içeriği, Beton kürü	İnşaat mühendisi Uygulama denetimi

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Gamze ŞAFAK

Doğum Yeri ve Tarihi: Kütahya, 25.06.1984

Adres: Ferit Selim Paşa Caddesi Tuna Sokak Çağlar Apartmanı No:6/4 Bahçelievler/İstanbul.

Lisans Üniversite: İstanbul Kültür Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Mimarlık -İnşaat Mühendisliği Bölümleri ÇAP (2003-2008).

Lise: Ali Güral Anadolu Lisesi, Kütahya (1995-2002)