

Çerçeve Tipi Betonarme Binalarda Zemin Kat Yüksekliği Etkileri ve Maliyet Analizi

*¹Zehra Şule Garip

*¹Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering Karabuk University, Turkey

Özet

Bu çalışmada, farklı iki deprem tasarım sınıfı dikkate alınarak yeterli dayanımda tasarlanan deprem etkisindeki betonarme bina modellerinde zemin kat yüksekliğinin yapı davranışına ve kaba yapı maliyetine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla, betonarme bina modellerinde kat sayıları ve farklı zemin kat yükseklikleri parametre olarak dikkate alınmıştır. Çerçeve tipi betonarme bina modellerin dinamik analizleri Sta4Cad bilgisayar paket programında gerçekleştirilmiştir. Dinamik analizlerden elde edilen sonuçlar TS500-2000 ve TBDY2018'e göre değerlendirilmiştir. Betonarme bina modellerinin görel kat ötelemeleri, ikinci mertebe etkileri ve maliyet hesabı değerleri tablo ve şekillerle sunulmuştur. Zemin kat yüksekliğinin artması görel kat ötelemeleri arttırırken, kat sayısının da görel kat ötelemelerinde etkili olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Zemin kat, deprem tasarım sınıfı, kaba yapı maliyeti, betonarme

Abstract

In this study, the effects of ground floor height on building behavior and rough construction cost are investigated in earthquake-affected reinforced concrete building models designed with sufficient strength taking into account different earthquake design classes. For this purpose, floor numbers and different ground floor heights are considered as parameters in reinforced concrete building models. Dynamic analysis of frame-type reinforced concrete building models is carried out in the Sta4Cad computer package program. The result obtained from dynamic analyses is evaluated according to TS500-2000 and TBDY2018. The relative floor displacements, second-order effects and cost calculation values of reinforced concrete building models are presented in tables and figures. While the increase in ground floor height increased relative floor displacements, the number of stories was also found to be effective in relative floor displacements.

Key words: Ground floor, earthquake design class, rough construction cost, reinforced concrete

1. Giriş

Ülkemiz deprem kuşağında yer almaktadır ve güncel depremler can ve mal kayıplarına neden olmuştur. Yakın geçmiş depremleri değerlendirildiğinde yapıların zemin kat yüksekliklerinin diğer katlardan fazla olması nedeniyle yapıda B2 yumuşak kat düzensizliklerinin meydana geldiği görülmüştür. Bu nedenle yapılarda ciddi hasarlar meydana gelmiş ya da bu hasarlar zemin katın çökmesi ile sonuçlanmıştır. Betonarme binalarda genel olarak üst katlar konut olarak kullanılırken zemin kat ticari amaçla kullanılmaktadır. Bu nedenle yapı tasarımında zemin kat yüksekliği değişkenlik arz etmektedir.

Bu hususlar dikkate alındığında zemin kat yüksekliğinin kademeli arttırılarak yapılarda meydana

*Corresponding author: Address: Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering Karabuk University, 78050, Karabuk TURKEY. E-mail address: zsulegarip@karabuk.edu.tr, Phone: +903704187057

gelecek etkilerin araştırılması ve maliyet durumunun ortaya konulması hedeflenmiştir. Ayrıca betonarme binalarda zemin kat yüksekliğinin kat sayısına göre yapıda meydana getireceği etkiler değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamında TBDY2018 [1]. ve TS500-2000 [2].ile belirtilen kriterler dikkate alınmış ve kıyaslama yapılmıştır.

Deprem tasarım sınıflarına göre yapılara etkiyen yatay spektral ivme değerleri değişiklik gösterdiği için çalışma kapsamında iki farklı deprem tasarım sınıfı dikkate alınmıştır. Spektral ivme değerlerine göre yapıda meydana gelecek maliyet etkileri incelenmiştir.

Literatürde, bugüne kadar yapılan çalışmalarda yumuşak kat düzensizliği ve zemin kat yüksekliği etkileri çeşitli analiz yöntemleri ile incelenmiştir. Günümüzde yürürlükte olan deprem yönetmeliği dikkate alınarak gerçekleştirilen fazla bir çalışmaya rastlanılmamıştır. [3-7].

2. Analizlerde Kullanılan Parametreler

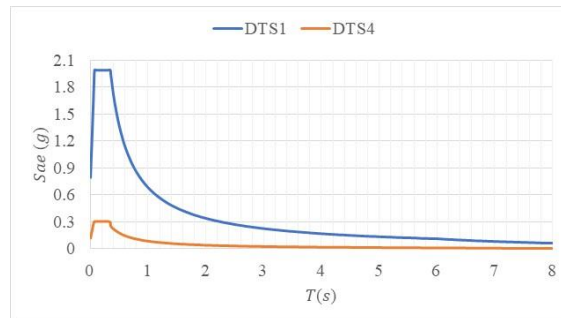
2.1. Deprem Parametreleri

Bu çalışmada konut tipi betonarme bina modellerinin taşıyıcı sistemi çerçeveli sistem olarak modellenmiştir. Zemin kat yüksekliğinden dolayı meydana gelecek etkileri değerlendirebilmek için bina modeli için iki farklı konum belirlenmiştir. DTS1 sınıfı için İstanbul, DTS4 sınıfı için Karaman ili tercih edilmiştir.

Betonarme bina modelinin analizlerinde kullanılan deprem tasarım sınıfları için gerekli olan spektral ivme katsayıları, ZC zemin sınıfında Türkiye Deprem Tehlike haritasından elde edilmiştir ve Tablo 1 de sunulmuştur [8].

Tablo 1. Analizlerde kullanılmak üzere seçilen konumların spektral değerleri.

DTS	Seçilen İl	Enlem Boylam	S_S S_1	F_S F_1	S_{DS} S_{D1}	P_{GA} P_{GV}	T_A T_B
DTS1	İstanbul	40.754580	1.659	1.200	1.991	0.674	0.068
		30.390230	0.454	1.500	0.681	55.630	0.342
DTS4	Karaman	37.179208	0.234	1.300	0.304	0.104	0.058
		33.219810	0.059	1.500	0.089	5.209	0.291



Şekil 1. Deprem Yer Hareketi Düzeylerine ait Yatay Elastik Tasarım Spektrumu

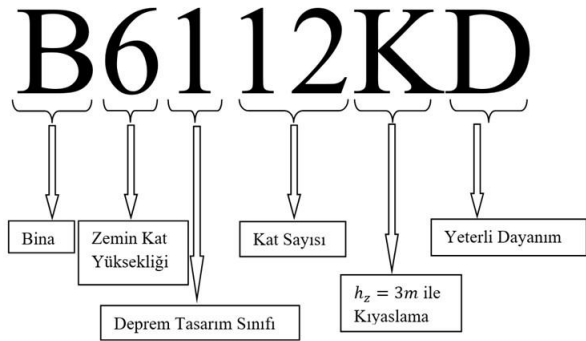
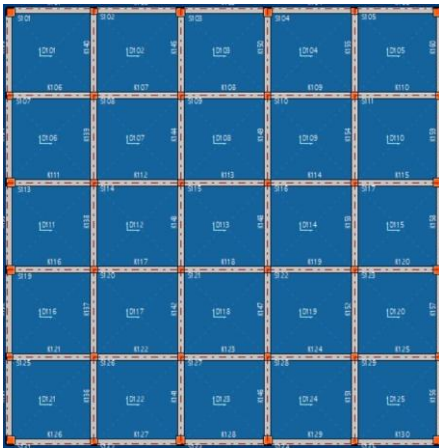
2.2. Betonarme Bina Bilgileri

Betonarme bina modellerinin Sta4Cad bilgisayar paket programı ile dayanıma göre tasarımı gerçekleştirilmiş ve Kontrollü Hasar performans hedefini sağlayacak şekilde mod süperpozisyonu ile dinamik analizleri gerçekleştirilmiştir [9]. Betonarme bina modellerinin tasarımında dikkate alınan genel bilgiler Tablo 2 de verilmiştir.

Tablo 2. Analizlerde kullanılan genel bilgiler.

		4 katlı	8 katlı	12 katlı
Bina Yükseklik Sınıfı (BYS)		7	6	5
Kiriş Boyutları (mm)	DTS1	300 × 500	300 × 600	350 × 600
	DTS4	250 × 450	300 × 550	300 × 600
Radye Temel Kalınlığı		400 mm	800 mm	1200 mm
Süneklik Düzeyi Yüksek Taşıyıcı Sistem		A11	R = 8	D = 3
Bina Önem Katsayısı (I)		1		
Bina Kullanım Sınıfı (BKS)		3		
Zemin Sınıfı		ZC (Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrılmış, çok çatlaklı zayıf kayalar)		
Beton Sınıfı		C30/37		$f_{ck} = 30 \text{ Mpa}$
Donatı Sınıfı		B420C		$f_{yk} = 420 \text{ Mpa}$
Zemin Yatak Katsayısı (kN/m ³)		68647		

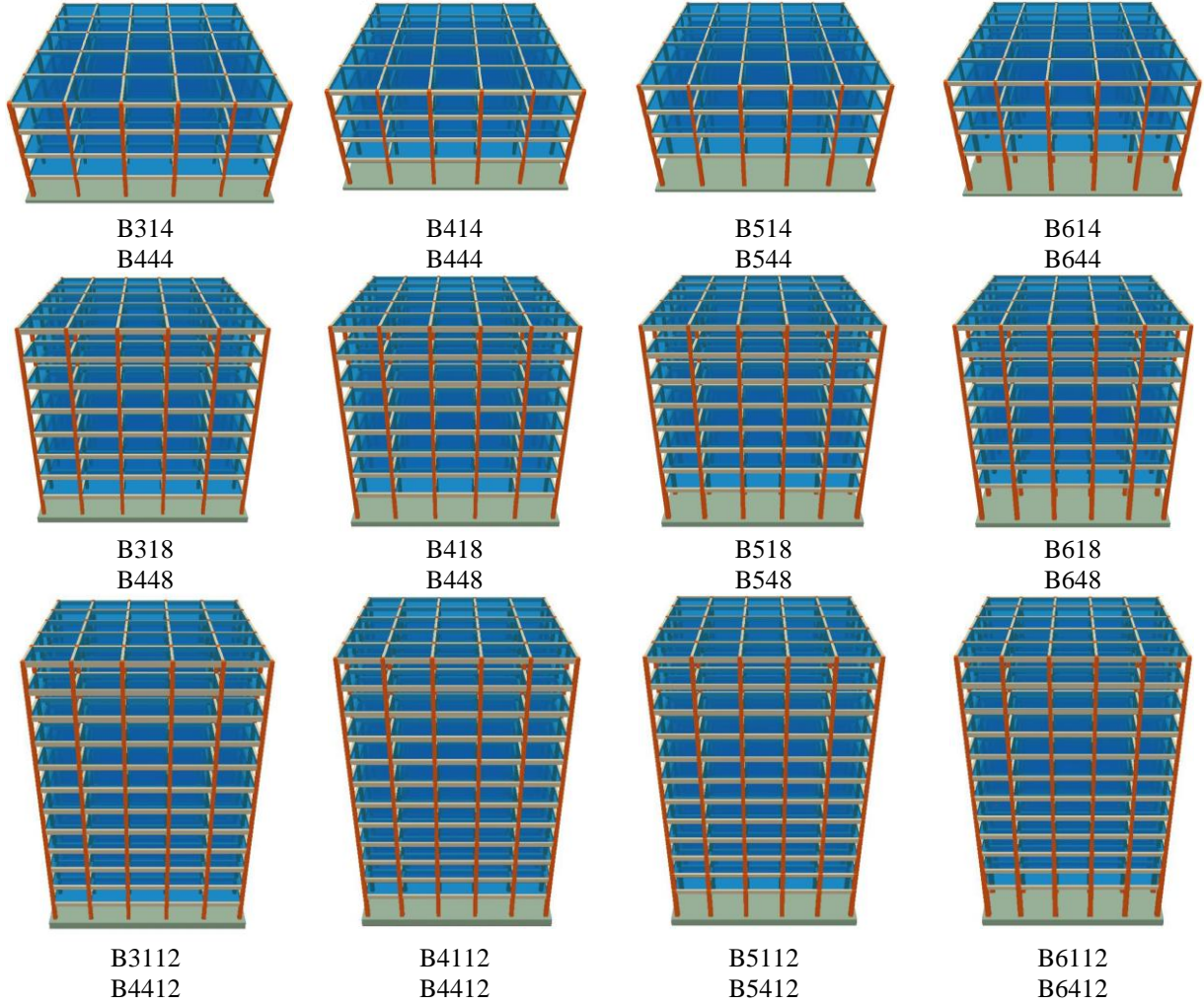
Çalışma kapsamında iki farklı deprem tasarım sınıfında inşa edilen betonarme bina modellerinde zemin kat yükseklik değişiminin yapının davranışı ve maliyeti üzerindeki etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla aynı kat planına sahip betonarme bina modellerinde dört farklı zemin kat yüksekliği dikkate alınmıştır. Yapı kalıp planı simetrik olacak şekilde tasarlanmış ve A1 burulma düzensizliğinin önüne geçilmiştir (Şekil 2). Bina modellerinin isimlendirilmesinde kullanılan yöntem Şekil 2’de sunulmuştur.



Şekil 2. Betonarme bina modeline ait kat planı ve isimlendirme şekli

Tüm modellerde zemin kat yüksekliği hariç kat yükseklikleri sabit ve 3m dir. Zemin kat yüksekliği 3m, 4m, 5m ve 6m olarak tercih edilmiştir. Zemin kat yüksekliği 3m baz alınarak diğer kat yüksekliklerinin etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca çalışma kapsamında kat sayılarının

davranışa etkilerini incelemek amacıyla üç farklı kat sayısı dikkate alınmıştır. Betonarme bina modelleri 4 katlı, 8 katlı ve 12 katlı olarak tasarlanmıştır ve Şekil 3 de sunulmuştur.



Şekil 3. Betonarme bina modellerine ait üç boyutlu görünüm

3. Değerlendirmeler

Betonarme bina modelleri tasarlanırken taşıyıcı sistemde yeterli dayanımı sağlayacak minimum kesit boyutları kullanılmıştır. Betonarme bina modelleri öncelikle $h_z = 3 m$ için çözümlenmiş sonrasında diğer zemin kat yükseklikleri ile kıyaslama yapılmıştır. Yapılan analizlerde TS500-2000 [2] Madde 7.6.2.1 de belirtilen şartın genel olarak sağlanmadığı görülmüş ve bu şartı sağlayacak şekilde taşıyıcı sistem elemanlarının boyutları artırılmıştır. B2 yumuşak kat düzensizliği değerleri (n_{ki}) incelendiğinde B614K bina modelinin haricinde düzensizlik oluşmamıştır. B614K bina modelinin n_{ki} değerleri Tablo 3 de verilmiştir.

Tablo 3. B614K bina modeline ait n_{ki} rijitlik düzensizliği katsayısı.

B614K	Rijitlik Düzensizliği Katsayısı (n_{ki}) değerleri			
	X Yönü (+%5)	X Yönü (-%5)	Y Yönü (+%5)	Y Yönü (-%5)
4	0.00	0.00	0.00	0.00
3	1.71	1.71	1.74	1.74
2	1.53	1.53	1.55	1.55
1	2.02	2.02	2.02	2.02

TS500-2000 [2] de madde 7.6.2.1 ile yapı sistemi içinde yatay kuvvetlere karşı yeterli rijitliği sağlayacak düşey taşıyıcı elemanlar olması durumunda yatay ötelenmenin önlenmiş olduğu varsayılabilirliği belirtilmektedir. İkinci merteye çözümlemesi yapılamıyorsa, yapının herhangi bir katı için taşıyıcı sistemin bütünü göz önünde tutularak hesaplanan stabilite göstergesi denklem 1 ile belirtilen değeri aşmadığı durumlarda, o katta yeterli rijitlik bulunduğu ve yanal ötelenmenin önlenmiş olduğu varsayılabilirlikte.

$$\varphi = 1.5\Delta_i \frac{\sum_{i=1}^N \frac{d_i}{l_i}}{V_{fi}} \leq 0.05 \quad (1)$$

Analizlerden elde edilen kolon alan oranları ve kat yanal ötelenme değerleri Tablo 4 ile sunulmuştur. DTS1 de inşa edilen 8 katlı yapılarda zemin kat yüksekliği 4m ve 5m yapılması durumunda kat yanal ötelenmeleri belirtilen sınır değeri aşmamıştır. Dolayısıyla kolon boyutlarında herhangi bir değişiklik yapılmamıştır. Ancak zemin kat yüksekliği 6m olması durumunda kat yanal ötelenme değeri sınır değeri aşmış ve yanal stabiliteyi sağlamak için kolon boyutları arttırılmıştır. Diğer bina modelleri incelendiğinde zemin kat yüksekliğinin değişimi ile kat yanal ötelenme değerinin artış gösterdiği belirlenmiştir. Bu nedenle bu modellerde kolon boyutlarının artırılması yoluna gidilmiştir.

TBDY2018 de [1] madde 4.9.1.3 ile X ve Y deprem doğrultuları için bina katlarındaki etkin görelî kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük değerinin sağlanması gereken iki koşul belirtilmiştir. Tablo 5 ile binada meydana gelen en büyük görelî kat öteleme değerleri verilmiş ve binaya ait sınır değer hesaplanarak sunulmuştur. Çalışma kapsamında bu madde üç adet bina modelinde sağlanamamıştır. DTS1 de tasarlanan 4 katlı zemin kat yüksekliği 5 ve 6 m ayrıca 12 katlı zemin kat yüksekliği 6 m olan bina modellerinde ortaya çıkan bu durum bina taşıyıcı sistem elemanlarının boyutlarının büyütülmesi ile giderilmiştir. DTS4 de tasarlanan bina modelleri bu koşulu sağlamaktadır.

TBDY2018 de [1] madde 4.9.2.2 ile tüm katlar için hesaplanan $\theta_{II,i}^X$ 'lerin maksimum değeri $\theta_{II,max}^X$ 'in denklem 2 ile verilen koşulu sağlanması durumunda, ikinci merteye etkilerinin tasarıma esas iç kuvvetlerin hesabında göz önüne alınmasının gerekli olmadığı belirtilmektedir. Ayrıca madde 4.9.2.2. ile belirtilen koşulun sağlanmaması durumunda tüm iç kuvvetlerin denklem 3 ile verilen ikinci merteye büyütme katsayısı β_{II}^X ile çarpılarak arttırılacağı belirtilmektedir. C_h taşıyıcı sistemin doğrusal olmayan histerik davranışına bağlı bir katsayıdır ve betonarme binalar için $C_h = 0.5$ dir. Tasarlanan bina modellerinin ikinci merteye gösterge değerleri için sınır değer 0.09 olarak hesaplanmıştır. Bina modellerine ait en büyük ikinci merteye gösterge değerleri Tablo 5 ile sunulmuş ve tüm modellerin hesaplanan sınır değerinin altında bir değer aldığı belirlenmiştir. Bu

madde ışığında betonarme bina modellerinde herhangi bir rijitlik ve/veya dayanım artışına gidilmesinin gerekli olmadığı görülmektedir.

$$\theta_{II,max}^X \leq 0.12 \frac{D}{C_{hR}} \quad (2)$$

$$\beta_{II}^X = 0.88 + \frac{C_{hR}}{D} \theta_{II,max}^X \geq 1 \quad (3)$$

Tablo 4. Bina modellerine ait kolon alan oranları ve kat yanal ötelenme değerleri.

Bina Adı	A_c/A_k (%)	$\varphi_x \leq 0.05$	$\varphi_y \leq 0.05$	Bina Adı	A_c/A_k (%)	$\varphi_x \leq 0.05$	$\varphi_y \leq 0.05$
B314	0.922	0.0286	0.0284	B344	0.653	0.0448	0.032
B414K	0.922	0.0395	0.0388	B444K	0.653	0.0696	0.0585
B414KD	0.939	0.0366	0.036	B444KD	0.72	0.045	0.0316
B514K	0.922	0.0562	0.0554	B544K	0.653	0.0994	0.0951
B514KD	0.972	0.0447	0.0442	B544KD	0.781	0.0479	0.0329
B614K	0.922	0.0765	0.0756	B644K	0.653	0.1356	0.1341
B614KD	1.022	0.0491	0.0481	B644KD	0.85	0.05	0.0356
B318	1.123	0.0372	0.0368	B348	0.922	0.0441	0.0438
B418K	1.123	0.0371	0.0367	B448K	0.922	0.0661	0.0647
B518K	1.123	0.0399	0.0386	B448KD	0.952	0.0496	0.0432
B618K	1.123	0.052	0.0505	B548K	0.922	0.0954	0.0939
B618KD	1.137	0.0486	0.047	B548KD	1.055	0.0482	0.0375
				B648K	0.922	0.1312	0.1297
				B648KD	1.106	0.0496	0.0433
B3112	1.281	0.0493	0.049	B3412	1.258	0.0499	0.0483
B4112K	1.281	0.0522	0.0518	B4412K	1.258	0.0541	0.0519
B4112KD	1.312	0.05	0.0495	B4412KD	1.322	0.0489	0.042
B5112K	1.281	0.0637	0.0617	B5412K	1.258	0.0742	0.0719
B5112KD	1.369	0.0498	0.0494	B5412KD	1.388	0.0494	0.0464
B6112K	1.281	0.0841	0.0821	B6412K	1.258	0.0983	0.096
B6112KD	1.413	0.0497	0.049	B6412KD	1.481	0.0499	0.0421

Not: A_c/A_k , kolon alan oranını ifade etmektedir.

Tablo 5. Bina modellerine ait maksimum etkin görelî kat ötelemeleri ve ikinci mertebe gösterge değerleri.

Bina Adı	$\delta_{i,max}^{(X)}$	$\delta_{i,max}^{(Y)}$	Sınır	$\theta_{II,max}$	Bina Adı	$\delta_{i,max}^{(X)}$	$\delta_{i,max}^{(Y)}$	Sınır	$\theta_{II,max}$
B314	0.0186	0.0186	0.0227	0.0160	B344	0.0032	0.0032	0.0215	0.0290
B414K	0.0200	0.0199	0.0227	0.0230	B444K	0.0034	0.0034	0.0215	0.0400
B414KD	0.0188	0.0187	0.0227	0.0210	B444KD	0.0032	0.0032	0.0215	0.0290
B514K	0.0245	0.0243	0.0227	0.0320	B544K	0.0048	0.0048	0.0215	0.0570
B514KD	0.0207	0.0206	0.0227	0.0260	B544KD	0.0031	0.0031	0.0215	0.0300
B614K	0.0282	0.0281	0.0227	0.0440	B644K	0.0066	0.0065	0.0215	0.0770
B614KD	0.0209	0.0207	0.0227	0.0280	B644KD	0.0030	0.0030	0.0215	0.0310
B318	0.0169	0.0169	0.0227	0.0220	B348	0.0030	0.0030	0.0215	0.0330
B418K	0.0164	0.0163	0.0227	0.0220	B448K	0.0035	0.0034	0.0215	0.0410
B518K	0.0156	0.0155	0.0227	0.0250	B448KD	0.0032	0.0031	0.0215	0.0350
B618K	0.0180	0.0175	0.0227	0.0320	B548K	0.0050	0.0050	0.0215	0.0590
B618KD	0.0167	0.0166	0.0227	0.0300	B548KD	0.0029	0.0029	0.0215	0.0300
					B648K	0.0069	0.0069	0.0215	0.0810
					B648KD	0.0030	0.0029	0.0215	0.0300
B3112	0.0194	0.0193	0.0227	0.0310	B3412	0.0031	0.0031	0.0215	0.0340
B4112K	0.0195	0.0194	0.0227	0.0330	B4412K	0.0033	0.0032	0.0215	0.0370
B4112KD	0.0195	0.0193	0.0227	0.0310	B4412KD	0.0031	0.0031	0.0215	0.0330
B5112K	0.0225	0.0219	0.0227	0.0400	B5412K	0.0040	0.0039	0.0215	0.0460
B5112KD	0.0195	0.0194	0.0227	0.0310	B5412KD	0.0031	0.0031	0.0215	0.0320
B6112K	0.0297	0.0291	0.0227	0.0530	B6412K	0.0053	0.0052	0.0215	0.0610
B6112KD	0.0196	0.0194	0.0227	0.0310	B6412KD	0.0032	0.0031	0.0215	0.0310

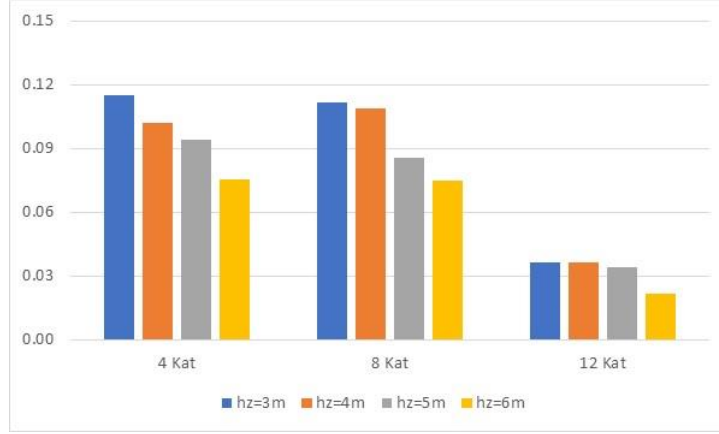
Maliyet hesabında Çevre ve Şehircilik Bakanlığı 2021 yılı İnşaat ve Tesisat Birim Fiyatları kullanılmıştır (Tablo 6). Beton sınıfı, ince demir, kalın demir ve kalıp birim fiyatları dikkate alınarak toplam maliyet hesaplanmıştır. [10]

Tablo 6. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı 2021 yılı inşaat ve tesisat birim fiyatları [10]

Poz No	Poz Açıklaması	Birim	Birim Fiyat (TL)
15.150.1006	Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, C30/37 basınç dayanım sınıfında, gri renkte, normal hazır beton dökülmesi (beton nakli dahil)	m ³	291.94
15.160.1003	Ø8-Ø12 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması	ton	7415.10
15.160.1004	Ø14-Ø28 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması	ton	7354.10
15.180.1003	Plywood ile düz yüzeyli betonarme kalıbı yapılması	m ²	82.78

Betonarme bina modellerinin DTS1 ve DTS4 için kaba yapı inşaat maliyetleri hesaplanmış ve DTS4 baz alınarak her bina için DTS1 de tasarlanması durumunda meydana gelecek maliyet farkları belirlenmiştir. DTS1 de meydana gelen maliyet artış oranları Şekil 4 de sunulmuştur. Şekilden de görüldüğü gibi zemin kat yüksekliği artış eğilimi gösterdikçe DTS ler arasında ortaya

çıkan maliyet farkı azalmaktadır. En yüksek maliyet farkının 4 katlı yapılarda olduğu görülmektedir. Dolayısıyla bina modellerinin kat sayılarının artışı ile DTS1 de meydana gelen maliyet artış oranı düşmektedir.



Şekil 4. DTS4 baz alınarak DTS1 de meydana gelen maliyet artışları

Betonarme bina modellerinde hesaplanan kaba yapı inşaat maliyet artış oranları $h_z = 3 m$ baz alınarak DTS1 ve DTS4 için hesaplanmış ve Şekil 5 de sunulmuştur. Tüm bina modellerinde zemin kat yüksekliğinin artışı kaba yapı inşaat maliyetini arttırmaktadır. Kat sayısı arttıkça maliyet değerleri arasındaki fark azalmaktadır. Maliyet açısından DTS4 de tasarlanan bina modellerinde zemin kat yüksekliğine bağlı maliyet artışı DTS1 den daha fazladır.



Şekil 5. $h_z = 3 m$ baz alınarak DTS1 ve DTS4 de meydana gelen maliyet artış oranları

4. Sonuçlar:

Çalışma kapsamında tasarlanan betonarme bina modellerinin Sta4Cad bilgisayar paket programı ile dayanıma göre tasarımı ve dinamik analizleri gerçekleştirilmiştir. Analizlerden elde edilen veriler değerlendirildiğinde aşağıdaki sonuçlara varılmıştır.

1. B614K bina modeli haricinde yumuşak kat düzensizliğinin meydana gelmediği belirlenmiştir.
2. TS500-2000 de belirtilen kat yanal ötelenme değerinin B418K ve B518K bina modelleri

- haricinde zemin kat yüksekliğinin değişimi ile artış gösterdiği belirlenmiştir.
3. TBDY2018 de belirtilen maksimum etkin görelî kat ötelenmelerinin B514K, B614K ve B6112K bina modelleri haricinde sınır değerleri sağladığı belirlenmiştir.
 4. TBDY2018 de belirtilen maksimum ikinci mertbe gösterge değerlerinin tüm bina modellerinde sınır değeri sağladığı görülmüştür.
 5. DTS4 de tasarlanan bina modellerinde zemin kat yüksekliğine bağı maliyet artışı DTS1 den daha fazladır.
 6. Tüm bina modellerinde zemin kat yüksekliğinin artışı kaba yapı inşaat maliyetini arttırmaktadır.

5. Teşekkür

Bu çalışma kapsamında kullanılan Sta4Cad paket programının kullanım izni ve sağladıkları teknik destek dolayısıyla Sta Bilgisayar Mühendislik Müşavirlik Ltd. Şti.'ne teşekkürlerimi sunarım.

Kaynaklar

- [1] TBDY2018, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğı, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara, 1-395, 2018.
- [2] TS500-2000., Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü Necatibey Caddesi, 112 Bakanlıklar/ANKARA
- [3] D. Başlı, "2007 Deprem Yönetmeliğı'ne göre Yapı Düzensizliğinin Betonarme Binaların Deprem Davranışlarına Olan Etkilerinin İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliğı Anabilim Dalı, Adana, 2011
- [4] T.O. Karasu, "Yumuşak Kat Düzensizliğı Bulunan Betonarme Bir Yapının TDY 2007'ye Göre Performans Analizi", Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliğı Anabilim Dalı, Manisa, 2011
- [5] M. Sayar, "Doğrusal Elastik Deprem Hesabı Yöntemlerinin Taban Kesme Kuvveti ve Görelî Kat Ötelemesi Açısından Karşılaştırılması", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliğı Anabilim Dalı, Ankara, 2013
- [6] Garip, Z., Ş., "Yumuşak kat düzensizliğı olan betonarme binalarda yapı zemin etkileşimi", 5th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science, Bakü ,1036-1045, (2017).
- [7] Z. Ş. Garip, E. Eren, F. Erdem ve M. N. Bozdoğan, "Deprem Etkisindeki Betonarme Binalarda Yumuşak Kat Düzensizliğine Perde Duvar Etkisi," 5th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science (ISITES2017), Baku-Azerbaijan, 2017, ss. 449-556.

- [8] AFAD, T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara, <https://www.afad.gov.tr/turkiye-deprem-tehlike-haritasi>, 2019.
- [9] Sta4-CAD, “Structural analysis for computer aided design”, ver.14. www.sta.com.tr, 2021.
- [10] Yüksek Fen Kurulu Başkanlığı, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, İnşaat ve Tesisat Birim Fiyatları 2019, <https://yfk.csb.gov.tr/>, Ankara, 2019.