

MODÜLER GIYDİRME CEPHE TASARIMI İÇİN ÖNERİ

Mine ŞENYÜRÜK, İstanbul Teknik Üniversitesi
Doç. Dr. Murat AYGÜN, İstanbul Teknik Üniversitesi

ÖZET:

Bu bildiri de modüler cephe tasarımı ile ilgili “Proposal for Modular Façade Design” başlıklı yüksek lisans tez çalışmasının (2) giydirme cepheler ile ilgili olan bölümü ele alınmıştır. Çalışmanın amacı modüler tasarım prensiplerinin giydirme cephe tasarımına nasıl uygulanabileceği konusunda bir öneri getirmektir. Sürekli artan yeni bina ihtiyacını çabuk karşılayabilmek adına bina üretiminde kaliteden ödün verilebilmektedir. Modüler tasarım bu nitelik nicelik ikilemine bir çözümdür. Çalışmada getirilen modüler giydirme cephe tasarımı önerisi ortogonal bir referans sistemine oturan ve kat yüksekliğinin kat boyunca sabit kaldığı tüm binalar için geçerlidir. Boyutlandırma da rol oynayan çeşitli özellikler incelenerek, etkileri formüle edilmiştir. Elde edilen formülasyonlar ile kullanılacak malzeme boyutlarından hareketle tercih edilen cephe boyutlarını en yakın modüler cephe boyutlarına çeviren bir yazılım kullanılarak bir örnek çözümlenip değerlendirilmiştir.

GİRİŞ

Şehirler genişleyip, hastaneler, okullar kalabalıklaştıkça, barınma başta olmak üzere sağlık, eğitim, endüstriyel ve sosyal tesisler ile komple yaşam sistemlerine olan ihtiyaç da sürekli artmaktadır. Toplumun gereksinim ve zevklerindeki sofistikeleşme bu yapıların hem adet hem de kalite olarak yüksek olması şartını yaratırken, bina üretim sürecinde yer alanların işini zorlaştırmaktadır. (1)

Prefabrikasyon sağladığı boyutsal hassasiyet ve sürat gibi avantajlar sayesinde kendisini inşaat sektörüne çöktürerek kabul ettirmiştir. Bu elemanların ayrıca modüler olarak üretilmesi ve modüler prensipleri benimseyen tasarımlarda kullanılması hem kendi aralarında, hem de tasarımla olan uyumlarını güçlendirecek, malzeme, zaman, işgücü ve dolayısıyla maliyetlerde ekstra bir tasarruf sağlayacaktır.

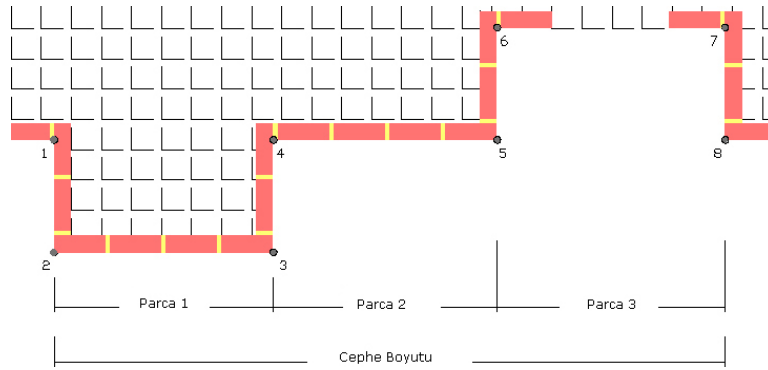
MODÜLERLİK

İnşaat sektöründe modülerlik boyutsal olarak koordine edilmiş komponentlerin, bu komponent boyutlarının katı olarak boyutlandırılmış açıklıklarda kullanılması suretiyle komponentlerin onlara ayrılan boşluklara tam olarak yerleşebilmeleri için gerçekleştirilen işlemlerin ortadan kaldırılması prensibine dayanır. Günümüzde uygulamada kullanılan modül büyüklüğü $M=10$ cm. olup, malzeme ve plandaki boyutlar 2M, 5M şeklinde ifade edilmektedir. Bu şekilde oluşturulan esnek standardizasyon, özel boyutlu elemanlara olan ihtiyacı azaltarak komponent üretim sürecinde, binaların standart elemanlarla tasarlanmasına olanak vererek proje aşamasında ve inşaat aşamasında elimine edilen yeniden biçimlendirme adımlarıyla, verimlilik ve ekonomi sağlanmasına yardımcı olmaktadır.

MODÜLER GIYDİRME CEPHE TASARIM ÖNERİSİ

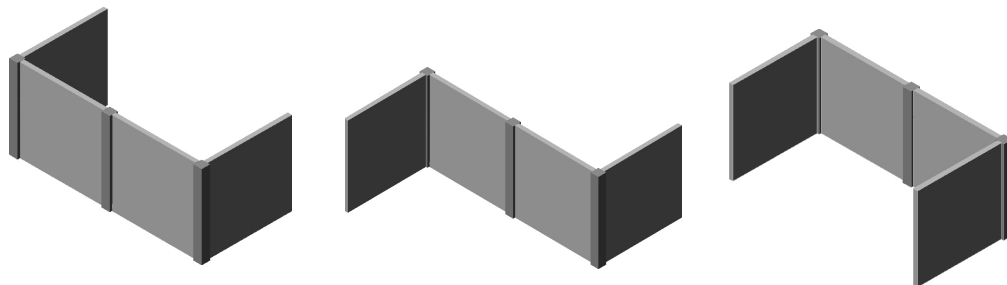
Bu çalışmada binada modüler olarak tasarlanabilecek elemanlarından biri, cephe üzerinde durulmuştur. Modüler bir cephe elde edebilmek için öncelikle tasarımda kullanılacak elemanlara bir takım sınırlamalar getirilmelidir. Giydirme cephe tasarımında kullanılan paneller yan yana ve üst üste yerleşerek cepheyi kaplamaktadır. Komşu panellerin arasında ise ızgara, conta gibi elemanlar yer alır. Panellerin modüler boyutlarından bahsedilirken panelin kendi boyutlarına ek olarak, genişliğinden bahsediliyor ise; sağ veya solundaki, yüksekliğinden bahsediliyor ise; alt veya üstündeki çerçeve veya conta kalınlığı da dahil edilir. Cephe genişlik ve yüksekliği ise panelin modüler genişlik ve yüksekliğinin tam katı olarak boyutlandırılarak uygulama esnasında panelin boyutlarında revizyon yapılması gereği ortadan kaldırılır.

Bu öneride bina cepheleri bir bütün olarak değil, daha küçük cephe parçalarının bir birleşimi olarak ele alınmıştır. Bu parçalar cephenin plan üzerinde yön değiştirdiği köşelerin arasında kalan bölümler olarak seçilmiştir. Cephe parçalarının ayrı ayrı boyutlandırılması daha sonra bir araya getirilerek tüm cephenin boyutlarının elde edilmesi yoluna gidilmiştir.



Şekil 1: Cephe parçaları ve onları oluşturan köşeler

Plan tipi cephe parçasının boyutlandırılmasını etkiler. Her cephe parçası içerlek, dışarlık ve kademeli olmak üzere üç plan tipinden birine uyar. İçerlek cephe parçası kendisine dik iki komşu cephe parçasının en iç köşeleri arasında, dışarlık ise kendisine en dış köşeleri arasında yer alır. Kademeli cephe parçası ikisinin birleşimi olarak kendisine dik iki komşu cephe parçasından birinin en dış diğerinin en iç köşeleri arasında yer alır. Şekil 1’de, 2 ve 3 no’lu köşeler arasındaki parça dışarlık, 4 ve 5 no’lu köşeler arasındaki parça kademeli, 6 ve 7 no’lu köşeler arasındaki parça ise içerlektir.

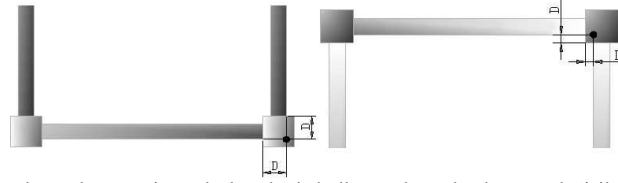


Şekil 2 : Sırası ile dışarlık, kademeli ve içerlek giydirme cephe parçaları

Şekil 2 değişik plan tiplerine sahip giydirme cephe parçalarını göstermektedir.

Plan tipleri farklı olsa da bu cephe parçalarının boyutlandırılmasında aynı formül kullanılabilir. Her cephe parçası n adet panel, n-1 adet paneller arası eleman ve 2 adet köşe elemanı içermektedir. Yani cephe parçalarının boyutları aşağıdaki gibi hesaplanır;

$$= (n \times \text{Modüler Panel Genisliği}) - (1 \times \text{Paneller Arası Eleman Genisliği}) + \text{Köşe Eleman}_1 \text{ Genisliği} + \text{Köşe Eleman}_2 \text{ Genisliği} \quad (1)$$

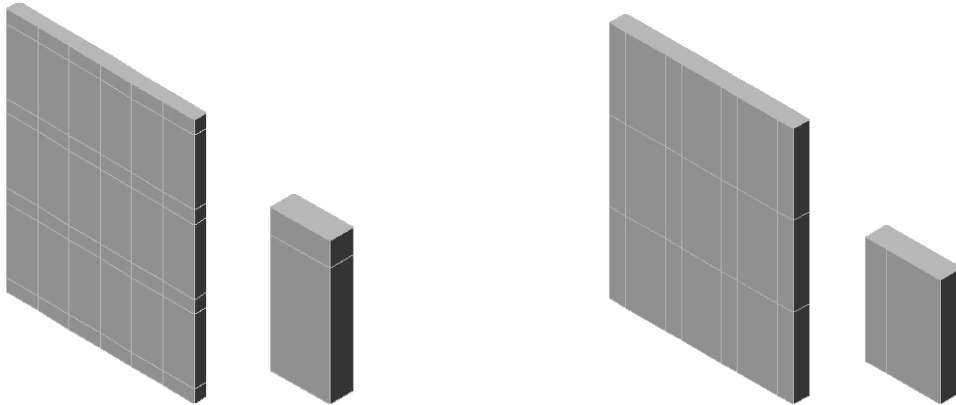


Şekil 3: Aynı köşe elemanın iç ve dış köşelerde kullanımı boyutlandırmaya değişik etki yapabilir

Bu üç farklı plan tipine sahip cephe parçalarının boyutlandırmada ayrıldıkları nokta, köşe elemanlarını iç ve dış köşelerde, boyutlandırma üzerinde farklı etki gösterebilmeleridir. Dolayısıyla hesaplara köşe elemanının tüm boyutundan ziyade, elemanın birleştirdiği panellerin dış yüzeylerinin kesişim noktaları arasında kalan kısımları katılır.

Cephe parçalarının yükseklikleri de genişliklerine paralel bir yöntemle hesap edilebilir. Ancak düşey doğrultuda cephe hareketleri yatay doğrultudakinden ekseriyetle daha az olduğundan düşey doğrultuda hesaplar daha kolaydır. Burada panellerin genişlikleri yerine yükseklikleri ve köşe elemanları yerine düşey doğrultudaki sonlandırıcı elemanların boyutları kullanılır.

Tasarımda ayrıca değişik boyutlarda birden fazla panelin kullanılması yoluna da gidilebilir. Bu tip düzenlemeler tasarıma hareket katarak monotonluktan kurtarır. Böyle bir düzenlemede yan yana ve alt alta gelecek panellerin birbirleriyle bir takım boyutsal ilişkileri olması zorunludur. İki farklı panel kullanıldığında alt alta gelecek panellerin genişlikleri, yan yana gelecek panellerin yüksekliklerinin aynı olmalıdır. Bu durumda yan yana veya alt alta gelen iki panel bir bütün olarak düşünülerek, ikisinin toplam yüksekliğine veya genişliğine sahip sanal bir panelden bahsedilebilir. Cephe parçası da bu sanal panelin bir tekrarı olarak boyutlandırılabilir.



Şekil 4: İkişer panelden oluşan cephe parçaları ve hesaplamalarda kullanılacak sanal panelleri

Ş

ekil
4'de
ikişer

panelle oluşturulmuş cephe parçaları görülmektedir. İkişer çok daha fazla değişik boyutlu panel içeren giydirmeye cepheler tasarlanabilir bu durumda iki panelli çözüme benzer olarak sanal panel, değişik panellerin birleşerek oluşturdukları düzgün bir dörtgen olmalıdır. Yatay ve düşeydeki sanal modüler boyutlar belirlendikten sonra formülde bu değerler yerlerine koyulur.

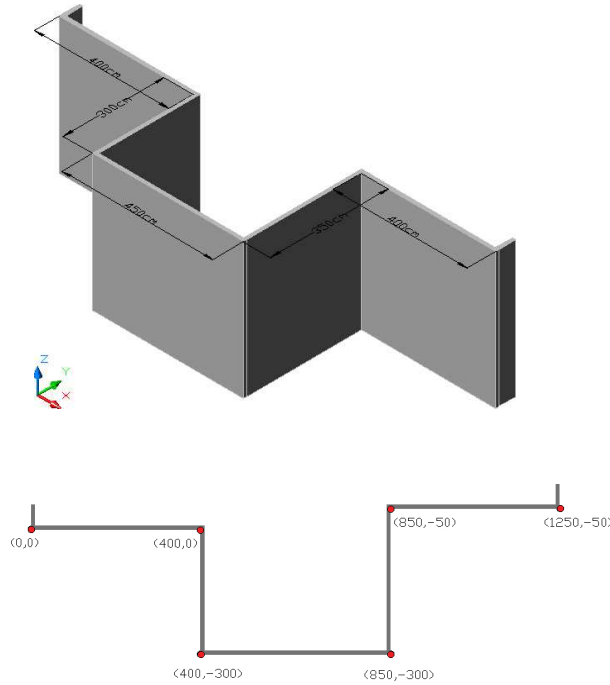
Başka bir durum ise birden fazla değişik boyutlu panel kullanıldığında, tasarımcı bu panellerin diziliminde çeşitli şaşırtmalar oluşturmasıdır. Mesela bir cephe parçası iki tarafında da aynı panel ile

sonlandırılarak simetri elde etmek istenebilir. Bu tip bir işlemde kullanılan panele öncelik verilmiş olur. Şekil 4'deki giydirme cephe parçalarında, daha küçük boyutlu olan panele öncelik verilmiştir. Bir elemana öncelik verildiğinde cephe parçası sanal elemanın tam katı olarak boyutlandırılmaz. Bu tip durumlarda kuralsız olan bölümün ayrı boyutlandırılması daha sonra kurallı kısım ile birleştirilmesi yoluna gidilmelidir.

ÖNERİNİN BİLGİSAYAR PROGRAMINA APLİKASYONU

Yukarıda belirtilen tez kapsamında, formüle edilen tasarım önerilerinden faydalanmak suretiyle bir bilgisayar programı yazılmıştır. Program ortogonal bir referans sistemine oturan bütün giydirme cephelerde kullanılabilir. Programın ihtiyacı olan girdiler, istenilen cephenin köşe koordinatları, kullanılacak panellerin boyutları ve birleşim detayları ile öncelik verilecek elemanın seçimidir. Program kullanıcı girdisini işleyerek, bu malzemeler ile elde edilebilecek, istenilen cephe boyutlarına en yakın modüler cephenin boyutlarını hesaplar.

Örnek Çözüm



Şekil 7: Modüler boyutlara çevrilmesi istenen cephenin yatay boyutları ve köşe koordinatları

Program tarafından revize edilmesi istenen cephe boyutları şekil 7'deki gibidir. Program en fazla 40 köşeden oluşan cepheleri boyutlandırabilir. Köşe koordinatları, $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$ formatında ve santimetre cinsinden girilmeli ve ilk köşenin koordinatları $(0,0)$ olmalıdır. Köşe koordinatlarının giriş sırası binanın çevresinde saat yönünün tersinde dolaşan bir izleyiciye görünecekleri sıra olmalıdır. Cephenin köşe koordinatları, kat yüksekliği kullanılacak panel ve ızgara boyut ve adetleri ile bunlardan öncelik verilecek olanın seçimi ve köşe ızgaralarının boyutları program içerisinde ayrılan bölümlere şekil 8'deki gibi girilir.

#	X(cm)	Y(cm)
1	0	0
2	400	0
3	400	-300
4	850	-300
5	850	50
6	1250	50

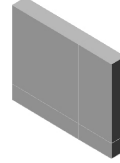
FAÇADE PROPERTIES		
1) Quantity and dimensions of the components to be used		
Qty	4	
#	XY(cm)	Z(cm)
1	100	20
2	50	20
3	100	100
4	50	100
Joint Dimension(cm)		
	1	
Corner Element Dimension(cm)		
Outward	4	
Inward	2	
End Component 1 Height (cm)		
	6	
End Component 2 Height (cm)		
	6	
2) Prioritized Component		
	2	
3) Section Height		
	400cm	

Şekil 8: Problem girdisi

Köşe koordinatlarından hareketle, cephe parçalarının istenilen boyutları, hangi doğrultuda uzandıkları ve köşe elemanlarının boyutsal etkilerini hesaplamak için kullanılacak köşelerin içerlek yada dışarlık olma özellikleri program tarafından hesaplanır. Köşelerin içerlek ve dışarlık olma özelliklerini belirlenmesinde ardı ardına gelen üç köşenin birbirlerine göre koordinat değişimi yönteminden faydalanılır.

Bu örnekte dört adet panel kullanılmıştır. Sanal modül boyutları aynı kalınlıktaki panelleri alt alta, aynı yüksekliktekileri yan yana getirerek ve ızgara boyutlarını da dikkate alarak programca hesaplanır.

SumXY	SumZ	Start XY	Start Z
152	122	51	21



Şekil 9: Sanal modül ve programın hesapladığı sanal ve öncelik verilmiş panelin modüler boyutları

Her bir cephe parçası için öncelik verilen panel ile köşe elemanlarının yatay ve dikey boyutsal etkileri düşülüp formül 1'in uygulanması ile istenilen cephe boyutları için gerekli olan modül adedi bulunur. Sonucun tamsayı olması durumunda program sonucu kabul eder. Tamsayı olmadığı durumda en yakın tamsayıya yuvarlar ve işlemleri geriye doğru gerçekleştirerek tamsayıya karşılık gelen modüler boyuta ulaşır. Bu boyutlar daha sonra ilk nokta (0,0) olmak üzere koordinatlara çevrilir. Verilen örnek için program tarafından bulunan sonuçlar tablosu şekil 10'dadır. Bu tabloda istenilen boyutlar ile önerilen modüler boyutlar arasındaki oransal değişim de görülebilmektedir. Bu örnek için ortalama %10 mertebesinde seyreden değişim yüzdeleri panellerin boyutları küçüldükçe küçülür.

CORNER DETAILS					
CORNER NO	INPUT		SUGGESTION		SUGGESTION Z
	X	Y	X	Y	
1	0	0	0	0	398 -0,5%
2	400	0	360	0	-
3	400	-300	360	-360	-
4	850	-300	874	-360	-
5	850	50	874	0	-
6	1250	50	1234	0	-

SECTION DETAILS					
Section	Module Qty	Joint Correction	Result Dim.	Proposed Dim.	Revision %
1-2	2	-1	360	400	-10,0%
2-3	2	-1	360	300	20,0%
3-4	3	-1	514	450	14,2%
4-5	2	-1	360	350	2,9%
5-6	2	-1	360	400	-10,0%

Şekil 10: Sonuç Tablosu

SONUÇ

Teknoloji, imalat endüstrileri ile beraber, inşaat sektöründe de, yüksek kaliteli, boyutsal hassasiyeti yüksek prefabrike elemanların kullanımını getirmiştir. İmalattaki gelişmelere bu elemanların optimal boyutları ve birbirleriyle olan boyutsal ilişkilerinin tanımlanmasına yönelik çalışmalar eşlik etmiştir. Bu çalışmalarda daha çok modül adı verilen birim boyutun büyüklüğü üzerinde durulmuştur.

Bu çalışmada giydirme cephe tasarımında kullanılmaya uygun bir sayısal bir modülün elde edilmesine çalışılmamıştır. Giydirme cephe tasarımında kullanılacak bir takım elemanların, ve cephe boyutlarının kendi aralarında uyması sağlanacak bir kurallar dizisi elde edilerek, tasarımcıya fazla bir kısıtlama getirilmeden modüler prensiplere uygun bir giydirme cephe elde edilmesi sağlanmaya çalışılmıştır. Elde edilen sınırlamaların büyüklükten ziyade oransal olması sayesinde hem tasarımda esneklik korunmuştur, hem de modüler tasarımın temelinde yatan, malzemenin, zaman ve emekten tasarruf edilmesi prensiplerine sağlanmıştır.

KAYNAKÇA

- 1) Darlington, R.P., Isenberg, M.W. and Pierce, D.A., **1962. Modular Practice, John Wiley & Sons Inc.,New York.**
- 2) Şenyürük, M., **2004. Proposal for Modular Façade Design, İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul**