



Esra Çambel, Ercan Özgan

Düzce University, Düzce-Turkey
esra.cambel@hotmail.com; ercanozgan@gmail.com

DOI	http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2020.15.1.1A0447	
ORCID ID	0000-0003-4531-6394	0000-0002-4714-199X
CORRESPONDING AUTHOR	Ercan Özgan	

BAZI TAŞIYICI YAPI ELEMANLARIN TASARIMINDA MİMARLARDAN KAYNAKLANAN FARKLILIKLARIN İSTATİSTİKSEL ANALİZİ, BOLU ÖRNEĞİ

ÖZ

Bu çalışmada, taşıyıcı yapı elemanlarının projelendirilmesinde mimarlardan kaynaklanan farklılıklar inşaat mühendisleri açısından incelenmiştir. Bu amaçla, taşıyıcı yapı elemanları ile ilgili özellikler alt başlıklarda ifade edilmiş ve bu elemanlar için projelendirmede karşılaşılan sorunlar önem durumlarına göre puanlandırılmıştır. Bu amaçla, Bolu'da görev yapan 57 inşaat mühendisine anket soruları hazırlanmış ve taşıyıcı yapı elemanlarının projelendirilmesinde mimarlarla karşılaşılan sorunlar tespit edilmiştir. İncelenen taşıyıcı yapı elemanları Döşeme, Kiriş, Kolon ve Perde duvarları kapsamaktadır. Bu taşıyıcı yapı elemanlarının tasarım özellikleri 17 alt başlık altında detaylandırılarak her bir durumun tasarımda öncelik açısından farklı ve aynı olanları belirlenmiştir. Bu amaçla puanlandırılmış verilerin tanımlayıcı istatistiksel değerleri tablo halinde verilmiş, öncelik puanları için yapı elemanları arasında fark olup olmadığı %95 güven aralığında Varyans Analizi ile tespit edilmiştir (sig.0.000). Farklılıkların hangi yapı elemanlarının projelendirilmesinde olduğunu tespit etmek amacı ile çoklu karşılaştırma testlerinden "Duncan testi" yapılmış ve farklı olanlar ile aynı olanlar bir tabloda gruplar halinde gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: İnşaat Mühendisliği, Yapı Elemanları, Projelendirme Sorunları, İstatistik, Taşıyıcı Yapı Elemanları

STATISTICAL ANALYSIS OF DIFFERENCES ARISING FROM ARCHITECTS IN SOME STRUCTURAL DESIGN, BOLU SAMPLIN

ABSTRACT

In this study, the differences arising from the architects in the design of structural elements are examined in terms of civil engineers. For this purpose, the features related to the structural elements are expressed in the sub-headings and the problems encountered in projecting for these elements are scored according to their importance. For this purpose, questionnaires were prepared for 57 civil engineers working in Bolu and the problems encountered with architects were identified in the design of structural elements. The structural elements studied are Floor, Beam, Column and Reinforced walls. The design characteristics of these structural elements are detailed under 17 sub-headings and the different and the same ones are determined in terms of priority in design. For this purpose, the descriptive statistical values of the scored data were given in the table and it was determined by using the Analysis of Variance within 95% confidence interval whether there was a difference between the structural elements for the priority points (sig.0.000). In order to determine which structural elements the differences are in the project, "Duncan" of multiple comparison tests was performed and the same ones with different ones are shown in groups in a table.

Keywords: Civil Engineering, Structural Elements, Project Design Problems, Statistics, Carrier Building Elements

How to Cite:

Çambel, E. ve Özgan, E., (2020). Bazı Taşıyıcı Yapı Elemanların Tasarımında Mimarlardan Kaynaklanan Farklılıkların İstatistiksel Analizi, Bolu Örneği, Engineering Sciences (NWSAENS), 15(1):15-26, DOI: 10.12739/NWSA.2020.15.1.1A0447.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Mimar, ihtiyacını duyduğumuz mekânları tasarlayan ve oluşturulabilmesi için gerekli olan çeşitli disiplinleri (inşaat, makine, elektrik, harita, jeoloji mühendisliği, peyzaj mimarlığı, iç mimarlık vb.) organize eden, hem estetik hem de fonksiyonel mekânlar üretilmesini sağlayan kişidir. Bir mimarın, bu organizasyonu sağlayabilmesi ve diğer disiplinler ile iletişim kurabilmesi için kendi bilgisi ve mesleki yeteneğinin dışında bu disiplinler ile ilgili de bilgiye sahip olması gerekmektedir. Mekânlar, tasarım ve yapım süreçlerinden sonra oluşmaktadır. Tasarım süreci genel olarak analiz, sentez, değerlendirme ve iletişim gibi alt başlıklarda ifade edilebilir. Proje açısından bakıldığında ise tasarım evreleri; ön tasarım, avan proje ve uygulama projesi olarak bilinmektedir (Hasol, 2008; Kızılırmak, 2010; Küçük, 2007; Zafer, 2007; Yılmaz, 2005). Mimari tasarım, somut bir ürüne yönelik bütün bir üretim süreci olarak değerlendirilebilir. Mimari tasarım sürecinde birçok sorunla karşılaşmaktadır. Binandan beklenen performanslarda bu sorunları oluşturan kısıtlardan sayılabilir (Hasol, 2008; Ural, 2004; Kızılırmak, 2010; Kartal, 2013; Tunç, 2018; Sanoff, 2008; Sanoff, 2000. Ülkemizde yapı tasarımı ve uygulamaları ile ilgili olarak çeşitli yasal düzenlemeler ve uygulamalar yapılmaktadır. Bunlardan TS 500'de betonarme yapıların özellikle taşıyıcı elemanlarının kalınlıkları, ölçüleri ve standartları tanımlanarak tasarıma yönelik değerler ifade edilmiştir.

TS 500, uygulamalarda hangi bileşimleri ve boyutları kullanmamız gerektiği konusunda minimum ve maksimum değerleri tanımlayan genel yaklaşımlar içermektedir [15]. Bununla birlikte, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelikte (2007 Deprem Yönetmeliği) yapı elemanlarının deprem karşısında davranışları, bu davranışlara karşılık olarak dikkat edilmesi gereken hususlar ve tasarım ölçütlerine yer verilmiştir. Deprem bölgelerinde kullanılabilinecek yapı elemanları, boyutları ve birleşim detayları hakkında bilgiler verilmiştir. Yönetmelik, betonarme binalarda nelere dikkat edilmeli, mevcut binalarda yapılması gerekenler, yağma yapı ile ilgili kıstaslar, çelik yapılarda depremle ilgili kıstaslar, genel olarak binalarda yatay ve düşey düzensizlikler gibi konulardan oluşmaktadır. Bu yönetmelikte, deprem bölgelerindeki binalarda ne tür detaylar ve boyutlar kullanılabileceği ve var olan binalarda neler yapılabileceği hakkında bilgiler verilmiştir. Çalışmada, öncelikle mimari tasarım sürecinde karşılaşılabilecek sorunlar taşıyıcı yapı elemanları bazında irdelenmiş ve "TS 500" ile "2007 Deprem Yönetmeliği" başta olmak üzere ilgili diğer mevzuat, yasa ve yönetmelikler kapsamında Bolu örneğinde değerlendirilmiştir.

2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Bu çalışmada Bolu'da bulunan 57 İnşaat Mühendisine mimari projelerdeki taşıyıcı yapı elemanlarına mimarların müdahale etme durumları ile ilgili anket hazırlanarak sorular sorulmuş ve öncelikli olan hususlar incelenen her bir taşıyıcı yapı elemanı için belirlenmiştir (Ek-1). Taşıyıcı yapı elemanları için anket sorularından elde edilen puanlandırılmış veriler tablolar haline getirilmiştir. Bu puanlandırma sonucunda yapının taşıyıcı elemanları olan Döşeme, Kiriş, Kolon ve Perde Duvar açısından öncelikli olarak mimarların müdahale ettikleri durumlar tespit edilmiştir. Anket sonuçları kullanılarak her bir yapı elemanı için tanımlayıcı istatistiksel değerler tespit edilmiş, önem dereceleri açısından aralarındaki farklılıklar %95 güven aralığında Varyans Analizi ile belirlenmiş (sig.0.000) ve farklı olanların tespit edilebilmesi amacı ile çoklu karşılaştırma testlerinden Duncan testi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar yapının taşıyıcı elemanları açısından aynı ve farklı

olanları kapsayacak şekilde gruplandırılarak tablo halinde gösterilmiştir (Çambel E. 2019, Özgan E., Çambel E.2018).

3. TAŞIYICI YAPI ELEMANLARI (LOAD BEARING STRUCTURAL ELEMENTS)

3.1. Döşeme (Floor)

Yapılarda, döşeme sisteminin seçiminde etkili olan parametreler genel olarak aşağıda ifade edilmiştir. Bunlar: Bölgenin depremselliği, döşemenin maliyeti, geçilecek açıklığın boyutları, etkiyecek yükün miktarı ve çeşidi, yapının kullanım amacı, kullanım değişikliklerine uyumu, yapının plan geometrisi, taşıyacağı eşya ve cihazların hassasiyeti, teknik personelin bilgi ve becerisi, konsol döşemelerin varlığı. Bölgenin depremselliği önemli bir faktör olup deprem bölgelerinde depreme dayanıklılık açısından en uygun döşeme sisteminin tekniğine uygun yapılmış kirişli döşeme olduğu söylenebilir. Kirişsiz döşemelerde düşey yükler etkisinde bile meydana gelen zımbalama olayı, bunların deprem bölgelerinde kullanılmasında tereddütler oluşturmaktadır. Döşeme sistemleri içinde asmolen döşemeler depremlerde maalesef çok kötü bir performans göstermektedir. Bu döşemeler hem rijitlik açısından büyük deplasmanlara neden olmakta, hem de dayanım eksikliği göstermektedir (Deprem Yönetmeliği, 2007; Dönmez, 2018). Döşemelerin ekonomik oldukları açıklıklar ve hareketli yükler genel olarak aşağıda belirtilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Döşemelerin ekonomik oldukları açıklıklar ve hareketli yükler
(Table 1. Distances and moving loads where slabs are economical)

Döşeme Sistemi	Ekonomik Olduğu Açıklık (m)	Hareketli Yük (kN/m ²)
Bir Doğrultuda Çalışan Kirişli Döşemeler	3-6	1.25-2.00
İki Doğrultuda Çalışan Kirişli Döşemeler	6-9	1.25-2.50
Dişli Döşemeler	6-9	1.50-2.50
Tablasız ve Başlıksız Kirişsiz Döşemeler	6-7	1.25-2.00
Başlıklı Kirişsiz Döşemeler	6-9	1.50-3.00
Kaset Döşemeler	9-14	1.50-3.00

Serbest açıklık " l_n " ile gösterilmektedir. Serbest açıklık, net açıklık ya da temiz açıklık olarak da adlandırılmaktadır. Döşeme hesaplarında etkili olan parametreler: Döşeme kenarlarının mesnetlenme koşulları, Döşemenin komşu döşemelerle süreklilik durumu, Döşemenin kenar oranları, Döşemeye etkiyen yükün çeşidi. TS 500'de bulunan eğilme elemanlarında sehim hesabı gerektirmeyen (yükseklik/açıklık) oranları özetlenmiştir (Tablo 2 ve Tablo 3).

Tablo 2. Döşemelerde sehim hesabı gerektirmeyen yükseklik/açıklık
(Table 2. No deflection calculation height/distance ratios in slabs)

Eleman	Basit Mesnet	Kenar Açıklık	İç Açıklık	Konsol
Tek Doğrultuda Çalışan Döşeme	1/20	1/25	1/30	1/10
İki Doğrultuda Çalışan Döşeme Kısa Kenar Açıklığı İle)	1/25	1/30	1/35	-
Dişli Döşeme	1/15	1/18	1/20	1/8

Aşırı sehim ve titreşim doğrudan döşeme kalınlığı ile aşırı çatlama ise donatı ile ilişkilidir. Betonarme yapılarda kullanılan döşeme çeşitleri aşağıda ifade edilmiştir.

Tablo 3. Döşemeler için sehim sınırları
(Table 3. Deflection limits for slabs)

Eğilme Elemanı ve Yeri	Sehim Nedeni	Açıklık/Sehim
Bölme Duvarsız Çatı Elemanları	Hareketli Yüklerden Oluşan Ani Sehim	$l_n/180$
Bölme Duvarsız Normal Kat Elemanları	Hareketli Yüklerden Oluşan Ani Sehim	$l_n/360$
Bölme Duvarlı Çatı ve Normal Kat Elemanları	Sürekli Yüklerden Oluşan Toplam Sehim İle Hareketli	$l_n/480$
Bölme Duvarlı Çatı ve Normal Kat Elemanları	Yüklerin Geri Kalan Bölümünden Oluşan Ani Sehim Toplamı	$l_n/240$

3.1.1. Kirişli Döşemeler (Floors with Beam)

En az bir kenarı kirişe oturan 5-20cm kalınlığında bir plaktır. Yükleri ve kenarları çok büyük olmayan hacimlerde (odalarda) genelde tercih edilir. Kısa kenarı 6-7m olabilir. İnşası kolay ve ekonomiktir. Konut tipi yapılarda en çok kullanılan döşeme tipidir: Bir doğrultuda çalışan kirişli döşemeler (hurdi döşemeler) ve iki doğrultuda çalışan kirişli döşemeler (dal döşemeler) olarak ifade edilmektedir. Hurdi döşemelerde TS 500'e göre sehim kontrolü gerektirmeyen yükseklik olarak aşağıdaki değerler verilmektedir. Bu değerlerin altındaki bir yükseklik kullanıldığında sehim hesabı yapılarak, meydana gelen sehimin TS 500'deki sınır değerleri aşmadığı gösterilecektir (Tablo 4).

Tablo 4. Hurdi döşeme (tek yönlü döşeme) için sınır değerler
(Table 4. Limit values for one-way flooring)

İsim ve Sembol	\leq/\geq	Sınır Değerler ve Açıklamalar			
Döşeme Kalınlığı	h_f	\geq	60mm	Tavan Döşemelerinde, Bir Yerin Örtülmesine Yarayan ya da Yalnız Onarım, Temizlik vb. İçin Üzerinde Yürünen Döşemeler	
			80mm	Normal Döşemelerde	
			120mm	Üzerinden Taşıt Geçen Döşemelerde	
			$l_{sn}/25$	Basit Mesnetli Döşeme	Bu Koşullar Mutlaka Sağlanmalı
			$l_{sn}/30$	Sürekli Döşeme	
			$l_{sn}/12$	Konsol Döşeme	
			$l_{sn}/20$	Basit Mesnetli	Döşeme Kalınlıkları Bu Değerlerden Büyük Seçilirse Sehimi Hesabı Yapmaya Gerek Yoktur. Küçük Seçilirse Sehimi Hesabı Yapılır.
			$l_{sn}/25$	Kenar Açıklık	
			$l_{sn}/30$	İç Açıklık	
			$l_{sn}/10$	Konsol	

3.1.2. İki Doğrultuda Çalışan Kirişli Döşemeler (Floors with Beam Working in Two Lines)

Büyük kenarının küçük kenarına oranı 2'den küçük olan betonarme plak döşemedir; iki (çift) doğrultulu döşemedir. Bir döşemenin uzun kenarının kısa kenarına oranı 2'ye eşit veya daha küçük ise ($m=l_u/l_k \leq 2$) bu döşemelerde yükün her iki doğrultuda da taşındığı kabul edilmektedir. TS 500'e göre dal döşemelerin kalınlığı aşağıda verilen değerden az olmamalıdır.

$$h \geq \frac{l_{kn}}{15+20/m} (1 - \alpha_s/4) \quad (1)$$

l_k : Dal döşemenin kısa doğrultudaki hesap açıklığı olarak alınmalıdır.

l_{kn} : Döşemenin kısa kenar doğrultusundaki serbest kenarı (cm)

$m=l_u/l_k$ Uzun kenarın kısa kenara oranı (hesap açıklıkları alınmalıdır)

α_s : Döşemenin ankastre kenar uzunlukları toplamının, döşeme toplam kenar uzunluğuna oranıdır (Bu oran kenar sayısı olarak değil uzunluk olarak alınmalıdır).

TS 500'de sehim kontrolü gerektirmeyen yükseklikler aşağıda verilmektedir (Tablo 5).

Tablo 5. Sehim kontrolü gerektirmeyen sınır değerler
(Table 5. Limit values for no deflection calculation)

İsim	< ya da >	Sınır Değerler ve Açıklamalar	
Döşeme Kalınlığı h_f	>	80mm	
		$l_{sn}/(15+20/m) (1- \alpha_s/4)$	
		$l_{sn}/25$	Bir Açıklıklı Döşeme
		$l_{sn}/30$	Sürekli Döşeme Kenar Açıklık
		$l_{sn}/35$	Sürekli Döşeme İç Açıklık
Döşeme Kalınlıklarının Bu Değerlerden Büyük Seçilmesi Halinde Sehim Hesabı Yapmaya Gerek Yoktur. Küçük Seçilirse Sehim Hesabı Gerekir.			

3.1.3. Kirişsiz Döşemeler (Floors without Beam)

Kirişleri olmayan, doğrudan kolonlara oturan 20-40cm kalınlığında bir plaktır. Yükleri ve kenarları çok büyük olmayan hacimlerde (odalarda) kullanılabilir. Açıklık 9-10m olabilir. Kolonların plağı delip geçmesi (zımbalama) riski vardır. Ağır yükleri olan döşemelerde (sanayi yapıları, köprü) zımbalamayı önlemek amacıyla kolona başlık yapılır. Başlıca kirişsiz döşeme türleri: Tablasız ve başlıksız kirişsiz döşemeler, Tablalı kirişsiz döşemeler, Başlıklı kirişsiz döşemeler (mantar döşemeler), Başlıklı ve tablalı kirişsiz döşemelerdir. İki doğrultuda çalışan kirişsiz döşemelerin kalınlığı, aşağıda belirtilen değerden az olamaz.

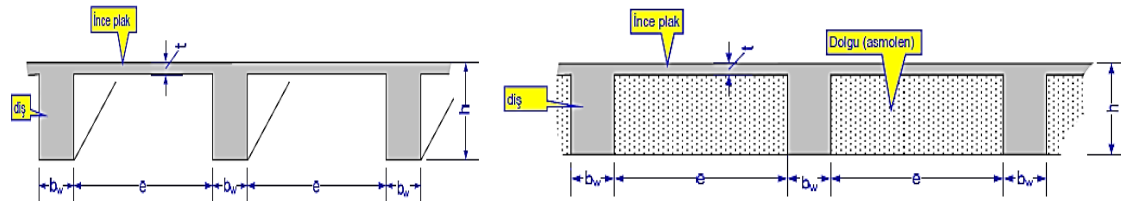
Tablasız kirişsiz döşemelerde, $h \geq l_n/30$ ve $h \geq 180$ mm

Tablalı kirişsiz döşemelerde, $h \geq l_n/35$ ve $h \geq 140$ mm

Kirişsiz döşeme kalınlığı, olabildiğince zımbalama donatısı gerektirmeyecek biçimde seçilmelidir. Kirişsiz döşemelerde plak ve kolonların moment aktaracak bağlantısını sağlamak için kolon kesitinin açıklık doğrultusundaki genişliği, aynı doğrultudaki eksen açıklığının 1/20'sinden ve 300mm' den az olamaz. Tabla ve başlık boyutları için uyulması öngörülen koşullar, Şekil 1'de gösterilmiştir. İki doğrultuda çalışan plak döşemelerde, donatıyı koruyan net beton örtüsü en az 15mm olmalıdır.

3.1.4. Dişli Döşemeler (Threaded Floors)

Dolgu (görünür) dişli döşeme (nervürlü döşeme), dolgu bloklu dişli döşeme (asmolen döşeme) olarak ifade edilmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Dişli döşeme ve Asmolen döşeme kesiti
(Figure 1. Threaded flooring and Hollow flooring cross-section)

Dolgu Bloklu Dişli Döşemede Dişler ve Plak İçin Sınır Değerler:
 $e \leq 700$ mm, $t \geq 0.1e$, $b_w \geq 100$ mm, $t \geq 50$ mm, $t \geq 70$ mm (öneri), $h \geq l_{net}/20$ (tek açıklıklı basit mesnetli diş), $h \geq l_{net}/25$ (sürekli diş), $h \geq l_{net}/10$ (konsol diş), Net beton örtüsü (c_c):1.5cm,

L_{net} : Diş serbest açıklığı (mesnet yüzünden-mesnet yüzüne mesafe),
Uygulamada yaygın olarak; $e=400\text{mm}$, $bw=100\text{mm}$, $t=70\text{mm}$, $h=320\text{mm}$ alınır.

3.2. Kiriş (Beam)

Taşıyıcı sistem içinde kirişlerin iki temel görevinden söz edilebilir. Bunlardan birincisi, düşey doğrultuda etkiyen ve döşemeden aktarılan kalıcı/hareketli yükler ile varsa üzerindeki duvar yüklerini, mesnetlendikleri kolon ya da perdelere aktarmaktır. Bu yükler düşey olarak etkimektedir. İkincisi ise, özellikle deprem ve rüzgâr nedeniyle yapıya etkiyen yatay yükleri, döşemelerle birlikte düşey taşıyıcı elemanlara aktarmaktır. Kiriş yüksekliği aşağıdaki koşulları sağlamalıdır (Tablo 6).

$$h_k \geq \begin{cases} 300 \text{ mm} \\ 3 \cdot h_f \end{cases} \quad h_k \geq \begin{cases} \ell_n/4 \\ 3,5 \cdot b_w \end{cases}$$

Tablo 6. Kirişler için sehim hesabı gerektirmeyen yükseklik/açıklık (Table 6. No deflection calculation height/distance ratios for beams)

Eleman	Basit Mesnet	Kenar Açıklık	İç Açıklık	Konsol
Kiriş	1/10	1/12	1/15	1/5

Aşağıdaki çizelgede kirişler için sınır koşulları var olan yönetmelikler ve standartlar karşılaştırılarak özetlenmiştir (Tablo 7) (Hasol, 2008; Aydemir, 2018; Anonim, 2018).

Tablo 7. Kirişlerin boyutlarına ilişkin koşullar (Table 7. Conditions related to the dimensions of beams)

Büyükük	\leq \geq	Sınır Değerler ve Açıklamalar		
Kiriş Yüksekliği "hf"	\geq	300mm	Zorunlu Koşullar	
		$3 h_f$		
		$\ell/10$		Basit Mesnet
		$\ell/12$		Kenar Açıklık
		$\ell/15$		İç Açıklık
	$\ell/5$	Konsol		
\leq	$3,5 \cdot b_w$	Sağlanmazsa Gövde Donatısı Gerekir		
	$\ell_n/4$			
Kiriş Genişliği b_w	\geq	250mm (Deprem Yönetmeliği Koşulu), 200mm (TS 500 Koşulu)		

3.3. Kolon (Column)

Genelde kirişlerin kesiştiği noktalara kolon/perde konulur. Betonarme kiriş açıklığının üst sınırı yaklaşık 6~7m' dir. Açıklığın bu sınırı zorlaması halinde kolon veya perde konularak kiriş açıklığı azaltılır. Kolonun/perdenin uzun kenarı binanın bir doğrultusuna paralel olacak şekilde yerleştirilir. Her iki yönden gelebilecek depreme dayanımı artırabilmek için kolon/perde sayısının yaklaşık yarısının özen gösterilerek, diğer yarısının da diğer yönünde olmasına özen gösterilir. Kolon ve perdelerin yapının tahmini kütle merkezinden geçen eksenlere göre simetrik yerleştirilmesine çalışılır. Aşağıdaki çizelgede kolonların sınır değerleri var olan yönetmelik ve standartlar aşağıda özetlenmiştir (Tablo 8) (Hasol, 2008; Anonim, 2018; Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, 2018).

Tablo 8. Kolonlarda sınır değerler
(Table 8. Limit values for columns)

	TS 500-2000	Deprem Yön. 2007	Ek Öneri
Min Kenar (b, h)	25cm	25cm	-
Min A_c	$N_d/(0.9 f_{cd})$	$N_d/(0.5 f_{ck}), 750 \text{ cm}^2$	1000cm ²
Min ρ - Max ρ	0.001-0.004	0.001-0.004	-0.03
Max s_o	12 ϕ_{\min} , 20 cm	Kısa kenar/2.20cm	17cm (etriye), 8cm (fret)
Min s_o	-	-	8cm (etriye), 5cm (fret)
Min M_{xd}	(15 mm+0.03 h) N_d	-	-
Min M_{yd}	(15 mm+0.03 b) N_d	-	-
Max N_d	0.9 $f_{cd}A_c$	0.5 $f_{ck}A_c$	-
Max V_{xd} , Max V_{yd}	-	0.22 $f_{cd}A_c$	-
Min boyuna donatı sayısı	6 ϕ 14, 4 ϕ 16 (dikdörtgen) 6 ϕ 14 (daire)	6 ϕ 14, 4 ϕ 16 (dikdörtgen) 6 ϕ 14 (daire)	6 ϕ 14 (dikdörtgen) 8 ϕ 14 (daire)

Kolon en kesit alanı (A_c), tasarım eksenel kuvveti ve betonun karakteristik basınç dayanımına bağlı olarak, sünek davranış için, aşağıdaki koşul sağlanmalıdır:

$$A_c \geq \begin{cases} \frac{N_{dm}}{0,5 f_{ck}} \left(= \frac{N_{dm}}{0,75 f_{cd}} \right): & \text{Deprem Yönetmeliği koşulu} \\ \frac{N_d}{0,6 f_{ck}} \left(= \frac{N_d}{0,9 f_{cd}} \right): & \text{TS 500 koşulu} \end{cases}$$

3.4. Perde Duvar (Reinforced Wall)

Yapının rijitliğini artırarak, ötelenmesini engellemek için taşıyıcı sistemde perde duvarların kullanılması, özellikle hemen her bölgesi deprem riski altında bulunan ülkemiz için, bir zorunluluk olarak gözükmektedir. Perdelerin eğilme rijitlikleri çok büyük olduğundan, yapıya etkiyen yatay yüklerin büyük bir bölümü perdeler tarafından karşılanacaktır. Bu durumda daha küçük boyutlara sahip kolonları tasarlama imkânı doğacaktır. Perde duvarların kesit alanı toplamı binanın tüm katlarının plan alanlarının toplamına oranı 0.002' e eşit ya da büyük olacak şekilde hem x, hem de y yönleri için ayrı ayrı olmak üzere projelendirilir. Perde duvar genişlikleri aşağıdaki kısıtlara göre belirlenebilmektedir.

$$b_w \geq \begin{cases} \left[\frac{h_i/20}{150 \text{ mm}} \right] \text{yatay yükleri perdeler taşıyor} (\Sigma A_g/A_p \geq 0,002 \text{ ve } V_t/\Sigma A_g \leq 0,5 f_{cta}) \text{ ise} \\ \left[\frac{\ell_n/20}{300 \text{ mm}} \right] h_i > 6 \text{ m ve } h_i/5 \text{ uzunluğunda elemanlarla yanal doğrultuda tutulmuş ise} \\ \left[\frac{h_i/20}{200 \text{ mm}} \right] \text{ yukarıdaki iki maddede belirtilenlerin dışında} \end{cases}$$

4. Verilerin Analizi (Analysis of Data)

Taşıyıcı yapı elemanlarının projelendirilmesi süreçlerinde inşaat mühendislerinin önem açısından öncelikli olarak ifade ettikleri ve mimarların müdahale ettikleri hususların alt başlıkları aşağıda belirtilmiştir. Bunlar;

- Döşeme şekline ve ölçülerine müdahale; Hurdi, Dal, Asmolen, Kirişli, Kirişsiz, Döşeme kalınlığı,
- Kiriş kalıp planına müdahale; Kirişlerin plandaki yerleşimine müdahale, kiriş genişliğine müdahale, kiriş yüksekliğine müdahale,

- Kolon yerleşimi ve ölçülerine müdahale; Kolon yerleşim yönlerinin değiştirilmesi, kolunun ölçülerini arttırma, kolunun ölçülerini azaltma, kolon yüksekliğini değiştirme,
- Perde duvarın yerleşimine ve ölçülerine müdahale; Perde Duvarın Yapının Dış Cephesinde Olmasına Müdahale, Perde Duvarın Yapının Merkezine Yakın Olmasına Müdahale, Perde Duvarın Plandaki Boyutlarına Müdahale (Yetersiz Kesit Alanı Olması), Perde Duvarın Yüksekliğine Müdahale.

4.1. Tanımlayıcı İstatistikler (Descriptive Statistics)

Taşıyıcı yapı elemanlarının tasarımı sürecinde önem durumlarına göre öncelikli olarak puanlandırılan alt başlıklar için tanımlayıcı istatistiksel değerler aşağıda tablo halinde verilmiştir (Tablo 9).

Tablo 9. Tanımlayıcı istatistikler
(Table 9. Descriptive statistics)

Sıra	Taşıyıcı Yapı Elemanları ve Alt Başlıklar	N	Ort.	Std. Sapma	Std. Hata	Ortalama için 95% Güven Aralığı		Min.	Max.
						Alt Sınır	Üst Sınır		
1	Hurdi Döşeme	12	3.75	1.288	.372	2.93	4.57	2	6
2	Dal Döşeme	12	4.00	1.595	.461	2.99	5.01	1	6
3	Asmolen Döşeme	17	2.65	1.115	.270	2.07	3.22	1	5
4	Kirişli Döşeme	20	1.75	1.020	.228	1.27	2.23	1	4
5	Kirişsiz Döşeme	16	3.44	1.861	.465	2.45	4.43	1	6
6	Döşeme Kalınlığı	18	3.56	2.148	.506	2.49	4.62	1	6
7	Kirişlerin Plandaki Yerleşimi	26	1.50	.812	.159	1.17	1.83	1	3
8	Kiriş Geniliği	26	2.27	.667	.131	2.00	2.54	1	3
9	Kiriş Yüksekliği	27	2.00	.784	.151	1.69	2.31	1	3
10	Kolon Yerleşim Yönlerinin Değiştirilmesi	42	1.48	.671	.104	1.27	1.69	1	3
11	Kolonun Ölçülerini Arttırma	37	2.35	.919	.151	2.04	2.66	1	4
12	Kolonun Ölçülerini Azaltma	39	2.31	.863	.138	2.03	2.59	1	4
13	Kolon Yüksekliğini Değiştirme	37	3.62	.758	.125	3.37	3.87	1	4
14	Perde Duvarın Yapının Dış Cephesinde Olmasına Müdahale	37	2.08	.924	.152	1.77	2.39	1	4
15	Perde Duvarın Yapının Merkezine Yakın Olmasına Müdahale	36	2.33	.956	.159	2.01	2.66	1	4
16	Perde Duvarın Plandaki Boyutlarına Müdahale (Yetersiz Kesit Alanı Olması)	38	1.95	.985	.160	1.62	2.27	1	4
17	Perde Duvarın Yüksekliğine Müdahale	34	3.50	.862	.148	3.20	3.80	1	4

4.2. Varyans Analizi (Analysis of Variance)

Döşeme, kiriş, kolon ve perde duvarların tasarımı sürecinde mimarların müdahale etme durumlarının değerlendirilebilmesi amacı ile 17 alt başlıkta oluşturulan veri setinde 17 alt grup arasındamüdahale durumları açısından fark olup olmadığının belirlenebilmesi amacı ile Varyans Analizi yapılmış olup analiz sonuçları aşağıda gösterilmiştir (Tablo 10).

Tablo 10. Varyans analizi
(Table 10. Analysis of Variance)

	Kareler Toplamı	sd	Ortalama Kareler	F	Sig.
Gruplararası	271.136	16	16.946	16.102	.000
Grup içi	480.950	457	1.052		
Toplam	752.086	473			

İncelenen taşıyıcı yapı elemanlarının alt başlıklar açısından aralarında fark olduğu ANOVA analizi sonucunda belirlenmiştir (Sig. 0.000).

4.3. Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi (Duncan Multiple Comparison Test)

Farklı olanların tespit edilebilmesi için çoklu karşılaştırma testlerinden "Duncan" testi yapılmış ve sonuçları aşağıda gösterilmiştir (Tablo 11).

Tablo 11. Duncan testi sonuçları
(Table 11. The results of Duncan test)

Sıra No	Taşıyıcı Eleman Özellikleri	N	Subset for alpha= .05			
			1	2	3	4
10	Kolon Yerleşim Yönlerinin Değiştirilmesi	42	1.48			
7	Kirişlerin Plandaki Yerleşimi	26	1.50			
4	Kirişli Döşeme	20	1.75	1.75		
16	Perde Duvarın Plandaki Boyutlarına Müdahale (Yetersiz Kesit)	38	1.95	1.95		
9	Kiriş Yüksekliği	27	2.00	2.00	2.00	
14	Perde Duvarın Yapının Dış Cephesinde Olmasına Müdahale	37	2.08	2.08	2.08	
8	Kiriş Genişliği	26		2.27	2.27	
12	Kolonun Ölçülerini Azaltma,	39		2.31	2.31	
15	Perde Duvarın Yapının Merkezine Yakın Olması	36		2.33	2.33	
11	Kolonun Ölçülerini Arttırma,	37		2.35	2.35	
3	Asmolen Döşeme	17			2.65	
5	Kirişsiz Döşeme	16				3.44
17	Perde Duvarın Yüksekliğine Müdahale.	34				3.50
6	Döşeme Kalınlığı	18				3.56
13	Kolon Yüksekliğini Değiştirme	37				3.62
1	Hurdi Döşeme	12				3.75
2	Dal Döşeme	12				4.00

5. SONUÇ VE ÖNERİLER (RESULTS AND RECOMMADATIONS)

Yapının projelendirilmesi sürecinde taşıyıcı elemanların inşaat mühendisleri açısından değerlendirildiği bu çalışmada, Bolu ilinde bulunan 57 İnşaat Mühendisine projelere mimarların müdahale etme durumları taşıyıcı yapı elemanı bazında değerlendirilmiştir. Buna göre; Bolu'da bulunan mimarların taşıyıcı yapı elemanlarına müdahale etme durumlarında farklılıklar olduğu anlaşılmıştır. Duncan testi sonucunda taşıyıcı yapı elemanlarının projelendirilmesinde mimarların müdahale ettikleri yapı elemanları arasında fark olduğu ve bu farklılıkların dört alt grupta oluştuğu tespit edilmiştir. Bunlar;

- Grupta; Kolon yerleşim yönlerinin değiştirilmesi ve Kirişlerin plandaki yerleşimine müdahalenin olduğu,
- Grupta; Kiriş genişliği, Kolonun ölçülerini azaltma, Perde Duvarın Yapının Merkezine Yakın Olması ve Kolonun ölçülerini arttırma'nın olduğu,
- Grupta; Asmolen Döşeme olduğu

- Grupta; Kirişsiz Döşeme, Perde Duvarın Yüksekliğine Müdahale, Döşeme Kalınlığı, Kolon yüksekliğini değiştirme, Hurdi döşeme, Dal Döşeme olduğu görülmüştür.
Diğer taraftan,
- ✓ Kirişli Döşeme ve Perde Duvarın Plandaki Boyutlarına Müdahale (Yetersiz Kesit) durumlarının 1. ve 2. grupta yer aldığı,
- ✓ Kiriş yüksekliği ve Perde Duvarın Yapının Dış Cephesinde Olması Müdahale durumlarının 1., 2. ve 3'ncü grupta yer aldığı,
- ✓ Kiriş genişliği, Kolonun ölçülerini azaltma, Perde Duvarın Yapının Merkezine Yakın Olması ve Kolonun ölçülerini arttırma durumlarının ise 2. ve 3. grupta yer aldığı görülmüştür.

Bir projenin yapım sürecinin doğruluğu, projeye dâhil olması gereken tüm ekiplerin çoğulcu katılımını gerektirir. Koordinasyon, projenin her aşamasında doğru iletişim teknikleri ile mutlaka desteklenmelidir. Toplam süreçte yapılabilecek tasarruflar tarafların görüşleri ile mutlaka şekillenmelidir. Mühendislik ve Mimari projelerin tasarım aşamasına verilen önem artırılmalı ve böylelikle uygulama esnasında karşılaşılabilecek sorunlar en aza indirgenmelidir. İnşaat mühendisliği ve mimarlık öğrencilerinin ortak etkinlik ve çalışmalarda bulunması veya bu konuda yönlendirmelerin olması gerekir. Sahada ya da proje çalışmalarında mimar ve inşaat mühendislerinin birbirinin bakış açılarını anlayabilecek şekilde donanımlı hale getirilmesi, ortak paydaların arttırılması gerektiği söylenebilir. İnşaat mühendisliği öğrencilerinin mimarlık mesleğine dönük, mimarlık öğrencilerinin ise inşaat mühendisliğine dönük ders almaları, alıyorlar ise konuların revize edilip değiştirilmesi gerektiği değerlendirilmektedir. Bu durumda, öğretim programlarında ve ders içeriklerinde mimarlar ve inşaat mühendisleri için ortak konular oluşturularak derslerin bu kapsamda okutulması gerektiği düşünülmektedir.

NOT (NOTICE)

Bu çalışmanın 04-06 Eylül 2018 tarihleri arasında Kiev-Ukrayna'daki Uluslararası Bilim Sempozyumu'nda (ISS2019) sözlü sunumu yapılarak yeniden düzenlemeleri yapılarak genişletilmiştir.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Hasol, D., (2008). Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü. 10. baskı, İstanbul, Türkiye: YEM Yayın.
- [2] Ural, Ş., (2004). Mimari Bir Objenin Felsefi Açından Yorumu, Mimarlık Ve Felsefe, 2. baskı, İstanbul, Türkiye: YEM Yayın, Ss:24-39.
- [3] Kızıllırmak, H., (2010). Mimari Tasarım Sürecinin Betimlenmesi. Yüksek lisans Tezi, Mimarlık Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye.
- [4] Küçük, A., (2007). Mimari Tasarım Sürecinde Geleneksel Mimari İfadeye Sanal Ortam İfade Araç ve Tekniklerinin Etkisi. Doktora Tezi, Mimarlık Anabilim Dalı, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, Türkiye.
- [5] Zafer, D.Z., (2007). Mimari Tasarım Sürecine Sanal Gerçeklik Teknolojilerinin Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Mimarlık Anabilim Dalı, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye.
- [6] Kartal, S., (2013). Yapı Yılıgisi. Ders Notları, Edirne.
- [7] Yılmaz, S., (2005). Ekolojik Yaklaşımların Mimari Tasarım Sürecine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Mimarlık Anabilim Dalı, Gebze İleri Teknoloji Enstitüsü, İzmit, Türkiye.
- [8] Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü TS 500, Şubat 2000.

- [9] Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (2007 Deprem yönetmeliği), T.C. Resmi Gazete, Sayı:26511, 3 Mayıs 2007.
- [10] Aydemir, C., (2018). Kirişler İçin Sınır Koşulları [Online]. Erişim: <http://www.yildiz.edu.tr/~caydemir/bet1/tablo5.pdf>
- [11] Anonim, (2018). Taşıyıcı Sistem Seçimi-Kolon, Kiriş, Döşeme Yerleri Ve Boyutları [Online]. Erişim: <http://www.insaathaberleri.net/haber/6104-tasiyici-sistem-secimi-kolon-kiris-doseme-yerleri-.html>
- [12] Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, (2018). Kolonlar [Online].Erişim: http://eng.harran.edu.tr/moodle/moodledata/138/BAI_HRU_4.pdf
- [13] Tunç, G., (2018). Mimari Ve Mühendislik Projelerinde Koordinasyonun Önemi [Online]. Erişim: <http://www.arkitera.com/haber/19128/mimari-ve-muhendislik-projelerinde-koordinasyonun-onemi>.
- [14] Dönmez, C., (2018). Asmolen Binaların Depreme Karşı Tasarımının İrdelenmesi [Online]. Erişim: http://www.imo.org.tr/resimler/dosya_ekler/6dff0b82bf67037_ek.pdf?tipi=2&turu=X&sube=16
- [15] Sanoff, H., (2008). Multiple views of Participatory Design. Archnet-IJAR, 2(1):57-69.
- [16] Sanoff, H., (2000). Community Participation Methods in Design and Planning, NY, USA: John Wiley & Sons, Inc.
- [17] Çambel, E., (2019). Mimari Tasarım Sürecinde Mühendislik Sorunlarının İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilimdalı.
- [18] Özgan, E. ve Çambel E., (2018). Mimari Tasarım Sürecinde Mühendislik Sorunlarının Mimarlar Açısından İncelenmesi. İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi, 2:47-70.

Ek 1. Örnek Doldurulmuş Anket (Kısmen Verilmiştir).

Unvan: Mimar İnşaat Mühendisi

1) Döşeme şekline ve ölçülerine müdahale

Evet Hayır

Evet ise öncelik sırasına göre numaralandırınız.

- **4** Hurdi döşeme
- **5** Dal
- **3** Asmolen
- **2** Kirişli
- **1** Kirişsiz
- **6** Döşeme kalınlığı

2) Kiriş kalıp planına müdahale var mı?

Evet Hayır

Evet ise öncelik sırasına göre numaralandırınız.

- **1** Kirişlerin plandaki yerleşimine müdahale
- **2** Kiriş genişliğine müdahale
- **3** Kiriş yüksekliğine müdahale

3) Kolon yerleşimine ve ölçülerine müdahale var mı?

Evet Hayır

Evet ise öncelik sırasına göre numaralandırınız.

- **4** Kolonun yerleşim yönlerinin değişimi (x,y)
- **3** Kolonun ölçülerini arttırma
- **2** Kolonun ölçülerini azaltma
- **1** Kolon yüksekliğine müdahale (değiştirme)

4) Perde duvarın yerleşimine müdahale ve ölçülerine müdahale var mı?

Evet Hayır

Evet ise öncelik sırasına göre numaralandırınız.

- **3** Perde duvarın yapının dış cephesinde olmasına müdahale
- **4** Perde duvarın yapının merkezine yakın olmasına müdahale
- **1** Perde duvarın plandaki boyutlarına müdahale (yetersiz kesit alanı olması)
- **2** Perde duvarın yüksekliğine müdahale