



Esra Çambel
Ercan Özgan

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

DOI	http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2019.14.4.1A0445	
ORCID ID	0000-0002-4714-199X	0000-0003-4531-6394
CORRESPONDING AUTHOR	Ercan Özgan	

**BAZI TAŞIYICI YAPI ELEMANLARIN TASARIMINDA İNŞAAT MÜHENDİSLERİNDEN
KAYNAKLANAN FARKLILIKLARIN İSTATİSTİKSEL ANALİZİ, BOLU ÖRNEĞİ**
ÖZ

Bu çalışmada, taşıyıcı yapı elemanlarının projelendirilmesinde inşaat mühendislerinden kaynaklanan farklılıklar mimarlar 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 48 mimara anket soruları hazırlanmış ve taşıyıcı yapı elemanlarının projelendirilmesinde inşaat mühendisleri ile 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: Mimarlık, Yapı Elemanları, İstatistik, Bolu, Projelendirme Sorunları

**STATISTICAL ANALYSIS OF DIFFERENCES ARISING FROM CIVIL ENGINEERING IN SOME
STRUCTURAL DESIGN, BOLU SAMPLING**

ABSTRACT

In this study, the differences arising from the civil engineering in the design of structural elements are examined in terms of architectures. 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 48 architectures working in Bolu and the problems encountered with civil engineers 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: Architecture, Structural Elements, Statistics, Bolu, Project Design Problems

How to Cite:

Çambel, E. ve Özgan, E., (2019). Bazı Taşıyıcı Yapı Elemanların Tasarımında İnşaat Mühendislerinden Kaynaklanan Farklılıkların İstatistiksel Analizi, Bolu Örneği, Engineering Sciences (NWSAENS), 14(4):232-242, DOI: 10.12739/NWSA.2019.14.4.1A0445.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Mühendis, ihtiyacını duyduğumuz mekânları oluşturan elemanların hesaplarını yapan, tasarlayan ve inşa edilebilmesi için gerekli olan çeşitli disiplinleri (mimarlık, makine, elektrik, harita, jeoloji mühendisliği, peyzaj mimarlığı, iç mimarlık vb.) organize eden ve mekanların yapımını gerçekleştiren kişidir. Bir mühendisin, 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 [1, 2, 3, 4, 5 ve 7]. 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 [1, 3, 6, 13, 15 ve 16].

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 [8]. 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 [9]. 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 kullanılabilineceği 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 48 Mimara mimari projelerdeki taşıyıcı yapı elemanlarına inşaat mühendislerinin 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 inşaat mühendislerinin 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. Sonuçlar yapının taşıyıcı elemanları açısından aynı ve farklı olanlar için gruplandırılarak tablo halinde gösterilmiştir [17 ve 18].

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 [9 ve 14]. 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 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

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 Sehimi	$l_n/180$
Bölme Duvarsız Normal Kat Elemanları	Hareketli Yüklerden Oluşan Ani Sehimi	$l_n/360$
Bölme Duvarlı Çatı ve Normal Kat Elemanları	Sürekli Yüklerden Oluşan Toplam Sehimi İle Hareketli Yüklerin Geri Kalan Bölümünden Oluşan Ani Sehimi Toplamı	$l_n/480$
Bölme Duvarlı Çatı ve Normal Kat Elemanları	Sürekli Yüklerden Oluşan Toplam Sehimi İle Hareketli Yüklerin Geri Kalan Bölümünden Oluşan Ani Sehimi Toplamı	$l_n/240$

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

3.1.1. Kirişli Döşemeler (Floor with Beams)

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	≤/≥	Sınır Değerler ve Açıklamalar		
Döşeme Kalınlığı (h_f)	≥	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 (Beams Floor Working in Two Lines)

Büyük kenarının küçük kenarına oranı 2'den küçük olan betonarme plak döşemeler; iki (çift) doğrultulu döşemelerdir. 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		
		80mm		
Döşeme Kalınlığı (h _f)	≥	$l_{sn}/(15+20/m) (1-\alpha_s/4)$		
		$l_{sn}/25$	Bir Açıklıklı Döşeme	Döşeme kalınlıklarının bu değerlerden büyük seçilmesi halinde sehim hesabı yapmaya gerek yoktur. Küçük seçilirse sehim hesabı gerekir.
		$l_{sn}/30$	Sürekli Döşeme Kenar Açıklık	
		$l_{sn}/35$	Sürekli Döşeme İç Açıklık	

3.1.3. Kirişsiz Döşemeler (Floor without Beams)

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.

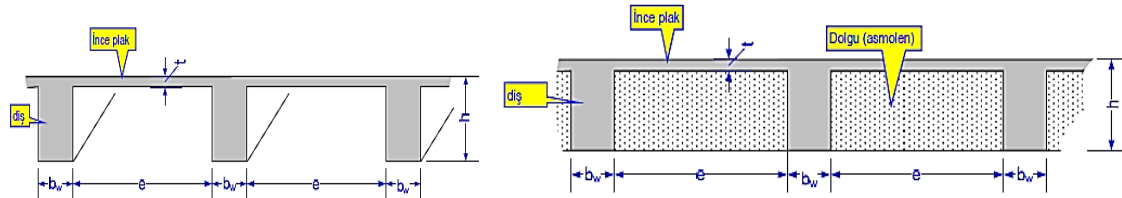
Tablasız kirişsiz döşemelerde, $h \geq l_n/30$ ve $h \geq 180$ mm

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'te 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; $e=400$ mm, $b_w=100$ mm, $t=70$ mm, $h=320$ 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) [1, 1 ve 11].

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

Büyükük	≤	≥	Sınır Değerler ve Açıklamalar	
Kiriş Yüksekliği (hf)	≥	300mm	Zorunlu Koşullar	
		$3 h_f$		
		$\ell/10$		
	≥	$\ell/12$	Kenar Açıklık	Sehim Hesabını Zorunlu Olmaktan Çıkaran Kiriş Yükseklikleri
		$\ell/15$	İç Açıklık	
		$\ell/5$	Konsol	
≤	$3,5 \cdot b_w$	Sağlanmazsa Gövde Donatısı Gerekir		
	$\ell_n/4$			
Kiriş Genişliği (bw)	≥	250mm (Deprem Yönetmeliği), 200mm (TS 500 şartı)		

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 yapının bir yönünde, 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) [1, 11 ve 12].

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	$N_d/(0,9 f_{cd})$	$N_d/(0,5 f_{ck}), 750 \text{ cm}^2$	1000 cm^2
Min ρ -Max ρ	0.001-0.004	0.001-0.004	-0.03
Max s_o	$12\phi_{\min}, 20 \text{ cm}$	Kısa kenar/2.20cm	17cm(Etriye), 8cm(Fret)
Min s_o	-	-	8cm(Etriye), 5cm(Fret)
Min M_{xd}	$(15 \text{ mm}+0,03 h) N_d$	-	-
Min M_{yd}	$(15 \text{ mm}+0,03 b) N_d$	-	-
Max N_d	$0,9 f_{cd}A_c$	$0,5 f_{ck}A_c$	-
Max $V_{xd}, \text{Max } V_{yd}$	-	$0,22 f_{cd}A_c$	-
Min boyuna donatı sayısı	$6\phi 14, 4\phi 16$ (Dikdörtgen) $6\phi 14$ (Daire)	$6\phi 14, 4\phi 16$ (Dikdörtgen) $6\phi 14$ (Daire)	$6\phi 14$ (Dikdörtgen) $8\phi 14$ (Daire)

Kolon en kesit alanı (A_c), tasarım aksenal 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 etkileyen 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.

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

4. VERİLERİN ANALİZİ (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, kolonun 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	Puanların 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 Genişliği	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 Yapınının Dış Cephesinde Olmasına Müdahale	37	2.08	.924	.152	1.77	2.39	1	4
15	Perde Duvarın Yapınının 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 inşaat mühendislerinin müdahale etme durumlarının değerlendirilebilmesi amacı ile 17 alt başlıkta oluşturulan veri setinde 17 alt grup arasında müdahale durumları açısından fark olup olmadığının belirlenebilmesi amacı ile Varyans Analizi yapılmış ve 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=0.05					
			1	2	3	4	5	6
16	Perde Duvarın Plandaki Boyutlarına Müdahale (Yetersiz Kesit)	36	1.47					
6	Döşeme Kalınlığı	29	1.59					
11	Kolonun Ölçülerini Arttırma	39	1.72	1.72				
7	Kirişlerin Plandaki Yerleşimi	27	1.78	1.78				
10	Kolon Yerleşim Yönlerinin Değiştirilmesi	40	1.83	1.83	1.83			
9	Kiriş Yüksekliği	31	1.87	1.87	1.87			
8	Kiriş Genişliği	31	1.90	1.90	1.90			
4	Kirişli Döşeme	32	2.03	2.03	2.03			
15	Perde Duvarın Yapının Merkezine Yakın Olması	31		2.29	2.29			
14	Perde Duvarın Yapının Dış Cephesinde Olmasına Müdahale	32			2.38			
12	Kolonun Ölçülerini Azaltma	35			2.40			
5	Kirişsiz Döşeme	24				2.96		
3	Asmolen Döşeme	21				3.43	3.43	
17	Perde Duvarın Yüksekliğine Müdahale	29					3.55	
13	Kolon Yüksekliğini Değiştirme	30					3.67	
1	Hurdi Döşeme	17						4.71
2	Dal Döşeme	17						4.88

5. SONUÇ VE ÖNERİLER (RESULTS AND RECOMMADATIONS)

Yapının projelendirilmesi sürecinde taşıyıcı elemanların mimarlar açısından değerlendirildiği bu çalışmada, Bolu ilinde bulunan 48 Mimara projelerine inşaat mühendislerinin müdahale etme durumları taşıyıcı yapı elemanı bazında değerlendirilmiştir. Buna göre; Bolu'da bulunan mimarların taşıyıcı yapı elemanlarına inşaat mühendislerinin müdahale etme durumlarında farklılıklar olduğu anlaşılmıştır. Duncan testi sonucunda taşıyıcı yapı elemanlarının projelendirilmesinde inşaat mühendislerinin mimarlara müdahale ettikleri yapı elemanları arasında fark olduğu ve bu farklılıkların altı alt grupta olduğu tespit edilmiştir. Bunlar;

- Grupta; Perde Duvarın Plandaki Boyutlarına Müdahale (Yetersiz Kesit), Döşeme Kalınlığı olduğu,
 - Grupta; Perde Duvarın Yapının Merkezine Yakın Olması olduğu,
 - Grupta; Perde Duvarın Yapının Dış Cephesinde Olmasına Müdahale, Kolonun ölçülerini azaltma,
 - Grupta; Kirişsiz Döşeme ve Asmolen Döşeme
 - Grupta; Perde Duvarın Yüksekliğine Müdahale ve Kolon yüksekliğini değiştirme olduğu,
 - Grupta; Hurdi döşeme ve Dal Döşemeye müdahale olduğu anlaşılmıştır.
- Diğer taraftan;
- ❖ Kolonun ölçülerini arttırma ve Kirişlerin plandaki yerleşimine müdahale durumlarının 1. ve 2. grupta yer aldığı,
 - ❖ Kolon yerleşim yönlerinin değiştirilmesi, Kiriş yüksekliği, Kiriş genişliği ve Kirişli döşemeye müdahale durumlarının 1. 2. ve 3'ncü grupta yer aldığı,
 - ❖ Perde Duvarın Yapının Merkezine Yakın Olmasına müdahale durumunun 2. ve 3. grupta yer aldığı,
 - ❖ Asmolen Döşemeye müdahale durumunun ise 4. ve 5. grupta yer aldığı görülmektedir.

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 çalışma, 4-6 Eylül 2019 tarihinde gerçekleştirilen 4th International Science Symposium'da sözlü bildiri olarak sunulmuş ve yeniden yapılandırılmıştır.

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, YEM Yayınları, 24-39.
- [3] Kızıllırmak, H., (2010). Mimari Tasarım Sürecinin Betimlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Mimarlık Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- [4] Küçük, (2007). Mimari Tasarım Sürecinde Geleneksel Mimari İfadeye Sanal Ortam İfade Araç ve Tekniklerinin Etkisi. Doktora Tezi, Mimarlık Anabilim Dalı, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- [5] Zafer, D.Z., (2007). Mimari Tasarım Sürecine Sanal Gerçeklik Teknolojilerinin Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Mimarlık Anabilim Dalı, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.
- [6] Kartal, S., (2013). Yapı Bilgisi. Ders Notları, Edirne.
- [7] Yılmaz, S., (2005). Ekolojik Yaklaşımların Mimari Tasarım Sürecine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Mimarlık Anabilim Dalı, Gebze İleri Teknoloji Enstitüsü, İzmit.
- [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, 18 Eylül). Kirişler İçin Sınır Koşulları. Erişim: <http://www.yildiz.edu.tr/~caydemir/bet1/tablo5.pdf>.
- [11] Anonim, (2018). Taşıyıcı Sistem Seçimi-Kolon, Kiriş, Döşeme Yerleri Ve Boyutları. <http://www.insaathaberleri.net/haber/6104-tasiyici-sistem-secimi-kolon-kiris-doseme-yerleri-.html>.
- [12] Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, (2018). Erişim: http://eng.harran.edu.tr/moodle/moodldata/138/BAI_HRU_4.pdf
- [13] Tunç, G., (2018). Mimari ve Mühendislik Projelerinde Koordinasyonun Önemi. <http://www.arkitera.com/haber/19128/mimari-ve-muhendislik-projelerinde-koordinasyonun-onemi>.

- [14] Dönmez, C., (2018). Asmolen Binaların Depreme Karşı Tasarımının İrdelenmesi.
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, Y. 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 (Kısmi Uygulama)

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