

DIŞ DUVAR TASARIMINDA KULLANILABİLECEK BİR KONTROL LİSTESİ

Ruveyda Koç¹
M. Cem Altun²

Konu Başlık No: 3 Çatı ve Cephe Sistemlerinde Süreçler

ÖZET

Dış duvarlar, doğal çevre ile yapma çevre arasında sınır oluşturan geçirimsizlik ve/veya filtre görevi gören yapı elemanlarıdır. Günümüzde malzeme ve yapım teknikleri alanında yaşanan gelişmeler, dış duvar sistemi seçeneklerinin ve yapım tekniklerinin çeşitlenmesi, zaten karmaşık ve girdisi çok olan dış duvar tasarımının daha da karmaşık hale gelmesine neden olmuş, tüm tasarım parametrelerinin aynı anda düşünülmesini ve kontrol edilmesini zorlaştırmıştır.

Çalışmanın amacı, binanın ana bileşenlerinden biri olan “dış duvarlar” ın tasarım sürecinde katkı sağlayabilecek bir “kontrol listesi”nin geliştirilmesidir. Çalışmada literatür taraması yöntemi kullanılmıştır. Bu bağlamda dış duvarların tasarımında söz konusu olan çevresel etmenler ve bunlar sonucu meydana gelen fiziksel olaylar ile kullanıcı gereksinimleri belirlenmiş ve derlenmiştir. Elde edilen verilerden yola çıkılarak, tasarım destek aracı olarak kullanılacak bir “kontrol listesi” oluşturulmuştur. Oluşturulan kontrol listesinin kullanılabilirliği bir örnek üzerinde uygulanarak ortaya koyulmuş ve kontrol listesinin değerlendirilmesiyle çalışma tamamlanmıştır.

ANAHTAR KELİMELER

Dış duvar, kontrol listesi, tasarım ölçütleri

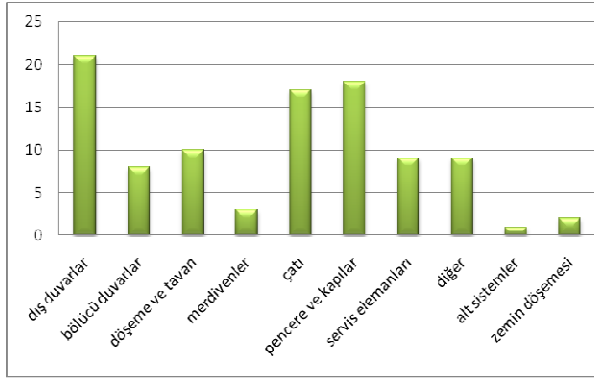
¹ İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojileri Yüksek Lisans Programı, e-posta: kocruveyda@gmail.com

² İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Taşkışla 34437, Tel: 0212 2931300, Faks: 0212 2514895, e-posta: mcemaltun@gmail.com

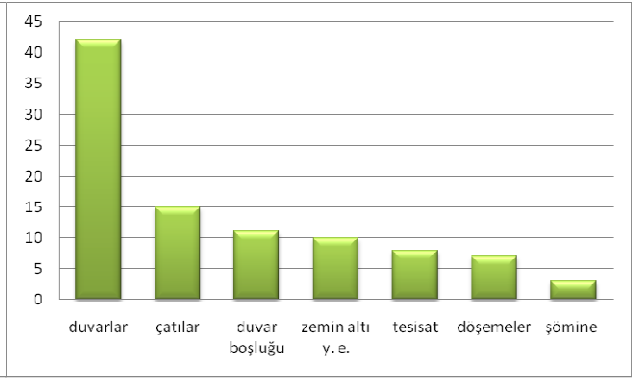
1. Giriş

Dış duvarlar, doğal çevre ile yapma çevre arasında sınır oluşturan yapı elemanıdır. Bu nedenle dış duvarların kullanıcıdan ve çevresel etmenlerden kaynaklanan birtakım işlevleri yerine getirmesi söz konusudur. Beklenen tüm işlevleri yerine getirip, duvarın etkin bir şekilde var olabilmesi için, çevresel etmenlerin ve kullanıcı gereksinimlerinin eksiksiz bir şekilde göz önünde bulundurulması ve uygulanması önem taşımaktadır. Aksi takdirde kullanıcı konforu açısından işlevini yitirmiş, hasarlı duvarlar ortaya çıkmaktadır.

BRE' nin İngiltere' de 4442 konutta gerçekleştirdiği yapısal hasarlar ile ilgili bir çalışmanın sonucuna göre binalarda tespit edilen hasarların büyük bir çoğunluğunun dış duvarların opak bileşeni olduğu görülmektedir (Şekil 1a), [1]. Yine 1975-1990 yılları arasında Almanya' da yapılan benzer bir çalışmada dış duvarların en fazla hasar oluşan bina bileşeni olduğu belirlenmiştir (Şekil 1b), [2]. Bu çalışmalarda söz edilen hasarların büyük bir bölümünün tasarım sürecinde, bir bölümünün ise yapım sürecindeki hatalardan kaynaklandığı belirtilmektedir.



Şekil 1a. Bina bileşenlerine göre hasar dağılım yüzdeleri [1]



Şekil 1b. Bina bileşenlerine göre hasar dağılım yüzdeleri [2]

Kullanıcı konforu açısından işlevini yitirmiş, hasarlı duvarların ortaya çıkmasını engellemenin yöntemlerinden biri; çevresel etmenler, gereksinimler, olanaklar ve kısıtlamalar gibi girdilerinin doğru tespit edilip tasarım sürecine dahil edilmesidir.

Bu çalışmada hedeflenen, dış duvarın opak bileşeninin tasarımında göz önünde tutulması gereken tüm parametreleri sistematik bir biçimde belirlemek ve tasarım sürecinde kullanılacak bir "kontrol listesi" biçimine dönüştürmektir.

2. Dış Duvar Tasarımında Kullanılabilir Bir Kontrol Listesi

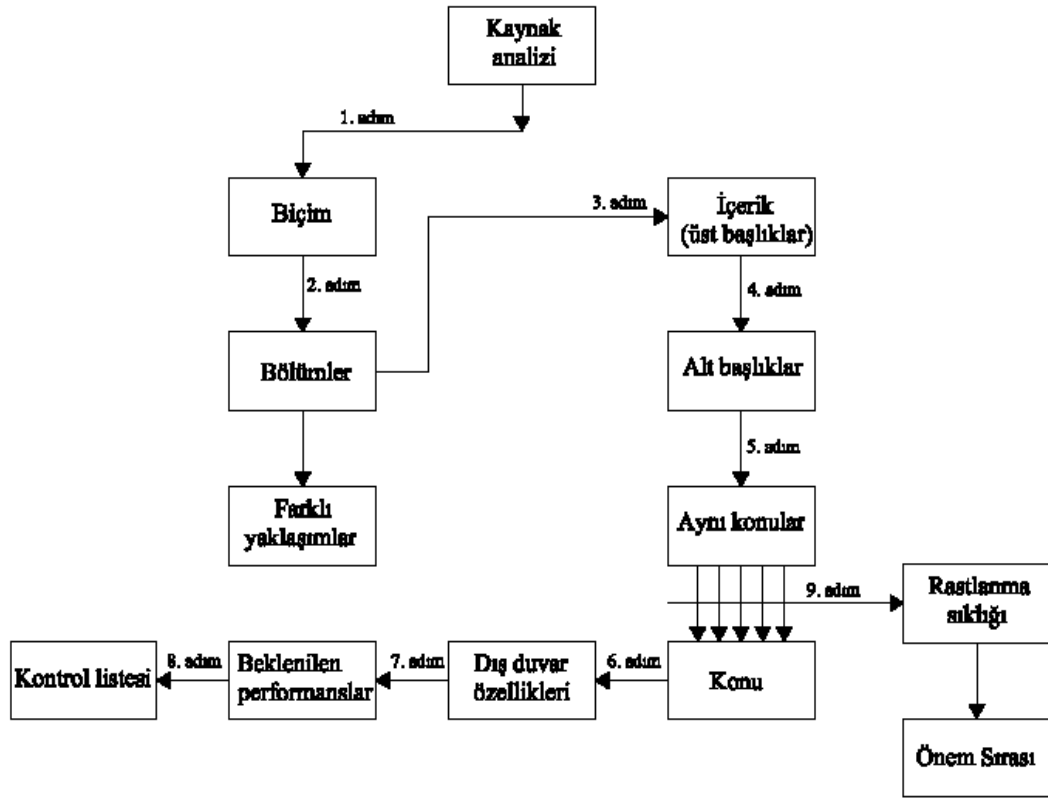
Sistematik tasarım yaklaşımlarının yapısal sorunların önlenmesinde olumlu etkiye sahip olduğu çeşitli kaynaklarda belirtilmektedir [3], [4]. Dış duvar tasarımındaki çevresel etmenler, gereksinimler, seçenekler gibi girdilerin çokluğu, bunların neticesinde ortaya çıkan çözümlerin karmaşıklığı göz önünde tutulduğunda, tasarım sürecinde metodik yaklaşımların kolaylık sağlayacağı açıktır.

Kontrol listeleri, tasarım sürecinde kullanılabilir metodik tasarım destek araçlarından biridir. Kontrol listesi bir tasarım probleminin çözümünde göz önünde tutulması gereken parametreleri içeren listelerden oluşmaktadır. Temel yararı; tasarım sürecinde bazı parametrelerin gözden kaçmasının engellemesi ve tüm etmenlerin ve gereksinimlerin sürece dahil edilmesinin sağlamasıdır. Özellikle az deneyimli tasarımcılar tarafından kullanılması, yapılacak hata oranını en aza indirecektir. Tüm tasarımcılar için yararlı olabilecek yaklaşımın kullanımının öğrenilmesi basit ve süratlidir [3].

2.1. Kontrol Listesinin Geliştirilmesinde Kullanılan Yöntem

İTÜ kütüphanesi veri tabanında “dış duvar”, “envelope”, “facade”, “external wall”, “aussewand” anahtar kelimeleri kullanılarak yapılan araştırmada dış duvarlarla ilgili Türkçe, İngilizce ve Almanca kaynaklara ulaşılmıştır. Konuya yaklaşımın sınırlanmaması ve mümkün olan bütün alternatiflerin ortaya koyulabilmesi için, yönetmelik ve standartlar da dahil olmak üzere 20 adet basılı kaynak belirlenmiştir.

Kaynak incelemesi biçimsel inceleme ve içerik incelemesi olmak üzere iki aşamada gerçekleşmiştir. İlk aşama olan biçimsel incelemede kaynakların konuyu nasıl ele aldığı üzerinde durulmuştur. Bu nedenle kaynakların ana bölümleri incelenmiş ve bütünsel yaklaşım [5], çevresel etmenler [6], düzey elemanların temel özellikleri [1] gibi farklı kaynaklarda konuyu ele alırken farklı yaklaşımlarının olduğu görülmüş, bu farklı yaklaşımlar kitabın bölümleri olarak değerlendirilmiştir. Şekil 2’ de gösterilen 1. ve 2. adım bu aşamayı anlatmaktadır.

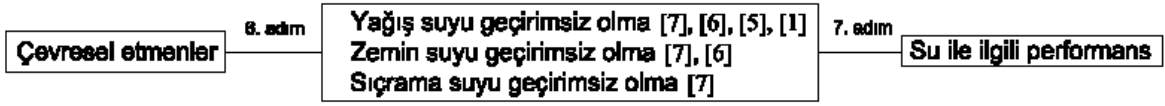


Şekil 2. Kontrol listesi geliştirilmesindeki aşamalar.

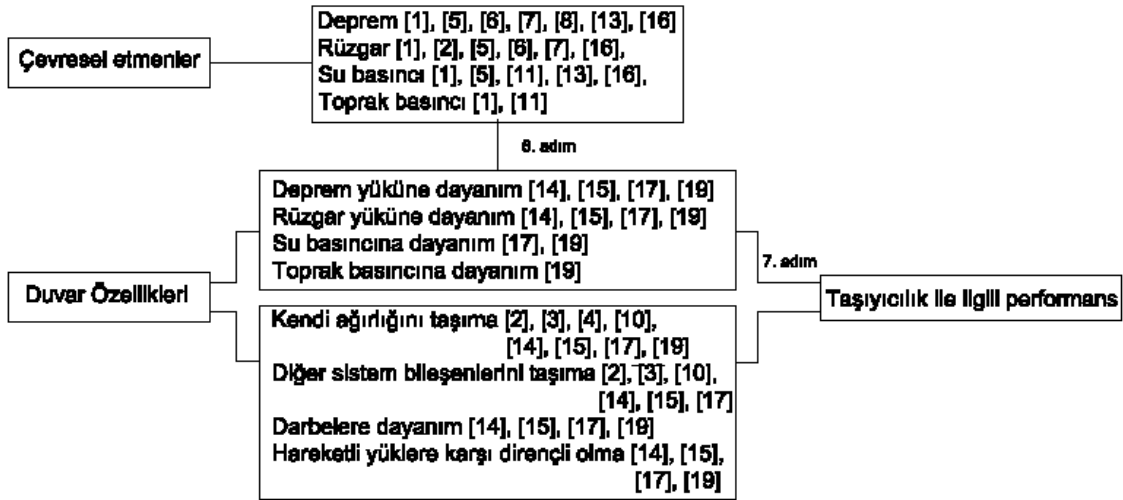
Kaynak incelemesinin ikinci aşaması olan içerik analizinde ise, birinci aşamada incelenen farklı yaklaşımlardan oluşan bölümlerin ana ve alt başlıkları ele alınmıştır. Alt başlıklar, ana başlıklar incelenip ve okunup içeriklerinin analizi sonucunda ortaya çıkmıştır. Ana ve alt başlıklar belirlendikten sonra, ilk kaynak inceleme aşamasında tespit edilen farklı yaklaşımlara ve bölümlere rağmen birçok konunun ortak olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle bilginin bir bütün olarak anlaşılabilmesi için, her bir kaynağa ait ana ve alt başlıklar ile bir liste oluşturulmuş, birden fazla kaynaktan geçen konular aynı konu başlığı altında toplanmıştır (Şekil 2, 5.adım). Örneğin [1], [5], [6], [7] numaralı kaynaklarda geçen su ile ilgili özellikleri “su” konu başlığı altında, [5], [6], [7], [8], [9], [10] numaralı kaynaklarda geçen ısı özellikleri ise “ısı” konu başlığı altında toplanmıştır. Duvardan beklenen özelliklerin tanımlanmasında performans yaklaşımı kullanılmıştır. Sonuç olarak dış duvarlar ile ilgili tüm özellikler ele alınmış ve performans kriterleri olarak düzenlenmiştir (Şekil 2).

Ana ve alt başlıklardan aynı veya benzer konulardan bahsedenler aynı konu başlığı altında düzenlenirken, konuların rastlanma sıklığı da gözlemlenmiştir. Şekil 2’de gösterilen 9. adım bunu ifade etmektedir. Konuya giden oklar ne kadar çok ise rastlanma sıklığı da okadar çok demektir. Rastlanma sıklığını önem sırası olarak düşünürsek rastlanma sıklığı fazla olan konular önem sırasınca da ilk sıraları alır. Örneğin “su” performansı, “ısı” performansı, “yangın” performansı en çok ele alınan konular arasındadır. Bu durum konuların ve buna bağlı olarak dış duvardan beklenen özelliklerin önem sırası hakkında fikir vermektedir. İncelenen kaynak sayısı sınırlı olduğundan ve çalışma kapsamı çok geniş olmadığından önem sırası için bir sonuca varılmamış, incelenen kaynaklar üzerinden sadece bir veri olarak kullanılmıştır.

Kontrol listesi iki farklı yöntem kullanılarak oluşturulmuştur. Birinci yöntemde listede sınıflandırılan başlıklar arasınca duvar için aynı etkiyi gösterecek olanlar aynı performans yaklaşımı içerisinde gruplandırılmıştır (Şekil 3.a). İkinci yöntemde ise sınıflar içerisinde yer alan başlıkların kaynaklarına gidilmiş, ilk başta kitaplar analiz edilirken başlık-alt başlık analizinden sonra yapılan içerik analiziyle tespit edilen özellikler tablodaki başlığı ile birlikte bir başka performans yaklaşımını oluşturmaktadır (Şekil 3.b).



Şekil 3.a. Su ile ilgili liste oluşumu (yöntem I ile)



Şekil 3.b. Taşıyıcılık ile ilgili liste oluşumu (yöntem II ile)

2.2 Kontrol Listesi

Dış duvarın opak bileşeninin tasarımında ele alınması gereken parametreleri, işlev, yapılabilirlik, görsel etki ve maliyet başlıkları altında toplamak olanaklıdır. Geliştirilen kontrol listesi, “işlev” başlığı altında yer alan alt parametreleri kapsamaktadır. Bu parametreler, performans yaklaşımı çerçevesinde “performans kriterleri” ne dönüştürülmüş ve ana kriterler ve alt kriterler biçiminde düzenlenmiştir.

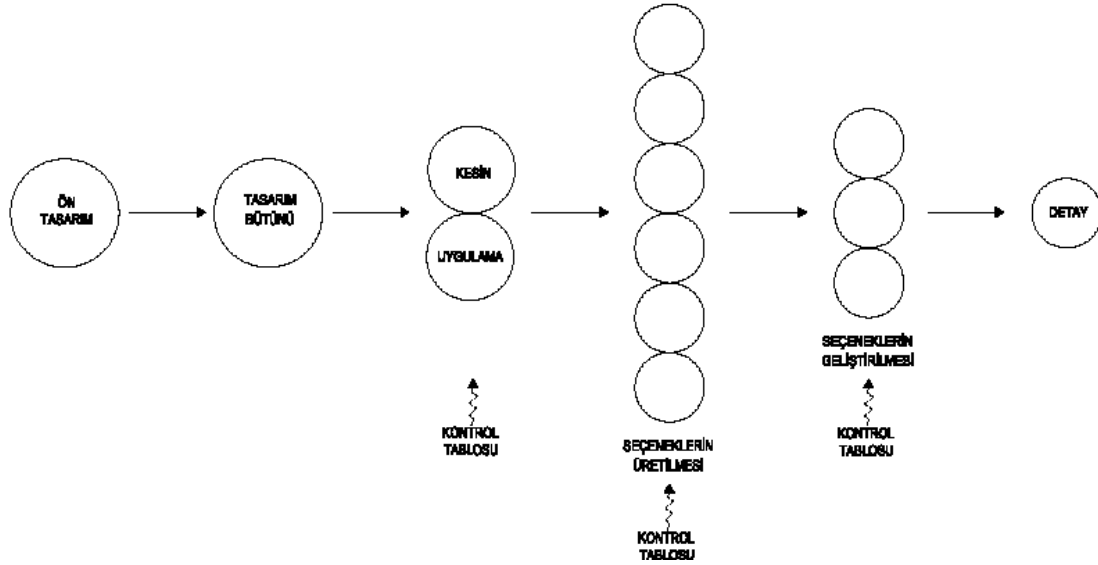
Dış duvarların tasarımında, göz önünde bulundurulması gereken çevresel etmenlerin ve kullanıcı gereksinimlerin miktarı ve önemi iklimden iklime, bölgeden bölgeye v.s gibi etmenlerin toplamında aslında projeden projeye değişim göstermektedir. Bu durumdan yola çıkılarak kontrol listesindeki her performans kriterine, bağlı değerin göz önünde tutulmasına olanak verecek, durum ve şartlara göre değerlendirilebilecek üçlü bir gösterge çizelgesi (+:çok önemli, o: orta, -: az önemli) eklenmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Dış duvarın opak bileşeninin tasarımında kullanılabilen, “bağlı değer” değerlendirilmeli kontrol listesi. (+ çok önemli), (o orta), (- az önemli)

Performans Kriterleri	+	o	-	Performans Kriterleri	+	o	-
1. Taşıyıcılık ile ilgili performans				7. Hijyen ile ilgili performans			
1.1. Kendi ağırlığını ve diğer sistem bileşenlerini taşıyabilme				7.1. Bakteri-küf oluşumuna olanak vermeme			
1.2. Deprem yüküne dayanım				7.2. Kolay temizlenebilir olma			
1.3. Darbelere dayanım				8. Dayanıklılık ile ilgili performans			
1.4. Rüzgar yüküne dayanım				8.1. Uzun ömürlü olma			
1.5. Su basıncına dayanım				8.2. Kimyasallara karşı dayanım			
1.6. Hareketli yüklere dayanım				8.3. Biyolojik etkenlere dayanım			
1.7. Toprak basıncına dayanım				8.4. Aşınma dayanımı			
2. Su ile ilgili performans				9. Optik özellikler ile ilgili performans			
2.1. Yağış suyu geçirimsiz olma				9.1. Güneş ışınlarını soğurma			
2.2. Zemin suyu geçirimsiz olma				9.2 Güneş ışınlarını yansıtma			
2.3. Sıçrama suyu geçirimsiz olma				9.3 Güneş ışınlarına (UV) dayanım			
3. Isı ile ilgili performans				10. Hareketler ile ilgili performans			
3.1. Isı geçişine olanak vermeme				10.1 Isıl genleşmeye dayanım			
3.2. Isı depolama özelliğine sahip olma				10.2Nem/don ile ilgili genleşmeye dayanım			
3.3. Yüksek/düşük sıcaklıklara dayanım				10.3Strüktürel hareketlere dayanım			
4. Yangın ile ilgili performans				11. Hava geçirimsizlik ile ilgili performans			
4.1. Alev almama				12. Kullanıcı sağlığı ve güvenliği			
4.2. Alev geçirimsiz olma				12.1. Kopup düşmeme			
4.3. Yangında taşıyıcılığını sürdürme				12.2. Keskin kenar ve köşeleri olmama			
4.4. Duman geçirimsiz olma				13. Mekanik sistemle bütünleştirici ve uyumlu olma			
5. Nem ile ilgili performans				14. Çevreye olumsuz etkileri olmama			
5.1. Yoğuşma oluşumunu önleme				14.1. Zehirli gaz salınımına izin vermeme			
6. Ses ile ilgili performans				14.2. Geri dönüştürülebilir olma			
6.1. Hava kaynaklı sesleri engelleme				14.3. Geri dönüştürülmüş malzemelerden oluşturulma			
6.2. Darbe kaynaklı sesleri engelleme				14.4. Malzemelerin düşük üretim enerjisine sahip olması			

2.3. Geliştirilen Kontrol Listesinin Dış Duvar Tasarımında Kullanım Olanakları

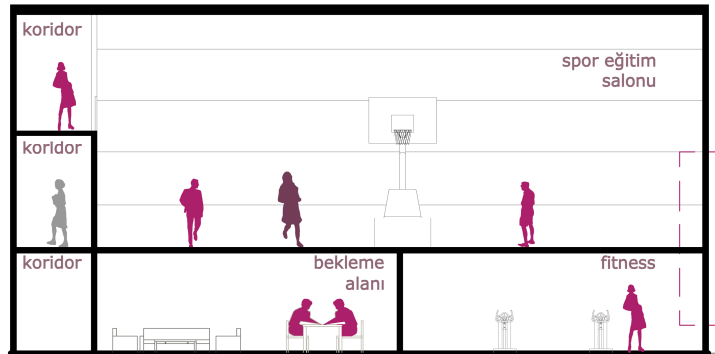
Mimari detay tasarım süreci mimari proje tasarım sürecinde olduğu gibi problemin tanımlanması, tasarım seçeneklerinin geliştirilmesi ve beklentileri tam karşılayabilecek seçeneğin seçilmesi gibi aşamaları içermektedir. Geliştirilen kontrol tablosu tasarım sürecinin farklı aşamalarında göz önünde bulundurulması gereken parametreleri tasarımcının hatırlamasını sağlayarak, sürecin eksiksiz işlemesine olanak tanımaktadır. Dış duvar tasarım sürecinde kontrol tablosu, problemin tanımlanması, seçeneklerinin geliştirilmesi ve seçeneklerin elenmesi aşamalarında tasarım destek aracı olarak kullanılabilir (Şekil 4).



Şekil 4. Kontrol tablosunun tasarım sürecine dahil olması

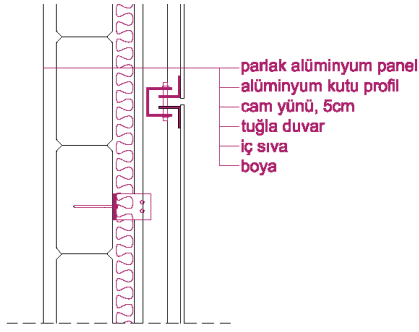
3. Kontrol Listesinin Bir Tasarım Probleminde Kullanılması

Dış duvar tasarım sürecinde girdilerin belirlenmesi ve yapılan tasarımın kontrol edilmesi aşamalarında, geliştirilen kontrol tablosunun kullanılabilirliğinin ortaya koyulabilmesi için bir örnek üzerinde uygulama yoluna gidilmiştir. Uygulama çalışması için İstanbul Etiler' de daha önce tasarlanmış olan bir spor okulu projesi seçilmiştir. Çalışmada spor okulunun batı yönüne bakan duvarın opak bileşeni ele alınmıştır. Binanın taşıyıcısı betonarme olup, seçilen duvar dış mekan ile spor eğitim salonunu birbirinden ayırmaktadır (Şekil 5a).

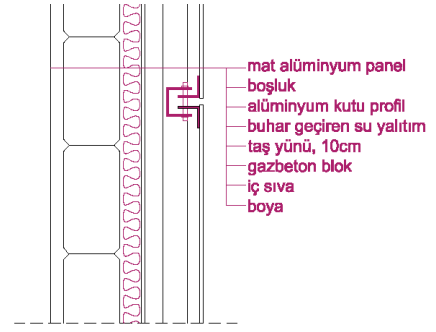


Şekil 5a. Spor okulunun kesiti

Ele alınan duvar dört temel katman olan; iç kaplama, gövde, yalıtımlar ve dış kaplamadan oluşmaktadır (Şekil 5b). Çalışmada ilk başta tasarlanmış olan dış duvar(Şekil 5b), kontrol tablosu ile tekrar ele alınmış, kararlar gözden geçirilmiş, göz önünde bulundurulmamış olan parametreler ele alınmış ve tasarım bu bağlamda geliştirilmiştir (Şekil 5c). Aşağıda, kontrol tablosundaki performans ölçütleri kapsamında dış duvarın geliştirilmesi yönünde alınan kararlar ve yapılan değişiklikler yazılı ve grafiksel olarak sıralanmıştır.

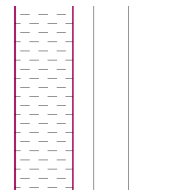


Şekil 5.b. Spor okulu duvar tip detayı



Şekil 5.c. Geliştirilen duvar tip detayı

Şekil 6. Taşıyıcılık ile ilgili performans		+			0			-				
		+	0	-	+	0	-	+	0	-		
Şekil 6. Taşıyıcılık ile ilgili performans	Kendi ağırlığını, sistem bileşenlerini taşıma	√										
	Deprem yüküne dayanım	√										
	Darbelere dayanım			√								
	Rüzgar yüküne dayanım	√										
	Su basıncına dayanım						√					
	Hareketli yüklere dayanım			√								
	Toprak basıncına dayanım						√					
Şekil 7. Su ile ilgili performans	Şekil 7. Su ile ilgili performans	Yağış suyu geçirimsiz olma	√									
		Zemin suyu geçirimsiz olma							√			
		Sıçrama suyu geçirimsiz olma								√		
		Şekil 8. Isı ile ilgili performans	Şekil 8. Isı ile ilgili performans	Isı geçişlerine olanak vermeme	√							
				Isı depolama özelliğine sahip olma							√	
				Yüksek/düşük sıcaklıklara dayanım	√							
				Şekil 9. Yangın ile ilgili performans	Şekil 9. Yangın ile ilgili performans	Alev almama	√					
Alev geçirimsiz olma	√											
Yangında taşıyıcılığını sürdürme	√											
Duman geçirimsiz olma	√											
Şekil 10. Nem ile ilgili performans	Şekil 10. Nem ile ilgili performans	Yoğuşma oluşumunu önleme	√									
		Şekil 11. Ses ile ilgili performans	Şekil 11. Ses ile ilgili performans	Hava kaynaklı sesleri engelleme					√			
				Darbe kaynaklı sesleri engelleme	√							
Şekil 12. Güneş ışınları ile ilgili performans	Şekil 12. Güneş ışınları ile ilgili performans	Güneş ışınlarını soğurma			√							
		Güneş ışınlarını yansıtma	√									
		Şekil 13. Isıl genleşme ile ilgili performans	Şekil 13. Isıl genleşme ile ilgili performans	Isıl genleşmeye dayanım	√							
Nem/don ile ilgili genleşmeye dayanım								√				

Şekil 12. Optik özellikler ile ilgili performans				Şekil 13. Hareketler ile ilgili performans	Strüktürel yüklerle dayanım	√		
	Hava geçirimsizlik ile ilgili performans	+	o	-		√		

Taşıyıcılık ile ilgili performans

Taşıyıcılık ile ilgili performansta, gazbeton olarak değiştirilen duvar gövdesinin alüminyum kaplamayı taşımasındaki riskler göz önünde bulundurularak, kaplamanın ızgarası mesafe tutucular ile kirişlere bağlanmıştır. (Şekil 6).

Su ile ilgili performans

Duvar toprak seviyesinden yukarıda olduğu için zemin suyuna maruz kalmamaktadır. Yağış ve sıçrama suyuna karşı üç aşamalı bir önlem geliştirilmiştir. Derzleri açık olmakla birlikte, alüminyum cephe kaplaması kısmi su geçirimsizlik sağlamaktadır. Kaplamanın iç tarafında yer alan boşluk, içeri giren yağış sularının daha içteki katmanlara ulaşmasını engellemektedir. Isı yalıtımı üzerindeki buhar geçiren su yalıtımı, bu yüzeye ulaşabilecek suya karşı geçirimsizlik sağlamaktadır. (Şekil 7).

Isı ile ilgili performans

Isı geçişlerini önlemek için yönetmeliklere de uyularak gerekli ısı yalıtım malzemesi yeri ve kalınlığı araştırılmıştır. 50 mm yapılan ısı yalıtımı yeterli olmakla birlikte, enerji etkinlik açısından yalıtım kalınlığı, 100 mm'ye çıkarılmıştır. Gazbeton duvar gövdesi, ısı direnci daha da arttırmaktadır, bu nedenle tuğla duvar yerine gazbeton tercih edilmiştir (Şekil 8).

Yangın ile ilgili performans

Yangın durumunda duvar gereken süre boyunca taşıyıcılığını korumaktadır, seçilen malzemeler de yangın dayanımları göz önünde tutularak seçilmiştir, cam yünü yerine yangın dayanımı daha fazla olan taş yünü tercih edilmiştir (Şekil 9).

Nem ile ilgili performans

Cephe kaplaması ile ısı yalıtım katmanı arasında buhar kontrolü için boşluk bırakılmıştır. Boşluk ise hava geçişi ile yoğunlaşma kontrolünü sağlamaktadır. İç taraftan boşluğa kadar olan katmanların tümü "buhar geçirgen" olarak seçilmiştir (Şekil 10).

Ses ile ilgili performans

Bina dışındaki gürültü düzeyi yoğun olduğu için ses kontrolü sağlanmalıdır. Dolu duvar gövdesi ve taş yünü gerekli düzeyde yalıtımı sağlayacaktır (Şekil 11).

Optik özellikler ile ilgili performans

Çevrede güneş ışınımını engelleyebilecek bir engel yoktur. Optik olarak alüminyum güneş ışığını yansıtma özelliğine sahip bir metaldir. Batı cephesinde kullanılan parlak alüminyum kaplama güneş ışınlarına maruz kalacağından, çevreye olumsuz etkiyi azaltmak ve gereksiz ısınmayı engellemek için güneş ışınlarını yansıtmayan mat bir alüminyum kaplama tercih edilmiştir. (Şekil 12).

Hareketler ile ilgili performans

Sistemdeki ısı genleşme kaynaklı hareketler, alüminyum kaplamadaki derzler ve kaplama ızgarasının bina taşıyıcısına hareketli birleşimler ile bağlanarak göz önünde bulundurulmuştur (Şekil 13).

Hava geçirimsizlik ile ilgili performans

Harçla birleştirmiş gazbeton blokların oluşturduğu duvar gövdesi, hava geçişine izin vermeyecektir (Şekil 14).

4. Sonuç

Çalışmada, dış duvarın opak bileşenin tasarımında destekleyici bir araç olarak kullanılabilen bir kontrol listesi geliştirilmiştir. Kontrol listesinin geliştirilmesinde, sistematik bir yaklaşım kullanılarak ve olanaklar ölçüsünde farklı dönemlerden ve farklı bakış açıları içeren kaynaklar analiz edilerek, söz konusu olabilecek tüm parametreler göz önünde tutulmaya çalışılmıştır. Kontrol listesi, performans kriterlerine farklı projelerde farklı bağlı değerler verilebilecek bir kontrol tablosu haline dönüştürülmüştür.

Kontrol tablosu bir tasarım probleminin çözümünde ve kontrolünde kullanılarak, pratikte sağlayabileceği olanaklar belirlenmeye çalışılmıştır:

- Kontrol tablosu, az deneyimli tasarımcıların, karmaşık tasarım problemlerinde, daha fazla parametreyi göz önünde bulundurmasına olanak tanımaktadır.
- Kontrol tablosu, tasarım sürecinin daha sistematik ve kontrol edilebilir gelişmesini sağlamaktadır.
- Kontrol tablosu, farklı performans kriterlerinin farklı “ağırlık” ları olabileceğini hatırlatmaktadır.
- Kontrol tablosu, çözüm seçeneklerinin daha “güvenilir” olmasını sağlamaktadır.
- Kontrol tablosunun bir tasarım destek aracı olarak kullanılmasının “öğrenilmesi” çok kısa sürede gerçekleştirilebilmektedir.
- Kontrol tablosunun kullanılması tasarım süresini bir miktar uzatmaktadır.

Kontrol tablosunda yer alan performans kriterlerinin ayrıntılandırılıp, bağlı değer verme aşamasının geliştirilmesi, kontrol tablosunun bir tasarım destek aracı olarak etkinliğini arttıracaktır.

5. Kaynaklar

- [1] Harrison H. W., 1997. *Walls, Windows and Doors : Performance, Diagnosis, Maintenance, Repair and the Avoidance of Defects*, BRE, Watford
- [2] Schild, E., Oswald, R., 1984, *Bauschadensverhütung im Wohnungsbau – Schwachstellen Band 2: Aussenwaende und Öffnungsanschlüsse*, Wiesbaden, Bauverlag GmbH
- [3] Brock L., 2005. *Design the Exterior Wall*, New Jersey, John Wiley & Sons
- [4] Emmitt, S., Olie, J., 2004, *Principles of Architectural Detailing*, Oxford, Blackwell Publication
- [5] Lovell J., 2010. *Building Envelopes: An Integrated Approach*, New York, Princeton Architectural Press
- [6] Nashed F., 1996. *Time-Saver Details For Exterior Wall Design*, New York, McGraw-Hill
- [7] Allen W., 1997. *Envelope Design for Buildings*, Oxford, Jordoan Hill
- [8] Thomas H., 2004. *Facade Construction Manual*, Basel, Birkhauser-Publishers for Architecture
- [9] Knaack U., Klein T., 2008. *The Future Envelope 1*, Amsterdam, IOS Press
- [10] Rich P., Dean Y., 1999. *Principles of Element Design*, Oxford, Architectural Press
- [11] Schaupp W., 1967. *External Walls, Cladding Thermal Insulation Damp-Proofing*, New York, Transatlantic Arts
- [12] Jones, J. C., 1992. *Design Methods*, New York, Van Nostrand Reinhold
- [13] ASCE, guideline for condition assessment of the building envelope, 2000.
- [14] Özbilen A., 1967. *Hava Tabakalı Çift Duvar*, İstanbul, Özyayın Matbaası
- [15] Sarı A., 1951. *İkametgah Yapılarında Dış Duvarların Kıymetlerinin Mukayesesi*, İstanbul, İstanbul Matbacılık
- [16] Brookes A., 1990. *The Building Envelope : Applications of New Technology Cladding*, London,

Butterworth Architecture

- [17] Johnson P. G., 2003. *Performance of Exterior Building Wall*, New Jersey, ASTM International
- [18] Research Group of Systematic Method for Selecting Building Materials, 1970, *Functional Requirement for Building Elements and Components in Dwellings*, Report No.58, Building Research Institute, Japanese Ministry of Construction
- [19] Ronner, H., 1991. *Wand+Mauer*, Basel, Birkhauser Verlag
- [20] Altun, M. C., 1997, *Dış Duvara Dıştan Uygulanan Isı Yalıtım Sistemleriyle İlgili Performans Gereksinimleri*, İTÜ Mimarlık Fakültesi
- [21] Bozdağ, K., 1986, “*Yapılarda Duvar Gereçlerinin ve Kaplamalarının Getirdikleri Sorunlar*”, İç ve Dış Duvar Malzemeleri ve Kaplamaları, YEM. Bildiriler, s.4, 9 Ocak, İstanbul.
- [22] Baytop, F., 2010, *İnşaat Uygulamalarında Yanlıklar Doğrular*, YEM