



ProtaStructure Tasarım Kılavuzu

Yapısal Olmayan Elemanlara Etkiyen Deprem Kuvvetleri

Versiyon 2.0

19 Şubat 2020

Prota yazılımlarına ait eğitim ve destek istekleriniz için
lütfen bizimle temasa geçiniz...

destek@prota.com.tr

www.protayazilim.com

Sorumlulukların Sınırlandırılması

Dokümantasyon, yazılım ve kullanım hatalarından kaynaklanan kayıplardan dolayı Prota sorumlu tutulamaz.

Prota Lisans Anlaşması koşullarına ek olarak;

- Dokümantasyonun ve yazılım tarafından üretilen sonuçların kontrol edilmesi,
- Yazılımı kullanan veya kullanımını yöneten kişilerin gerekli teknik vasıflara sahip olduğundan emin olunması,
- Yazılımın, kullanım kılavuzları ve dokümantasyona uygun şekilde kullanıldığından emin olunması,

kullanıcının sorumluluğundadır.

Telif Hakları

ProtaStructure, **Prota Yazılım A.Ş.**'nin tescilli markasıdır ve yazılımın tüm hakları **PROTA Yazılım A.Ş.** firmasına aittir. Tüm program dokümantasyonları, eğitim ve kullanım kılavuzları veya herhangi bir program bileşeni hiçbir nedenle kopyalanamaz ve lisans sözleşmesi kapsamı dışında kullanılamaz.

Markalar

ProtaStructure®, **ProtaDetails®**, **ProtaSteel®** ve **ProtaBIM®**, Prota Yazılım A.Ş.'nin tescilli markalarıdır. **Prota logosu** Prota Yazılım A.Ş.'nin tescilli markasıdır.

İçindekiler

İçindekiler	3
Giriş.....	4
Bina Modeli Detayları	4
Kullanıcı Arayüzü.....	5
Hesap Detayları.....	5
DD-2 Yer Hareketi Altında Elemana Etkiyen İvme Hesabı (Eşdeğer Statik)	5
DD-2 Yer Hareketi Altında Elemana Etkiyen Deprem Kuvveti Hesabı	6
DD-2 Yer Hareketi Altında Elemana Etkiyen İvme Hesabı (Mod Birleştirme)	7
DD-2 Yer Hareketi Altında Elemana Etkiyen Deprem Kuvveti Hesabı (Mod Birleştirme)	8
Özet	8
Teşekkür.....	9

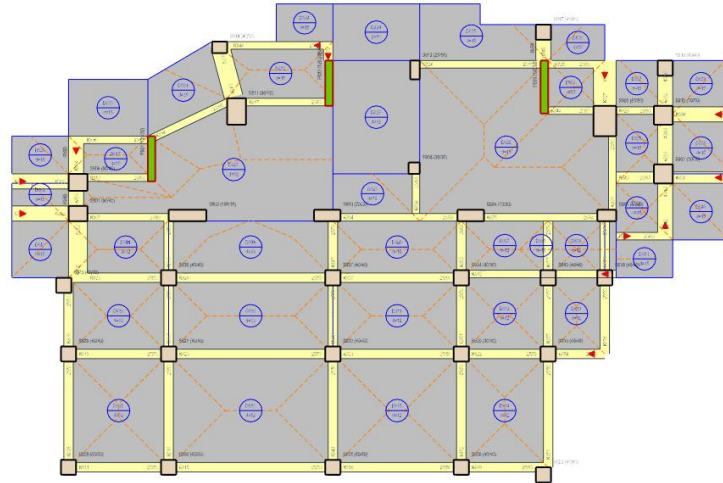
Giriş

ProtaStructure, **TBDY 2018 Bölüm 6'** deki hesap esaslarını dikkate alarak, yapısal olmayan elemanların deprem etkilerini belirlemektedir.

Bu dokümanda, yapısal olmayan elemanlar üzerindeki deprem etkilerinin **TBDY 2018 Bölüm 6** uyarınca belirlenmesine dair hesap detayları paylaşılacaktır.

Bina Modeli Detayları

1 Bodrum ve 7 normal kattan oluşan, iki yönde farklı taşıyıcı sistem davranışı gösteren örnek bir yapı kullanılacaktır. Kat 4 ve Kat 7'de deprem kuvvetleri hesaplanması istenen yapısal olmayan elemanlar bulunmaktadır.



Binaya ait 3-B görünüm ve tipik kat planı

Kullanıcı Arayüzü

Eleman	Eleman Açıklaması	Kat No	Kütle, me (t)	Aie, x (m/s ²)	Aie, y (m/s ²)	Br	Re	Fie, x (t)	Fie, y (t)	Detaylı Rapor
İç Duvar	Yapısal olmayan iç duvarlar ve bölmeler	4	0.50	3.14	3.59	1.00	2.50	1.21	1.21	<input type="checkbox"/>
Çatı Menfez	Havalandırma, ısıtma, soğutma sistemleri gibi sacdan yapılm...	7	0.30	6.06	7.02	2.50	6.00	0.76	0.88	<input checked="" type="checkbox"/>

Yapısal Parametreler	Sembol	Değer
Bina Önem Katsayısı	I	1.00
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	R1	8.00
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	R2	6.00
Tasarım Spektral İvme Katsayısı	SDs	0.82
Hakim Doğal Titreşim Periyodu	Tx	0.75
Hakim Doğal Titreşim Periyodu	Ty	0.68

“Yapısal olmayan Eleman Kuvvetleri” kullanıcı arayüzünde, Yapısal Olmayan Eleman Etiketli, TBDY 2018 Tablo 6.1-6.2 uyarınca Eleman Tipi, bulunduğu Kat Numarası ve Yapısal Olmayan Eleman Kütleli kullanıcı tarafından programa tanıtılmalıdır. TBDY Bölüm 6 uyarınca verilen hesaplamalar ProtaStructure tarafından otomatik olarak gerçekleştirilmektedir.

Hesap Detayları

DD-2 Yer Hareketi Altında Elemana Etkiyen İvme Hesabı (Eşdeğer Statik)

TBDY 2018 6.2.1 uyarınca, “ A_{ie} , DD-2 deprem yer hareketi altında i 'nci kattaki eleman veya donanımın döşemeye bağlandığı bölgeye etkiyen en büyük toplam ivmeyi, B_e eleman veya donanıma uygulanan büyütme katsayısını” ifade etmektedir. İlgili hesap TBDY 2018 Denklem 6.2' ye göre yapılmaktadır.

$$A_{ie} = (R/I) * \left(\frac{2\pi}{T_p}\right)^2 * u_i$$

$R =$ TBDY 2018 Tablo 4.1'de tanımlanan taşıyıcı sistem davranış katsayısı

$T_p =$ Binanın gözönüne alınan deprem doğrultusunda hakim doğal titreşim periyodu

$u_i =$ Göz önüne alınan deprem doğrultusunda binanın i 'nci katında azaltılmış deprem yüklerine göre hesaplanan yatay yerdeğiştirme (Bu örnekteki 7. Kat)

$I =$ Bina önem katsayısı

X Yönü	Y Yönü
$R = 8$	$R = 6$
$T_p = 0.75$	$T_p = 0.68$
$I = 1$	$I = 1$
$u_i = 0.0108 m$	$u_i = 0.0136 m$
$A_{ie} = 6.06 m/s^2$	$A_{ie} = 7.02 m/s^2$

DD-2 Yer Hareketi Altında Elemana Etkiyen Deprem Kuvveti Hesabı

TBDY 2018 6.2.1 uyarınca, “Eleman veya donanımın ağırlık merkezine yatay olarak etkiyen ve eleman veya donanıma etkiyen eşdeğer deprem yükü F_{ie} aşağıda verilen TBDY 2018 Denklem 6.1 ile tanımlanır”.

$$F_{ie} = \frac{m_e * A_{ie} * B_e}{R_e}$$

m_e = Eleman veya donanımın çalışır durumdaki kütlesi

A_{ie} = DD-2 deprem yer hareketi altında i'nci kattaki eleman veya donanımın döşemeye bağlandığı bölgeye etkiyen en büyük toplam ivme

B_e = Eleman veya donanıma uygulanan büyütme katsayısı

R_e = Eleman veya donanım için tanımlanan davranış katsayısı

Mekanik veya Elektrik Donanım	B_e	R_e
Havalandırma, ısıtma, soğutma sistemleri gibi sacdan yapılmış mekanik sistemler.	2.5	6.0
Su ısıtıcıları, su soğutucuları, ısı değiştirme sistemleri gibi esnek malzemelerden yapılmış mekanik sistemler.	1.0	2.5
Motorlar, türbinler, pompalar, kompresörler, vb. elemanlar	1.0	2.5
Asansörler ve yürüyen merdiven aksamları	1.0	2.5
Jeneratörler, transformatörler, ve benzeri elektrik donanımları	1.0	2.5
İnce sacdan yapılmış kontrol panelleri, enstrüman kabineleri, bağlantı ve değiştirme	2.5	6.0

X Yönü	Y Yönü
$R_e = 6$	$R_e = 6$
$B_e = 2.5$	$B_e = 2.5$
$A_{ie} = 6.06 \text{ m/s}^2$	$A_{ie} = 7.02 \text{ m/s}^2$
$m_e = 0.3 \text{ t}$	$m_e = 0.3 \text{ t}$
$F_{ie,x} = 0.76 \text{ t}$	$F_{ie,x} = 0.88 \text{ t}$

DD-2 Yer Hareketi Altında Elemana Etkiyen İvme Hesabı (Mod Birleştirme)

TBDY 2018 6.2.1 uyarınca, “ A_{ie} DD-2 deprem yer hareketi altında i ’nci kattaki eleman veya donanımın döşemeye bağlandığı bölgeye etkiyen en büyük toplam ivmeyi, B_e eleman veya donanıma uygulanan büyütme katsayısını” ifade etmektedir. TBDY 2018 Denklem 6.2.2(b)’ uyarınca “Bina taşıyıcı sistemi için 4.8’e.göre yapılan hesapta A_{ie} , 4.8.1.2’e göre YM titreşim modunun her biri için binanın i ’nci katında, eleman veya donanımın bulunduğu konumda, ilgili doğrultuda hesaplanan mutlak modal kat ivmesi A_{ien} ’lerin karelerinin toplamının kare kökü olarak alınacaktır. A_{ien} Denk.(6.3) ile hesaplanacaktır”.

$$A_{ien} = (R/I) * \left(\frac{2\pi}{T_n}\right)^2 * u_{in}$$

$$A_{ie} = \sqrt{\sum_{n=1}^{YM} (A_{ien})^2}$$

$R =$ TBDY 2018 Tablo 4.1’de tanımlanan taşıyıcı sistem davranış katsayısı

$T_n =$ Binanın n ’inci doğal titreşim periyodu

$u_{ien} =$ Göz önüne alınan deprem doğrultusunda binanın i ’nci katında azaltılmış deprem yüklerine göre hesaplanan yatay modal yerdeğiştirme

$I =$ Bina önem katsayısı

$YM =$ Yeterli mod adedi

X ve Y Yönleri Modal Yerdeğiştirmeleri - Kat 7

Mod	T (s)	ω (rad/s)	S_{ax} (m/s ²)	S_{ay} (m/s ²)	Φ_{in-x}	Φ_{in-y}	Γ_x	Γ_y	u_{in-x} (cm)	u_{in-y} (cm)	A_{ien-x}	A_{ien-y}
1	1.018	6.170	0.030	0.039	0.003	0.000	351.723	31.694	0.936	0.001	2.850	0.004
2	0.930	6.757	0.032	0.043	0.001	0.005	16.865	308.804	0.007	1.441	0.024	5.263
3	0.852	7.371	0.035	0.047	0.000	0.002	39.031	163.998	0.010	0.273	0.042	1.189
4	0.317	19.797	0.094	0.126	0.002	0.000	133.002	10.607	0.062	0.000	1.931	0.012
5	0.289	21.775	0.104	0.138	0.000	0.003	2.295	110.010	0.000	0.093	0.006	3.524
6	0.262	24.007	0.115	0.153	0.000	0.001	5.977	93.999	0.000	0.015	0.008	0.695
7	0.172	36.563	0.155	0.199	0.000	0.000	79.787	2.945	0.002	0.000	0.215	0.007
8	0.158	39.874	0.163	0.207	0.000	0.000	2.639	54.079	0.000	0.002	0.005	0.217
9	0.139	45.294	0.175	0.219	0.000	0.000	0.099	63.577	0.000	0.000	0.000	0.075
10	0.113	55.782	0.196	0.240	0.002	0.000	57.781	4.484	0.008	0.000	1.947	0.030
11	0.106	59.080	0.202	0.245	0.001	0.003	8.190	35.162	0.000	0.008	0.109	2.304
12	0.092	68.528	0.216	0.258	0.000	0.000	1.121	48.084	0.000	0.000	0.009	0.148
13	0.082	77.019	0.230	0.270	0.003	0.002	38.558	10.051	0.004	0.001	1.791	0.489
14	0.079	79.672	0.233	0.273	0.002	0.005	20.402	22.231	0.002	0.004	0.789	2.152
15	0.067	93.441	0.248	0.286	0.001	0.000	2.172	37.231	0.000	0.000	0.027	0.231
16	0.065	96.734	0.251	0.288	0.001	0.004	17.492	11.291	0.001	0.001	0.438	0.973
17	0.062	100.722	0.255	0.291	0.003	0.003	25.176	10.504	0.002	0.001	1.384	0.659
18	0.056	111.221	0.262	0.298	0.000	0.002	6.765	7.367	0.000	0.000	0.060	0.420
										Aien	5.979	7.579

X Yönü	Y Yönü
$A_{ie} = 5.979 \text{ m/s}^2$	$A_{ie} = 7.579 \text{ m/s}^2$

Kat ivmeleri, TBDY 2018 4.8.4.1'e göre düzenlenmiştir.

DD-2 Yer Hareketi Altında Elemana Etkiyen Deprem Kuvveti Hesabı (Mod Birleştirme)

Eşdeğer Statik ve Mod Birleştirme hesap yöntemleri arasındaki fark, kat yatay ivmesi A_{ie} 'nin hesabını etkilemektedir. Deprem kuvveti için yöntemde de **TBDY 2018 Denlem 6.1** kullanılmaktadır. İlgili tanımlar Statik Eşdeğer yöntem başlığı altında verilmiştir.

Sonuçların karşılaştırılabilmesi adına Eleman özellikleri Statik Eşdeğer yöntemde kullanılan eleman ile aynıdır. Elemana etkiyen deprem hesabında kullanılan B_e ve R_e parametreleri değişmeyecektir.

X Yönü	Y Yönü
$R_e = 6$	$R_e = 6$
$B_e = 2.5$	$B_e = 2.5$
$A_{ie} = 5.979 \text{ m/s}^2$	$A_{ie} = 7.579 \text{ m/s}^2$
$m_e = 0.3 \text{ t}$	$m_e = 0.3 \text{ t}$
$F_{ie,x} = 0.866 \text{ t}$	$F_{ie,x} = 0.947 \text{ t}$

TBDY 2018 6.2.3 uyarınca **Denk.(6.1)** ile hesaplanan eşdeğer deprem yükü, **Denk.(6.5)**'te verilen değerden daha küçük alınmayacaktır. İlgili kontrol ProtaStructure tarafından otomatik yapılmaktadır.

$$F_{ie} \geq 0.3 * m_e * I * S_{DS} * g$$

$$m_e = 0.3 \text{ t}$$

$$I = 1$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$S_{DS} = 0.8235$$

$$F_{ie,limit} = 0.73 \text{ t}$$

Özet

Bu çalışmada 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği kuralları gereğince yapısal olmayan elemanların üzerindeki deprem etkileri hesap detayları paylaşılmıştır. ProtaStructure “**Yapısal Olmayan Eleman Kuvvetleri**” makrosunun sonuçları detaylı el hesaplarıyla doğrulanmıştır.

Teşekkür...

ProtaStructure Suite ürün ailesini tercih ettiğiniz için teşekkür ederiz.

Ürünlerimizle olan tecrübenizi kusursuz hale getirmek birinci önceliğimizdir. Bu nedenle teknik soru, öneri, yorum ve eleştirilerinizi destek@prota.com.tr adresine gönderebilirsiniz.

Alanlarında uzman tecrübeli destek mühendislerimiz, sorularınızı yanıtlamaktan ve ürünlerimizin özelliklerini detaylı olarak sizlere anlatmaktan mutluluk duyacaktır.

