

ÇOK KATLI BETONARME BİNALARDA ZEMİN SINIFINA GÖRE DEPREM PERDESİ ORANININ TESPİTİ

*Burak YÖN**
*Hümevra ŞAHİN***

Özet: Bu çalışmada, zemin sınıfına göre perdeli-çerçeve sistemler için gerekli perde oranının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla 1. deprem bölgesinde, $I=1$ bina önem kat sayısına sahip, 7 ve 9 katlı betonarme yapılar tasarlanmıştır. Tasarlanan yapıların analizleri DBYBHY-2007 (Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkındaki Yönetmelik-2007)'de belirtilen zemin sınıflarına göre yapılmıştır. Çözümlerden elde edilen kat yer değiştirmelerine göre göreceli kat ötelemeleri belirlenmiş ve deprem yönetmeliğindeki sınır değer ile karşılaştırılmıştır. Böylelikle, her bir zemin sınıfı için yapıların alanına göre gerekli perde oranları tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Göreceli kat ötelemesi, Zemin sınıfı, Perde oranı.

Determination of Earthquake Shear Wall Ratio in Multistory Reinforced Concrete Buildings According to Local Site Classes

Abstract: In this study, it is aimed to the determination of required shear wall ratio for shear wall-frame systems as regards to local site class. This for 7 and 9 stories reinforced structures are designed in 1st earthquake area, $I=1$ building seismic importance factor. Analysis of designed structures is performed according site classes for local soil profiles defined in DBYBHY-2007 (Specifications for the Buildings to be Constructed in Earthquake Areas, 2007). Story drifts are determined according to story displacements calculated from the analysis and compared with interstory drift capacity specified in Turkish earthquake code. Thus, required shear walls ratio are determined for each local site class as regards building area.

Key Words: Story drift, Local site class, Shear wall ratio.

1. GİRİŞ

Son yüzyılda hızlı nüfus artışı nedeniyle mevcut yerleşim sahalarını daha ekonomik şekilde değerlendirmek için çok katlı binalar yapılmaya başlanmıştır. Yapıların yüksekliği arttıkça düşey yüklerin yanında deprem, rüzgâr gibi yatay yüklerin etkisi de önemli hale gelmektedir. Yatay yüklerin bu etkisi, özellikle deprem bölgelerindeki betonarme binaların kolonlarını ve kirişlerini zorlayarak daha fazla eğilme momentine maruz bırakmakta ve yüksekliğe bağlı olarak ikinci mertebeden momentleri artırmaktadır. Bunun sonucunda bina yüksekliği boyunca yatay yer değiştirmeler yüksek mertebelere ulaşmaktadır. İkinci mertebe momentlerinin oluşmasına yol açan yatay yer değiştirmelerini sınırlandırmak için, yatay kuvvetlere karşı eğilme rijitlikleri kolonlara göre daha fazla olan betonarme perdeler kullanılmaktadır. Büyük depremlerin ardından perdeli binaların depreme karşı olan dayanımının çerçeve sistemlere oranla çok daha iyi olduğu ve daha az hasar gördüğü tespit edilmiştir (Öztürk, 2005). Deprem bölgelerinde yapılan perdelerin, hem yapının güvenliğini sağlayarak hem de yer değiştirmeleri sınırlandırarak yapısal olmayan elemanlarda hasarları önleme bakımından etkili davrandıkları belirlenmiştir (Celep ve Kumbasar, 2005).

Betonarme perdelerin temel görevinin, tersinir deprem yükleri altında yapının yatay ötelenme rijitliğini artırarak, katlar arasında yatay ötelenmeleri sınırlandırmaktır (Atımtay, 2001). Yapının depreme karşı göstereceği performans yapının perde alanına ve plandaki yerleşimi ile doğrudan ilgilidir.

* Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Elazığ.

** Elazığ Belediyesi, İmar ve Şehircilik Müdürlüğü, Elazığ.

Perdelerin yapının bir bölgesinde toplanması yapıdaki rijitlik ve kütle merkezinin birbirinden uzaklaşmasına neden olarak ek burulma momentleri meydana gelmesine neden olur. Perde oranı iyi seçilmiş fakat iyi düzenlenmemiş bir yapı aşırı miktarda yatay kuvvete maruz kalabilmektedir. Betonarme perdelerin plan konumunda iki ana ilkeye uyulmalıdır. Çok sayıda küçük, rijitliği az olan perdelerin yapı içinde düzenli bir şekilde dağılması gerekir (Bayülke, 2001).

Yürürlükte olan DBYBHY'nde çerçevesi ve perdeleri sistemlerdeki perde oranı hakkında yeterli bilgi mevcut değildir. Ancak, uygulamada perde elemanlarının zorunlu olduğu ve kullanılacak perdelerin her iki doğrultuda asgari %1 oranında olması konusunda yaygın bir kanı mevcuttur (Tekel, 2006). Bu konu hakkında 1992 Erzincan depreminden sonra (Ersoy, 1993) yaptığı çalışmada 1. ve 2. derece deprem bölgelerinde yapılacak 2-12 kat arasındaki konut ve işyerleri için, planda her bir deprem doğrultusundaki toplam perde alanlarının, kat alanının % 1.5'i oranında teşkil edilmesini uygun gören bir yaklaşım getirmektedir. (Atımtay, 2001)'de katlara göre perde alanları önermiştir. Bu değerler Tablo I'de ifade edilmektedir.

Tablo I. Ergin Atımtay tarafından önerilen kat adedine göre perde alanları

Kat Adedi	1	2	3	4	5	6
Perde Alanı/Yapı Alanı	0.0013	0.0025	0.0038	0.0050	0.0063	0.0079
Kat Adedi	7	8	9	10	15	20
Perde Alanı/Yapı Alanı	0.0088	0.0101	0.0114	0.0126	0.0190	0.0250

Bu çalışmada, DBYBHY'de belirtilen zemin sınıflarına göre perdeleri-çerçevesi sistemler için gerekli perde oranı tespit edilmiştir. Bunun için 1. derece deprem bölgesinde, I=1 bina önem kat sayısına sahip, 7 ve 9 katlı betonarme binalar tasarlanarak analizleri yapılmıştır. Analizler sonucunda elde edilen kat yer değiştirmelerinden faydalanarak yapıların seçilen bir kolonunun görelî kat ötelemeleri bulunmuş ve deprem yönetmeliğindeki sınır değeri ile karşılaştırılarak yapıların plandaki alanına göre gerekli perde alanları bulunmuştur. Bu şekilde, yapıların projelendirilmesinde bir yaklaşım getirilmeye çalışılmıştır.

2. ZEMİN TEPKİ SPEKTRUMUNUN ELDE EDİLMESİ

Yapıların analizlerinde kullanılacak olan Spektrum Katsayısı $S(T)$, yerel zemin koşullarına ve bina doğal periyodu T 'ye bağlı olarak Denklem (2.1) ve Tablo II'den elde edilmiştir.

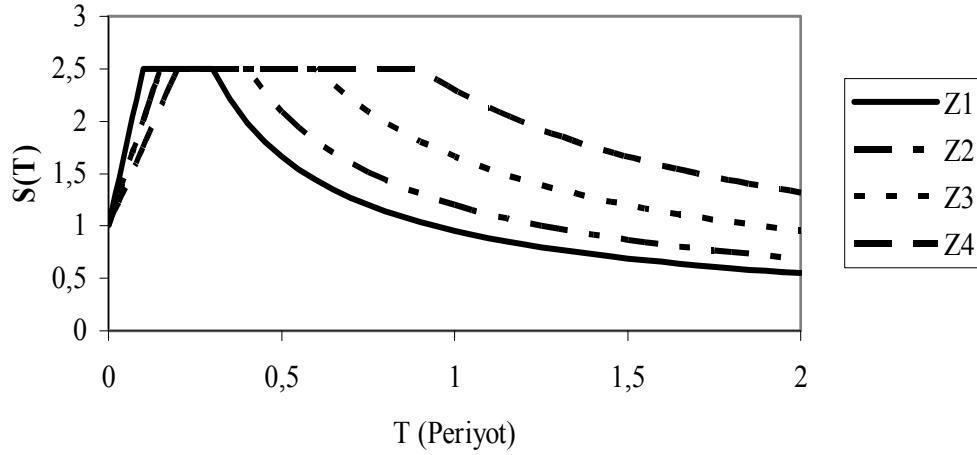
$$\begin{aligned}
 S(T) &= 1 + 1.5T / T_A & (0 \leq T \leq T_A) \\
 S(T) &= 2.5 & (T_A < T \leq T_B) \\
 S(T) &= 2.5(T_B / T)^{0.8} & (T > T_B)
 \end{aligned} \tag{2.1}$$

Tablo II. Spektrum karakteristik periyotları

Zemin Sınıfları	T_A (s)	T_B (s)
Z1	0.10	0.30
Z2	0.15	0.40
Z3	0.15	0.60
Z4	0.20	0.90

2.1. Zemin Tepki Spektrumu

Yapıların zemin sınıflarına göre analizleri yapılırken tasarım tepki spektrumlarından faydalanılmaktadır. Zemin spektrumlarının analizlerde kullanılması için basitleştirilmesi ve spektrum eğrilerinin normalize edilmesi gerekir. Şekil 1'de normalize edilmiş dört tür yerel zemin durumunun spektrum eğrileri verilmektedir.



Şekil 1:
Zemin tepki spektrumları

3. GÖRELİ KAT ÖTELEMESİ VE KONTROLÜ

DBYBHY–2007 de herhangi bir kolon veya perde için, ardışık iki kat arasındaki yer değiştirme farkını ifade eden azaltılmış görelî kat ötelemesi, Δ_i , Denklem 3.1 deki gibi ifade edilmektedir.

$$\Delta_i = d_i - d_{i-1} \quad (3.1)$$

Burada d_i ve d_{i-1} , her bir deprem doğrultusu için binanın i ' inci ve $(i-1)$ 'inci katlarında herhangi bir kolon veya perdenin uçlarında azaltılmış deprem yüklerine göre hesaplanan yatay yer değiştirmeleri göstermektedir. Ayrıca her bir deprem doğrultusu için, binanın i 'inci katındaki kolon veya perdeler için etkin görelî kat ötelemesi, Denklem (3.2)'de verilen δ_i ile ifade edilmektedir.

$$\delta_i = R \cdot \Delta_i \quad (3.2)$$

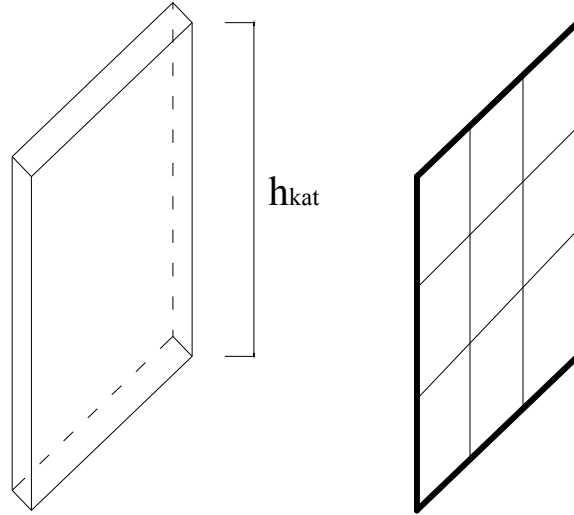
Burada R elastik deprem yükü azaltma katsayısıdır. Deprem yönetmeliğinde her bir deprem doğrultusu için maksimum görelî kat ötelemesi, sınırı herhangi bir kattaki kolon ve perde için Denk.(3.3)'de verilen şartı önermektedir.

$$\frac{(\delta_i)_{maks.}}{h_i} \leq 0.02 \quad (3.3)$$

Burada $(\delta_i)_{maks.}$, etkin görelî kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük değeri, h_i ise ilgili elemanın yüksekliğini göstermektedir (DBYBHY–2007).

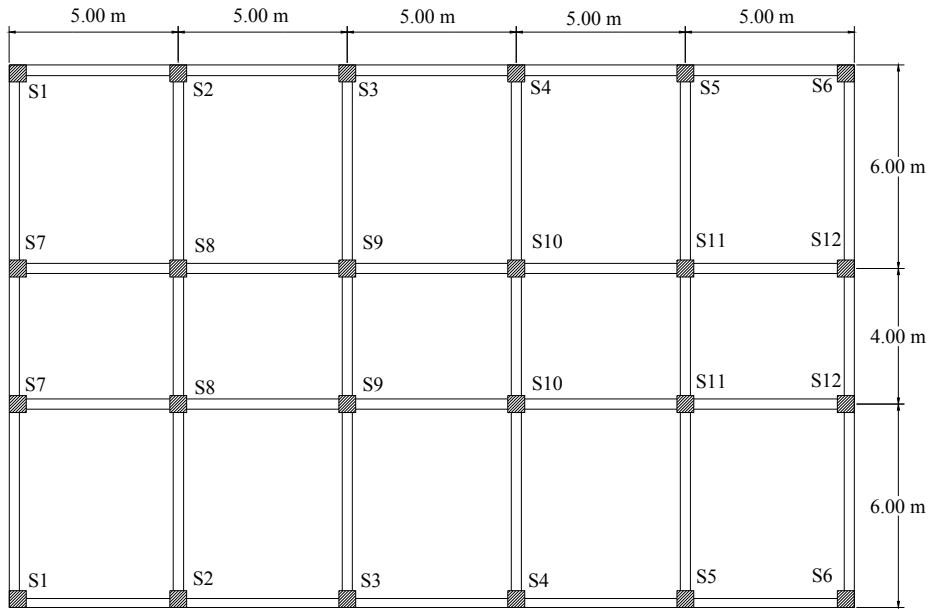
4. SAYISAL UYGULAMA

Bu çalışmada, zemin sınıflarına göre perdeli-çerçevesel sistemler için gerekli perde oranı belirlenmeye çalışılmıştır. Bunun için 7 ve 9 katlı çerçevesel ve değişik perde oranlarına sahip binalar tasarlanmıştır. Yapılan çalışmada 7 ve 9 katlı çerçevesel yapılar sırasıyla, 7K–1 ve 9K–1, perde oranı 0.005 olan 7 ve 9 katlı yapılar, 7K–2 ve 9K–2, perde oranı 0.010 olan 7 ve 9 katlı yapılar, 7K–3 ve 9K–3 ve perde oranı 0.015 olan 7 ve 9 katlı yapılar, 7K–4 ve 9K–4 olarak isimlendirilmiştir. Bu yapıların deprem yönetmeliğimizde ifade edilen dört adet zemin sınıfına göre analizleri yapılarak perde oranları tespit edilmiştir. Tasarlanan 7 ve 9 katlı yapıların, 3 m kat yüksekliğine, I=1 bina önem kat sayısına sahip olduğu ve 1. derece deprem bölgesinde bulunduğu kabul edilmiştir. Bu yapılarda malzeme olarak C20 betonu ve S420 yapı çeliği kullanıldığı varsayılmıştır. Şekil 3–6 'da verilen yapıların kolon boyutları 7 katlı binalar için 50x50 cm, 9 katlı binalar için 55x55 cm, kiriş boyutları 30x50 cm ve perde boyutları 25x200 cm olarak alınmıştır. Betonarme perdelerde kullanılan sonlu eleman modeli Şekil 2'de gösterilmiştir.

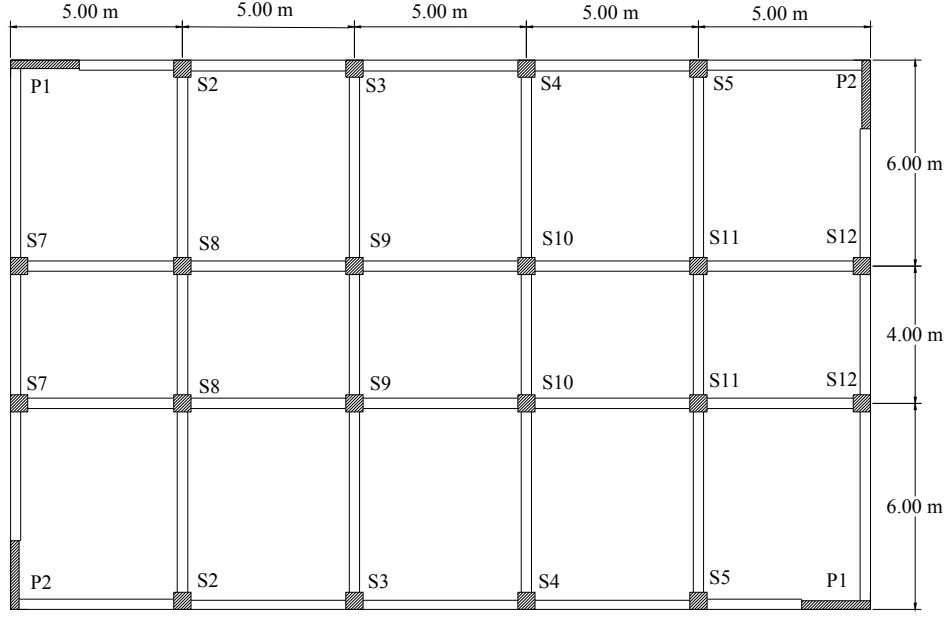


Şekil 2:
Perdelerde kullanılan sonlu eleman modeli

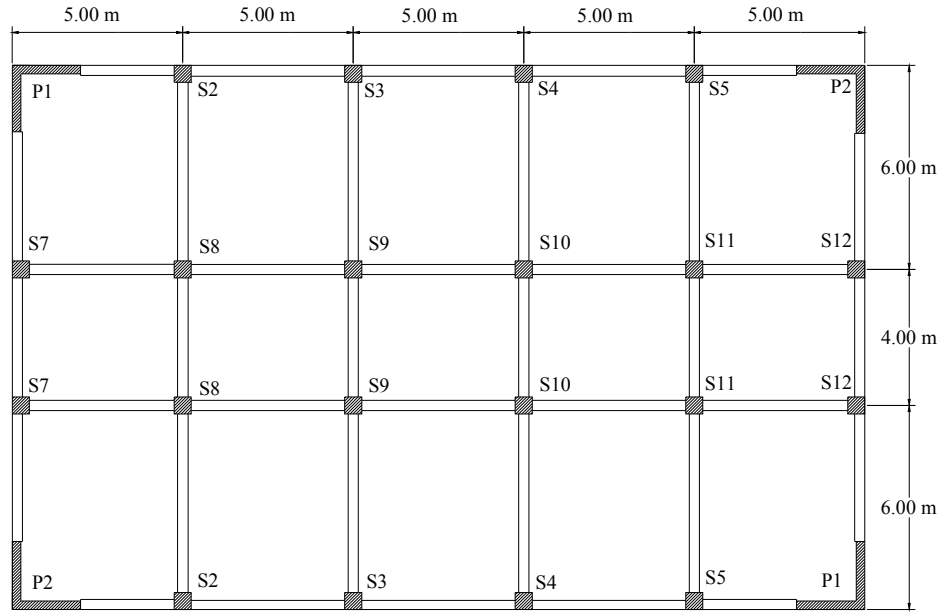
Bu yapılarda döşeme kalınlığı 14 cm, tüm duvarların kalınlığı 20 cm ve ağırlığı 10.5 kN/m tuğla duvar olarak alınmıştır. Binalarda hareketli yük ise 2 kN/m² olarak seçilmiştir. Çalışmada kullanılan betonarme binaların, SAP2000 yapı analiz programında x ve y yönünde analizleri yapılarak görel kat ötelemeleri tespit edilmiştir. Elde edilen görel kat ötelemeleri Tablo III-XVIII’de verilerek deprem yönetmeliğine göre verilen Denk.(3.3) sınır değeri ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca bu sonuçlar Şekil 7-22’de birbirlerine göre karşılaştırılmıştır. Böylelikle, farklı zemin sınıflarına sahip yapıların projelendirilmesinde perde alanı için bir yaklaşım getirilmeye çalışılmıştır.



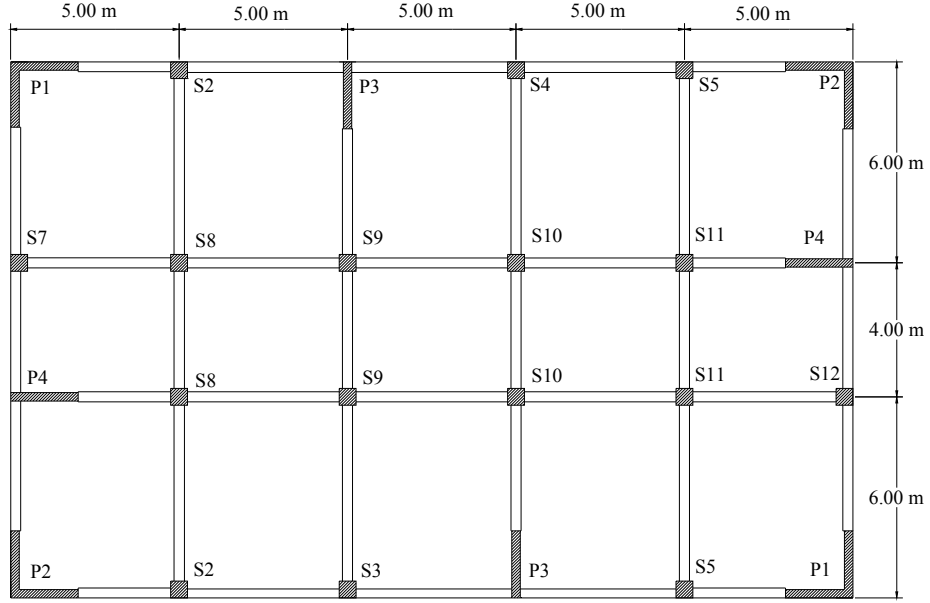
Şekil 3:
7K-1 ve 9K-1 binalarına ait kat planı



Şekil 4:
7K-2 ve 9K-2 binalarına ait kat planı



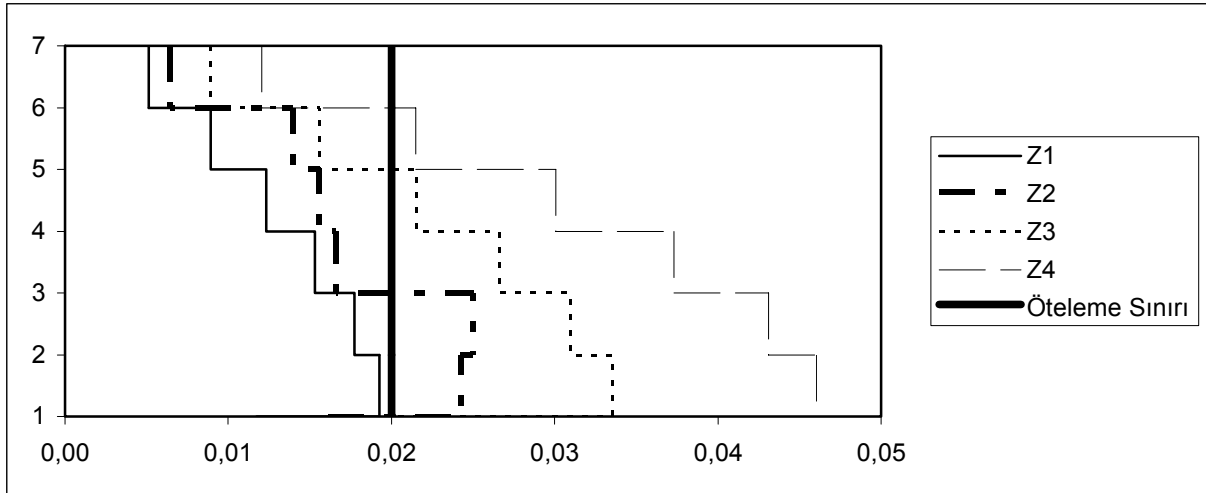
Şekil 5:
7K-3 ve 9K-3 binalarına ait kat planı



Şekil 6:
7K-4 ve 9K-4 binalarına ait kat planı

Tablo III. 7K-1 binasının x yönünde görelî kat ötelemelerinin değerlendirilmesi

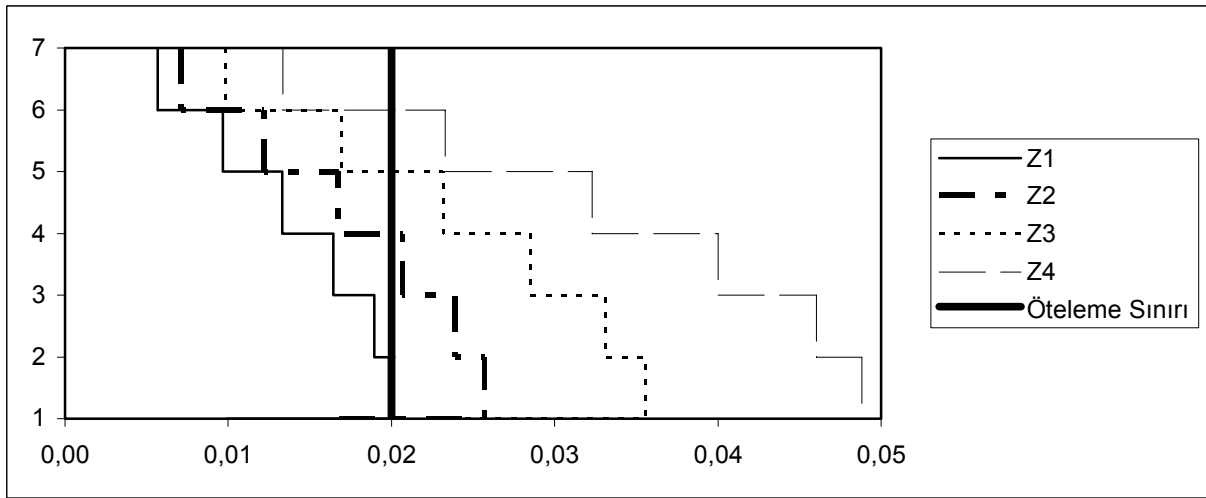
Kat Sayısı	Zemin Sınıfı											
	Z1			Z2			Z3			Z4		
	Yer Değişirme (m)	Görelî Kat Öte.	Görelî Kat Öte. Sınırı	Yer Değişirme (m)	Görelî Kat Öte.	Görelî Kat Öte. Sınırı	Yer Değişirme (m)	Görelî Kat Öte.	Görelî Kat Öte. Sınırı	Yer Değişirme (m)	Görelî Kat Öte.	Görelî Kat Öte. Sınırı
7	0.03392	0.00515	<0.02	0.04395	0.00645	<0.02	0.05878	0.00891	<0.02	0.08193	0.01205	<0.02
6	0.03199	0.00893	<0.02	0.04153	0.01392	<0.02	0.05544	0.01560	<0.02	0.07741	0.02149	>0.02
5	0.02864	0.01235	<0.02	0.03631	0.01557	<0.02	0.04959	0.02152	>0.02	0.06935	0.03005	>0.02
4	0.02401	0.01531	<0.02	0.03047	0.01659	<0.02	0.04152	0.02664	>0.02	0.05808	0.03731	>0.02
3	0.01827	0.01773	<0.02	0.02425	0.02501	>0.02	0.03153	0.03099	>0.02	0.04409	0.04312	>0.02
2	0.01162	0.01925	<0.02	0.01487	0.02424	>0.02	0.01991	0.03355	>0.02	0.02792	0.04603	>0.02
1	0.00440	0.01173	<0.02	0.00578	0.01541	<0.02	0.00733	0.01955	>0.02	0.01066	0.02843	>0.02



Şekil 7:
7K-1 binasının x yönündeki görelî kat ötelemelerinin gösterimi

Tablo IV. 7K-1 binasının y yönünde görel kat ötelemelerinin değerlendirilmesi

Kat Sayısı	Zemin Sınıfı											
	Z1			Z2			Z3			Z4		
	Yer Değişirme (m)	Görel Kat Öte.	Görel Kat Öte. Sınırı	Yer Değişirme (m)	Görel Kat Öte.	Görel Kat Öte. Sınırı	Yer Değişirme (m)	Görel Kat Öte.	Görel Kat Öte. Sınırı	Yer Değişirme (m)	Görel Kat Öte.	Görel Kat Öte. Sınırı
7	0.03520	0.00568	<0.02	0.04582	0.00712	<0.02	0.06375	0.00984	<0.02	0.08841	0.01333	<0.02
6	0.03307	0.00968	<0.02	0.04315	0.01221	<0.02	0.06006	0.01691	<0.02	0.08341	0.02331	>0.02
5	0.02944	0.01331	<0.02	0.03857	0.01675	<0.02	0.05372	0.02317	>0.02	0.07467	0.03232	>0.02
4	0.02445	0.01643	<0.02	0.03229	0.02067	>0.02	0.04503	0.02856	>0.02	0.06255	0.04003	>0.02
3	0.01829	0.01896	<0.02	0.02454	0.02389	>0.02	0.03432	0.03312	>0.02	0.04754	0.04603	>0.02
2	0.01118	0.01987	<0.02	0.01558	0.02568	>0.02	0.02190	0.03557	>0.02	0.03028	0.04883	>0.02
1	0.00373	0.00995	<0.02	0.00595	0.01587	<0.02	0.00856	0.02283	>0.02	0.01197	0.03192	>0.02

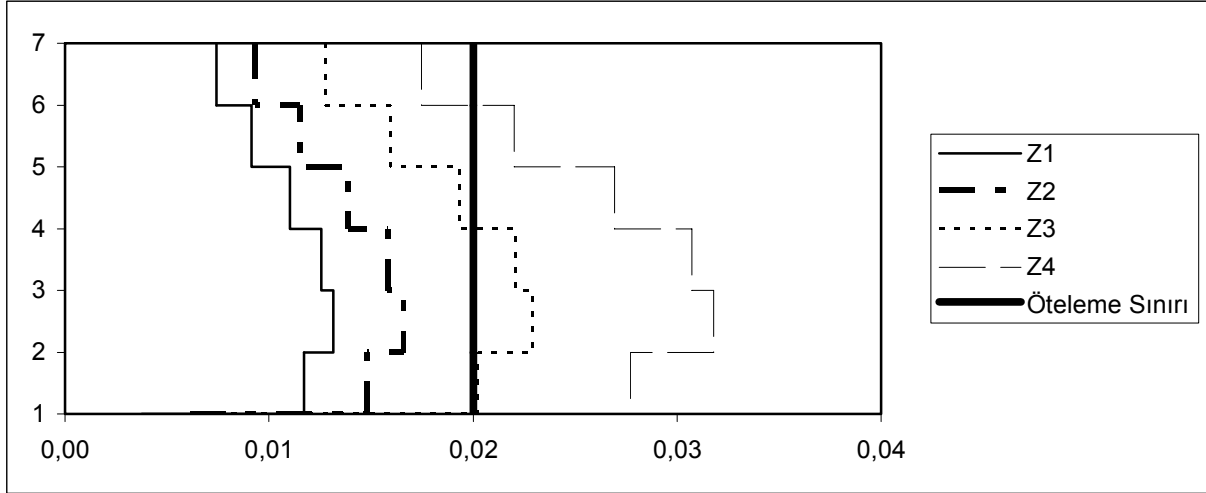


Şekil 8:

7K-1 binasının y yönündeki görel kat ötelemelerinin gösterimi

Tablo V. 7K-2 binasının x yönünde görel kat ötelemelerinin değerlendirilmesi

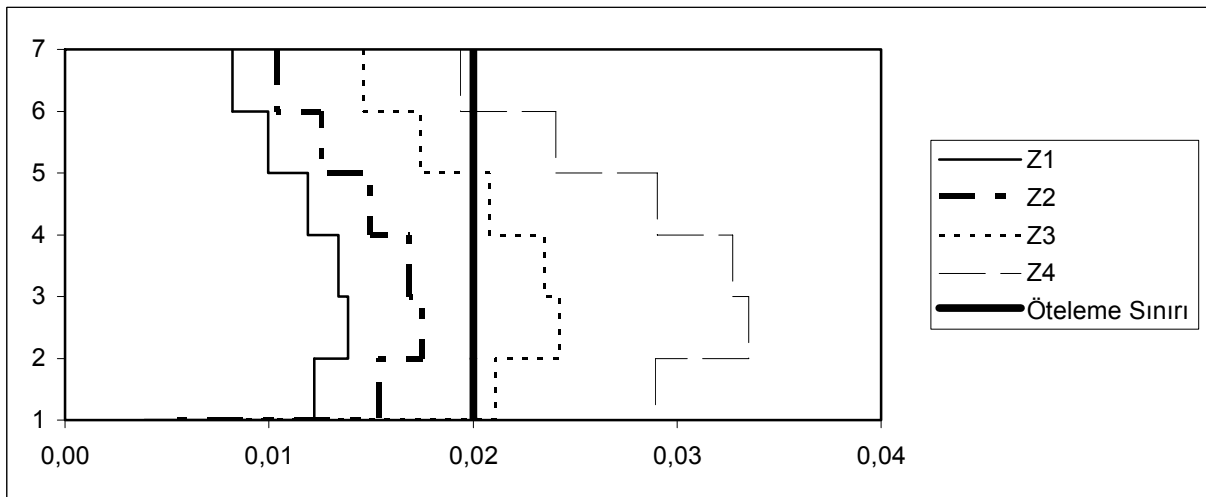
Kat Sayısı	Zemin Sınıfı											
	Z1			Z2			Z3			Z4		
	Yer Değişirme (m)	Görel Kat Öte.	Görel Kat Öte. Sınırı	Yer Değişirme (m)	Görel Kat Öte.	Görel Kat Öte. Sınırı	Yer Değişirme (m)	Görel Kat Öte.	Görel Kat Öte. Sınırı	Yer Değişirme (m)	Görel Kat Öte.	Görel Kat Öte. Sınırı
7	0.02948	0.00742	<0.02	0.03736	0.00933	<0.02	0.05199	0.01276	<0.02	0.07220	0.01748	<0.02
6	0.02630	0.00915	<0.02	0.03336	0.01150	<0.02	0.04652	0.01594	<0.02	0.06471	0.02203	>0.02
5	0.02238	0.01104	<0.02	0.02843	0.01388	<0.02	0.03969	0.01934	<0.02	0.05527	0.02695	>0.02
4	0.01765	0.01255	<0.02	0.02248	0.01582	<0.02	0.03140	0.02207	>0.02	0.04372	0.03073	>0.02
3	0.01227	0.01316	<0.02	0.01570	0.01657	<0.02	0.02194	0.02294	>0.02	0.03055	0.03178	>0.02
2	0.00663	0.01171	<0.02	0.00860	0.01477	<0.02	0.01211	0.02023	>0.02	0.01693	0.02772	>0.02
1	0.00161	0.00376	<0.02	0.00227	0.00530	<0.02	0.00344	0.00803	<0.02	0.00505	0.01178	<0.02



Şekil 9:
7K-2 binasının x yönündeki görel kat ötelemelerinin gösterimi

Tablo VI. 7K-2 binasının y yönünde görel kat ötelemelerinin değerlendirilmesi

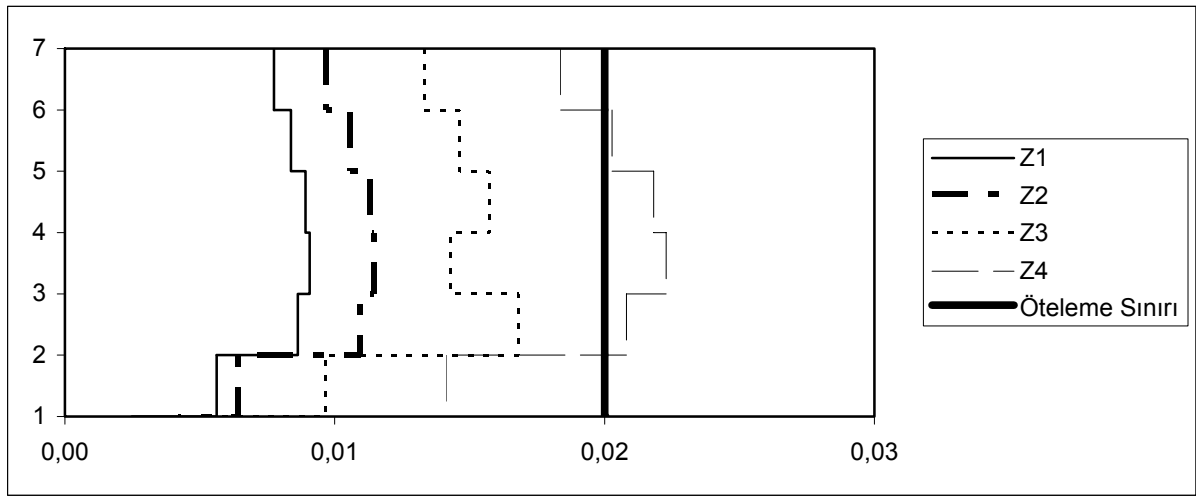
Kat Sayısı	Zemin Sınıfı											
	Z1			Z2			Z3			Z4		
	Yer Değişirme (m)	Görel Kat Öte.	Görel Kat Öte. Sınırı	Yer Değişirme (m)	Görel Kat Öte.	Görel Kat Öte. Sınırı	Yer Değişirme (m)	Görel Kat Öte.	Görel Kat Öte. Sınırı	Yer Değişirme (m)	Görel Kat Öte.	Görel Kat Öte. Sınırı
7	0.03149	0.00821	<0.02	0.03992	0.01038	<0.02	0.05571	0.01463	<0.02	0,07705	0,01939	<0.02
6	0.02797	0.00996	<0.02	0.03547	0.01255	<0.02	0.04944	0.01741	<0.02	0,06874	0,02406	>0.02
5	0.02370	0.01190	<0.02	0.03009	0.01498	<0.02	0.04198	0.02084	>0.02	0,05843	0,02905	>0.02
4	0.01860	0.01339	<0.02	0.02367	0.01687	<0.02	0.03305	0.02350	>0.02	0,04598	0,03274	>0.02
3	0.01286	0.01388	<0.02	0.01644	0.01750	<0.02	0.02298	0.02424	>0.02	0,03195	0,03353	>0.02
2	0.00691	0.01223	<0.02	0.00894	0.01538	<0.02	0.01259	0.02109	>0.02	0,01758	0,02893	>0.02
1	0.00167	0.00390	<0.02	0.00235	0.00548	<0.02	0.00355	0.00828	<0.02	0,00518	0,01209	<0.02



Şekil 10:
7K-2 binasının y yönündeki görel kat ötelemelerinin gösterimi

Tablo VII. 7K-3 binasının x yönünde görel kat ötelemelerinin değerlendirilmesi

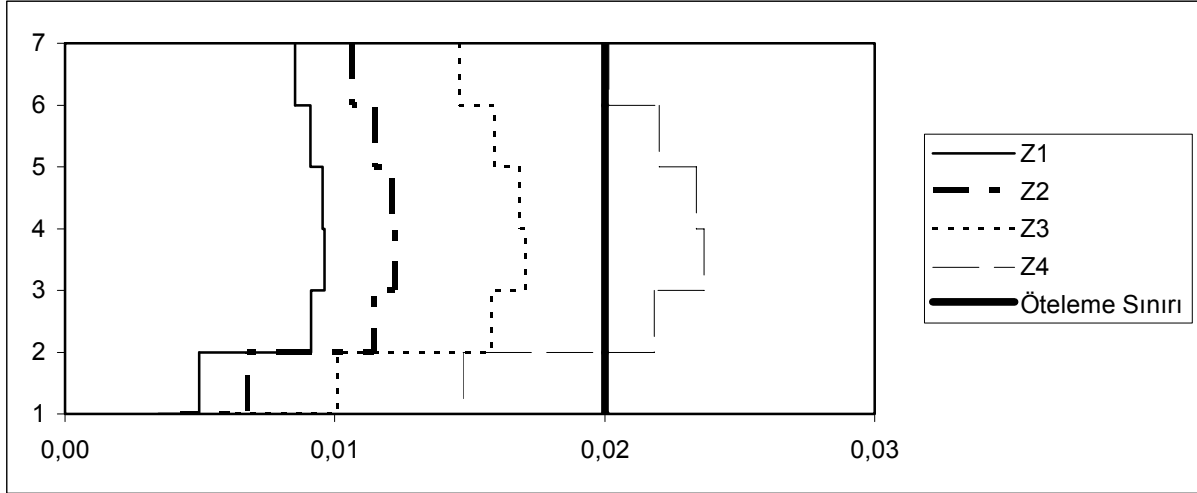
Kat Sayısı	Zemin Sınıfı											
	Z1			Z2			Z3			Z4		
	Yer Değişirme (m)	Görel Kat Öte.	Görel Kat Öte. Sınırı	Yer Değişirme (m)	Görel Kat Öte.	Görel Kat Öte. Sınırı	Yer Değişirme (m)	Görel Kat Öte.	Görel Kat Öte. Sınırı	Yer Değişirme (m)	Görel Kat Öte.	Görel Kat Öte. Sınırı
7	0.02179	0.00775	<0.02	0.02766	0.00968	<0.02	0.03860	0.01332	<0.02	0.05374	0.01836	<0.02
6	0.01847	0.00838	<0.02	0.02351	0.01057	<0.02	0.03289	0.01463	<0.02	0.04587	0.02028	>0.02
5	0.01488	0.00891	<0.02	0.01898	0.01129	<0.02	0.02662	0.01573	<0.02	0.03718	0.02182	>0.02
4	0.01106	0.00908	<0.02	0.01414	0.01146	<0.02	0.01988	0.01430	<0.02	0.02783	0.02228	>0.02
3	0.00717	0.00863	<0.02	0.00923	0.01094	<0.02	0.01375	0.01680	<0.02	0.01828	0.02081	>0.02
2	0.00347	0.00562	<0.02	0.00454	0.00642	<0.02	0.00655	0.00964	<0.02	0.00936	0.01412	<0.02
1	0.00106	0.00247	<0.02	0.00179	0.00418	<0.02	0.00242	0.00565	<0.02	0.00331	0.00772	<0.02



Şekil 11:
7K-3 binasının x yönündeki görel kat ötelemelerinin gösterimi

Tablo VIII. 7K-3 binasının y yönünde görel kat ötelemelerinin değerlendirilmesi

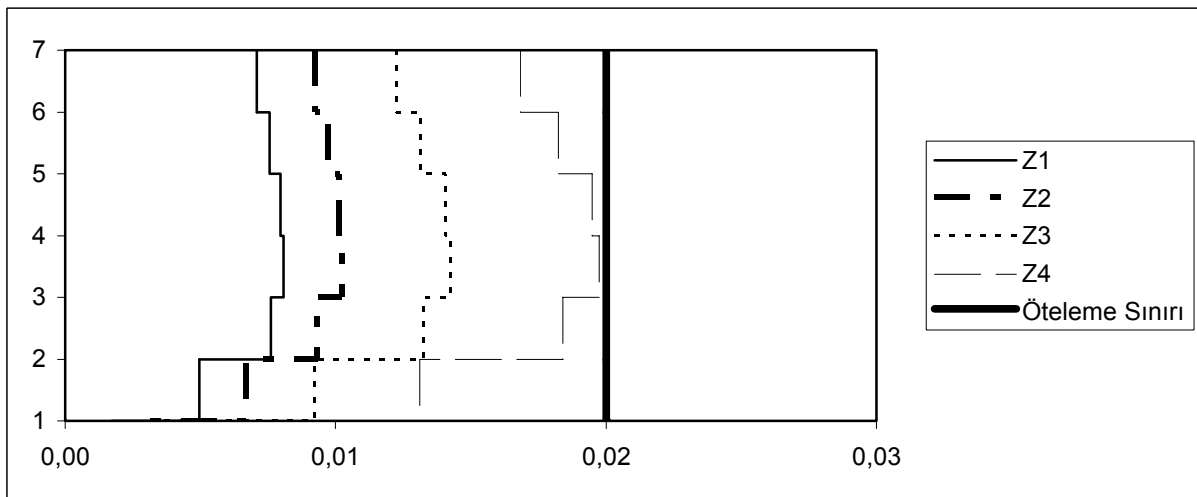
Kat Sayısı	Zemin Sınıfı											
	Z1			Z2			Z3			Z4		
	Yer Değişirme (m)	Görel Kat Öte.	Görel Kat Öte. Sınırı	Yer Değişirme (m)	Görel Kat Öte.	Görel Kat Öte. Sınırı	Yer Değişirme (m)	Görel Kat Öte.	Görel Kat Öte. Sınırı	Yer Değişirme (m)	Görel Kat Öte.	Görel Kat Öte. Sınırı
7	0.02328	0.00852	<0.02	0.02953	0.01064	<0.02	0.04118	0.01461	<0.02	0.05731	0.02016	>0.02
6	0.01963	0.00910	<0.02	0.02497	0.01148	<0.02	0.03492	0.01591	<0.02	0.04867	0.02203	>0.02
5	0.01573	0.00954	<0.02	0.02005	0.01211	<0.02	0.02810	0.01687	<0.02	0.03923	0.02340	>0.02
4	0.01164	0.00961	<0.02	0.01486	0.01223	<0.02	0.02087	0.01706	<0.02	0.02920	0.02368	>0.02
3	0.00752	0.00912	<0.02	0.00962	0.01143	<0.02	0.01356	0.01580	<0.02	0.01905	0.02184	>0.02
2	0.00361	0.00497	<0.02	0.00472	0.00674	<0.02	0.00679	0.01008	<0.02	0.00969	0.01475	<0.02
1	0.00148	0.00345	<0.02	0.00183	0.00427	<0.02	0.00247	0.00576	<0.02	0.00337	0.00786	<0.02



Şekil 12:
7K-3 binasının y yönündeki görelî kat ötelemelerinin gösterimi

Tablo IX. 7K-4 binasının x yönünde görelî kat ötelemelerinin değerlendirilmesi

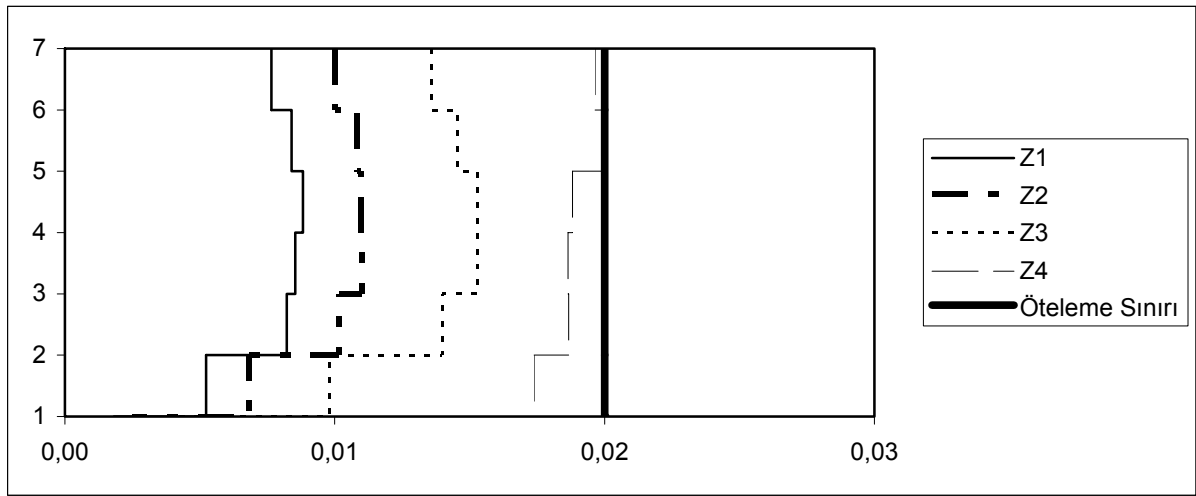
Kat Sayısı	Zemin Sınıfı											
	Z1			Z2			Z3			Z4		
	Yer Değişirme (m)	Görelî Kat Öte.	Görelî Kat Öte. Sınırı	Yer Değişirme (m)	Görelî Kat Öte.	Görelî Kat Öte. Sınırı	Yer Değişirme (m)	Görelî Kat Öte.	Görelî Kat Öte. Sınırı	Yer Değişirme (m)	Görelî Kat Öte.	Görelî Kat Öte. Sınırı
7	0.01927	0.00709	<0.02	0.02473	0.00924	<0.02	0.03423	0.01225	<0.02	0.04770	0.01685	<0.02
6	0.01623	0.00756	<0.02	0.02077	0.00971	<0.02	0.02898	0.01314	<0.02	0.04048	0.01825	<0.02
5	0.01299	0.00796	<0.02	0.01661	0.01013	<0.02	0.02335	0.01405	<0.02	0.03266	0.01948	<0.02
4	0.00958	0.00807	<0.02	0.01227	0.01022	<0.02	0.01733	0.01426	<0.02	0.02431	0.01974	<0.02
3	0.00612	0.00761	<0.02	0.00789	0.00933	<0.02	0.01122	0.01325	<0.02	0.01585	0.01841	<0.02
2	0.00286	0.00495	<0.02	0.00389	0.00667	<0.02	0.00554	0.00924	<0.02	0.00796	0.01311	<0.02
1	0.00074	0.00173	<0.02	0.00103	0.00240	<0.02	0.00158	0.00369	<0.02	0.00234	0.00546	<0.02



Şekil 13:
7K-4 binasının x yönündeki görelî kat ötelemelerinin gösterimi

Tablo X. 7K-4 binasının y yönünde görel kat ötelemelerinin değerlendirilmesi

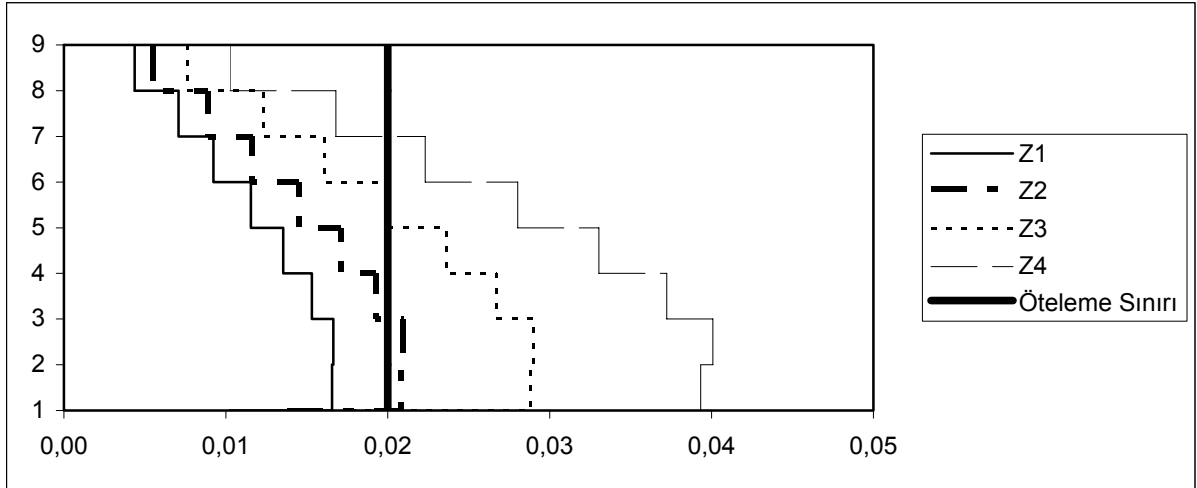
Kat Sayısı	Zemin Sınıfı											
	Z1			Z2			Z3			Z4		
	Yer Değişirme (m)	Görel Kat Öte.	Görel Kat Öte. Sınırı	Yer Değişirme (m)	Görel Kat Öte.	Görel Kat Öte. Sınırı	Yer Değişirme (m)	Görel Kat Öte.	Görel Kat Öte. Sınırı	Yer Değişirme (m)	Görel Kat Öte.	Görel Kat Öte. Sınırı
7	0.02086	0.00765	<0.02	0.02668	0.01001	<0.02	0.03699	0.01360	<0.02	0.05087	0.01965	<0.02
6	0.01758	0.00840	<0.02	0.02239	0.01083	<0.02	0.03116	0.01454	<0.02	0.04245	0.01988	<0.02
5	0.01398	0.00882	<0.02	0.01775	0.01097	<0.02	0.02493	0.01528	<0.02	0.03393	0.01881	<0.02
4	0.01020	0.00854	<0.02	0.01305	0.01099	<0.02	0.01838	0.01528	<0.02	0.02587	0.01864	<0.02
3	0.00654	0.00821	<0.02	0.00834	0.01015	<0.02	0.01183	0.01398	<0.02	0.01788	0.01867	<0.02
2	0.00302	0.00523	<0.02	0.00399	0.00681	<0.02	0.00584	0.00982	<0.02	0.00988	0.01738	<0.02
1	0.00078	0.00182	<0.02	0.00107	0.00250	<0.02	0.00163	0.00380	<0.02	0.00243	0.00567	<0.02



Şekil 14:
7K-4 binasının y yönündeki görel kat ötelemelerinin gösterimi

Tablo XI. 9K-1 binasının x yönünde görel kat ötelemelerinin değerlendirilmesi

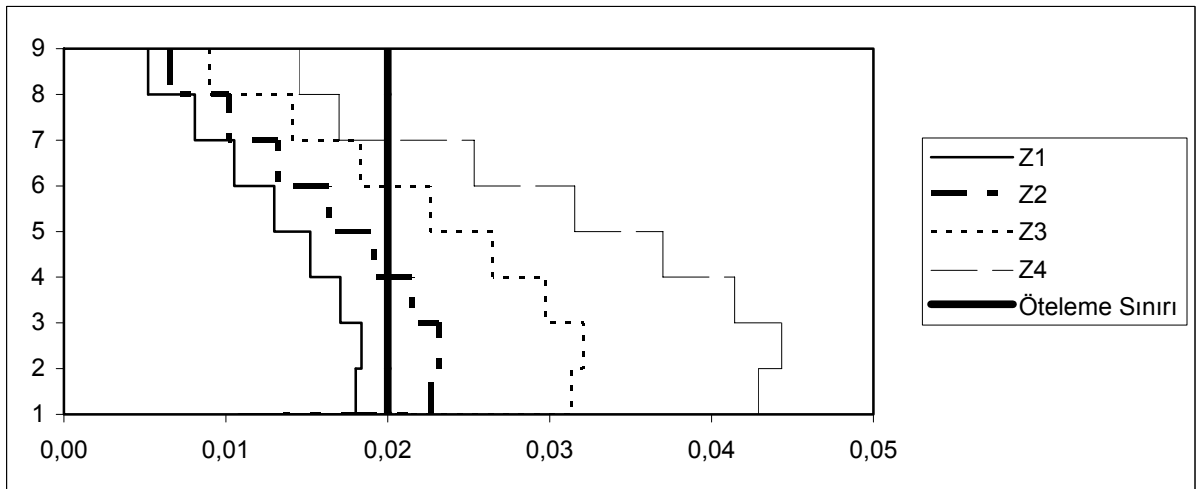
Kat Sayısı	Zemin Sınıfı											
	Z1			Z2			Z3			Z4		
	Yer Değişirme (m)	Görel Kat Öte.	Görel Kat Öte. Sınırı	Yer Değişirme (m)	Görel Kat Öte.	Görel Kat Öte. Sınırı	Yer Değişirme (m)	Görel Kat Öte.	Görel Kat Öte. Sınırı	Yer Değişirme (m)	Görel Kat Öte.	Görel Kat Öte. Sınırı
9	0.03919	0.00437	<0.02	0.04933	0.00552	<0.02	0.06822	0.00760	<0.02	0.09419	0.01027	<0.02
8	0.03755	0.00707	<0.02	0.04726	0.00888	<0.02	0.06537	0.01229	<0.02	0.09034	0.01680	<0.02
7	0.03490	0.00923	<0.02	0.04393	0.01163	<0.02	0.06076	0.01611	<0.02	0.08404	0.02232	>0.02
6	0.03144	0.01155	<0.02	0.03957	0.01451	<0.02	0.05472	0.02005	>0.02	0.07567	0.02803	>0.02
5	0.02711	0.01355	<0.02	0.03413	0.01709	<0.02	0.04720	0.02360	>0.02	0.06516	0.03304	>0.02
4	0.02203	0.01531	<0.02	0.02772	0.01925	<0.02	0.03835	0.02672	>0.02	0.05277	0.03723	>0.02
3	0.01629	0.01664	<0.02	0.02050	0.02096	>0.02	0.02833	0.02901	>0.02	0.03881	0.04008	>0.02
2	0.01005	0.01656	<0.02	0.01264	0.02083	>0.02	0.01745	0.02880	>0.02	0.02378	0.03933	>0.02
1	0.00384	0.01024	<0.02	0.00483	0.01288	<0.02	0.00665	0.01773	<0.02	0.00903	0.02408	>0.02



Şekil 15:
9K-1 binasının x yönündeki görelî kat ötelemelerinin gösterimi

Tablo XII. 9K-1 binasının y yönünde görelî kat ötelemelerinin değerlendirilmesi

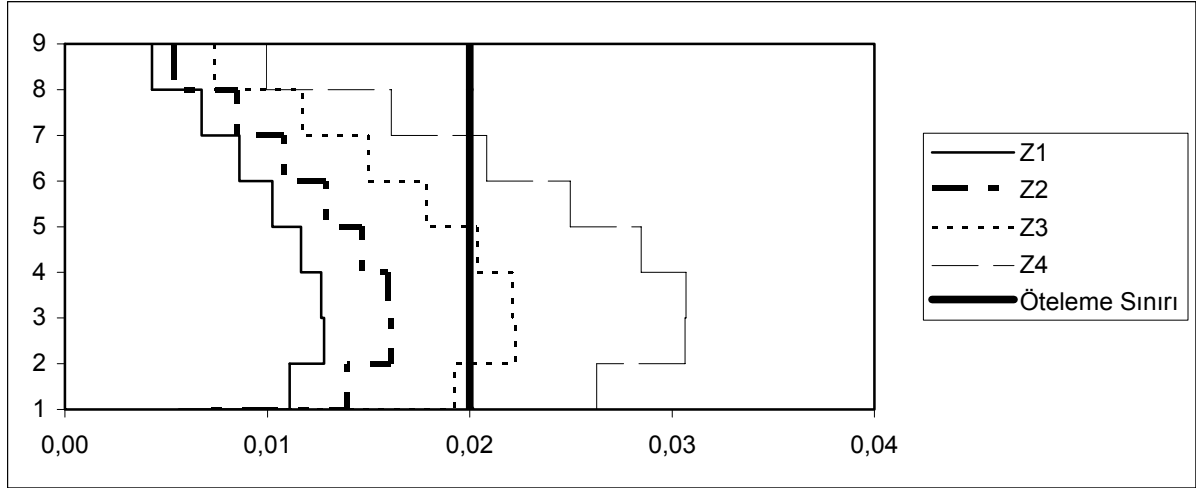
Kat Sayısı	Zemin Sınıfı											
	Z1			Z2			Z3			Z4		
	Yer Değişirme (m)	Görelî Kat Öte.	Görelî Kat Öte. Sınırı	Yer Değişirme (m)	Görelî Kat Öte.	Görelî Kat Öte. Sınırı	Yer Değişirme (m)	Görelî Kat Öte.	Görelî Kat Öte. Sınırı	Yer Değişirme (m)	Görelî Kat Öte.	Görelî Kat Öte. Sınırı
9	0.04360	0.00520	<0.02	0.05488	0.00653	<0.02	0.07590	0.00901	<0.02	0.10480	0.01453	<0.02
8	0.04165	0.00808	<0.02	0.05243	0.01019	<0.02	0.07252	0.01411	<0.02	0.09935	0.01699	<0.02
7	0.03862	0.01051	<0.02	0.04861	0.01320	<0.02	0.06723	0.01829	<0.02	0.09298	0.02533	>0.02
6	0.03468	0.01299	<0.02	0.04366	0.01637	<0.02	0.06037	0.02261	>0.02	0.08348	0.03155	>0.02
5	0.02981	0.01523	<0.02	0.03752	0.01915	<0.02	0.05189	0.02648	>0.02	0.07165	0.03699	>0.02
4	0.02410	0.01707	<0.02	0.03034	0.02149	>0.02	0.04196	0.02976	>0.02	0.05778	0.04141	>0.02
3	0.01770	0.01837	<0.02	0.02228	0.02315	>0.02	0.03080	0.03208	>0.02	0.04225	0.04432	>0.02
2	0.01081	0.01803	<0.02	0.01360	0.02269	>0.02	0.01877	0.03136	>0.02	0.02563	0.04291	>0.02
1	0.00405	0.01080	<0.02	0.00509	0.01357	<0.02	0.00701	0.01869	<0.02	0.00954	0.02544	>0.02



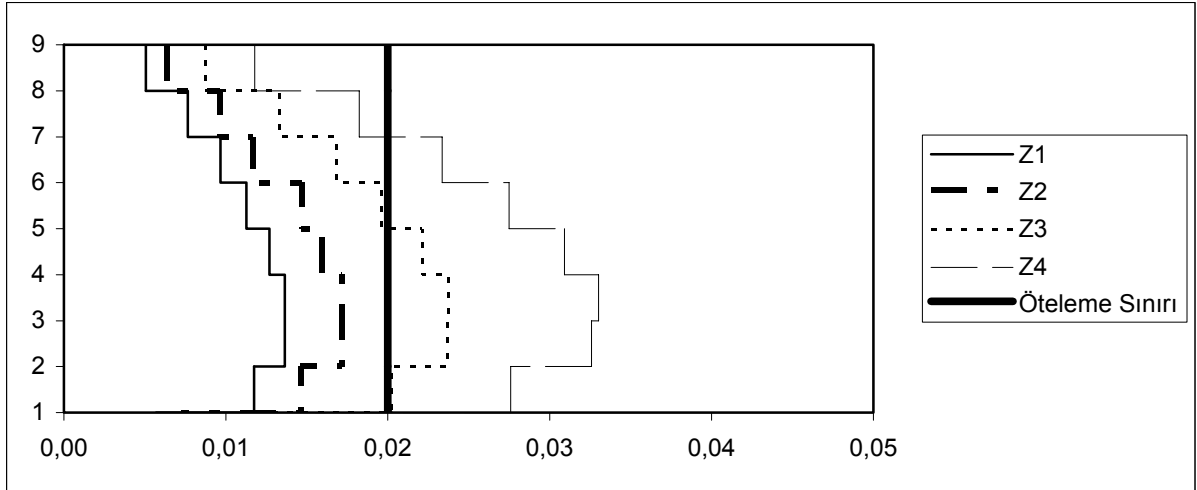
Şekil 16:
9K-1 binasının y yönündeki görelî kat ötelemelerinin gösterimi

Tablo XIII. 9K-2 binasının x yönünde görel kat ötelemelerinin değerlendirilmesi

Kat Sayısı	Zemin Sınıfı											
	Z1			Z2			Z3			Z4		
	Yer Değişirme (m)	Görel Kat Öte.	Görel Kat Öte. Sınırı	Yer Değişirme (m)	Görel Kat Öte.	Görel Kat Öte. Sınırı	Yer Değişirme (m)	Görel Kat Öte.	Görel Kat Öte. Sınırı	Yer Değişirme (m)	Görel Kat Öte.	Görel Kat Öte. Sınırı
9	0.03590	0.00429	<0.02	0.04519	0.00539	<0.02	0.06246	0.00737	<0.02	0.08623	0.00996	<0.02
8	0.03406	0.00674	<0.02	0.04288	0.00852	<0.02	0.05930	0.01176	<0.02	0.08196	0.01612	<0.02
7	0.03117	0.00861	<0.02	0.03923	0.01083	<0.02	0.05426	0.01500	<0.02	0.07505	0.02084	>0.02
6	0.02748	0.01024	<0.02	0.03459	0.01290	<0.02	0.04783	0.01787	<0.02	0.06612	0.02497	>0.02
5	0.02309	0.01167	<0.02	0.02906	0.01468	<0.02	0.04017	0.02037	>0.02	0.05542	0.02847	>0.02
4	0.01809	0.01267	<0.02	0.02277	0.01596	<0.02	0.03144	0.02212	>0.02	0.04322	0.03068	>0.02
3	0.01266	0.01281	<0.02	0.01593	0.01612	<0.02	0.02196	0.02226	>0.02	0.03007	0.03064	>0.02
2	0.00717	0.01111	<0.02	0.00902	0.01395	<0.02	0.01242	0.01923	<0.02	0.01694	0.02627	>0.02
1	0.00241	0.00562	<0.02	0.00304	0.00709	<0.02	0.00418	0.00975	<0.02	0.00568	0.01325	<0.02

*Şekil 17:**9K-2 binasının x yönündeki görel kat ötelemelerinin gösterimi***Tablo XIV. 9K-2 binasının y yönünde görel kat ötelemelerinin değerlendirilmesi**

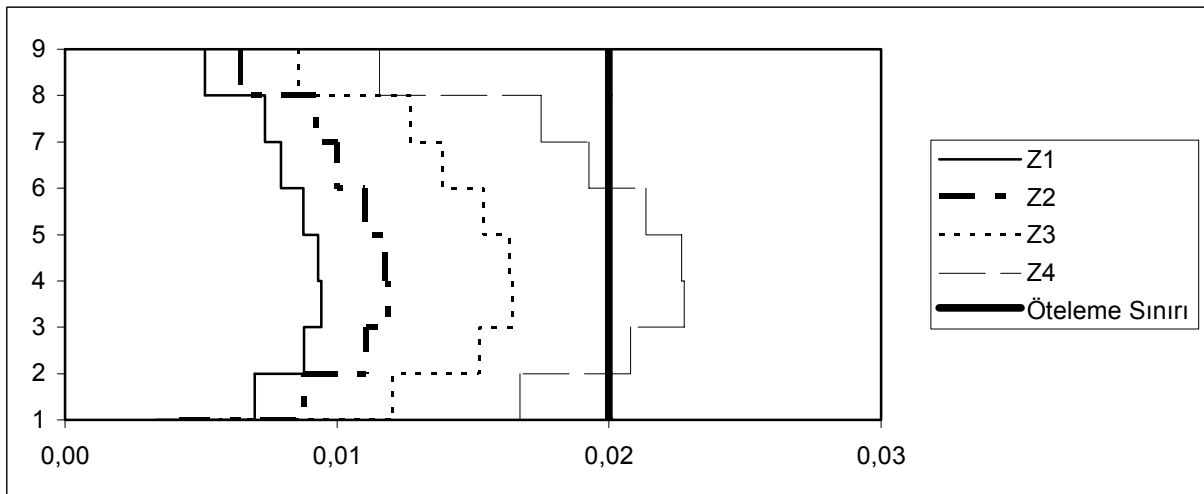
Kat Sayısı	Zemin Sınıfı											
	Z1			Z2			Z3			Z4		
	Yer Değişirme (m)	Görel Kat Öte.	Görel Kat Öte. Sınırı	Yer Değişirme (m)	Görel Kat Öte.	Görel Kat Öte. Sınırı	Yer Değişirme (m)	Görel Kat Öte.	Görel Kat Öte. Sınırı	Yer Değişirme (m)	Görel Kat Öte.	Görel Kat Öte. Sınırı
9	0.03901	0.00506	<0.02	0.04909	0.00635	<0.02	0.06787	0.00873	<0.02	0.09368	0.01178	<0.02
8	0.03684	0.00765	<0.02	0.04637	0.00964	<0.02	0.06413	0.01330	<0.02	0.08863	0.01825	<0.02
7	0.03356	0.00966	<0.02	0.04224	0.01167	<0.02	0.05843	0.01682	<0.02	0.08081	0.03036	>0.02
6	0.02942	0.01127	<0.02	0.03724	0.01468	<0.02	0.05122	0.01965	<0.02	0.06780	0.02049	>0.02
5	0.02459	0.01269	<0.02	0.03095	0.01596	<0.02	0.04280	0.02212	>0.02	0.05902	0.03092	>0.02
4	0.01915	0.01363	<0.02	0.02411	0.01717	<0.02	0.03332	0.02378	>0.02	0.04577	0.03302	>0.02
3	0.01331	0.01363	<0.02	0.01675	0.01715	<0.02	0.02313	0.02371	>0.02	0.03162	0.03260	>0.02
2	0.00747	0.01174	<0.02	0.00940	0.01465	<0.02	0.01297	0.02023	>0.02	0.01765	0.02758	>0.02
1	0.00244	0.00569	<0.02	0.00312	0.00728	<0.02	0.00430	0.01147	<0.02	0.00583	0.01555	<0.02



Şekil 18:
9K-2 binasının y yönündeki görel kat ötelemelerinin gösterimi

Tablo XV. 9K-3 binasının x yönünde görel kat ötelemelerinin değerlendirilmesi

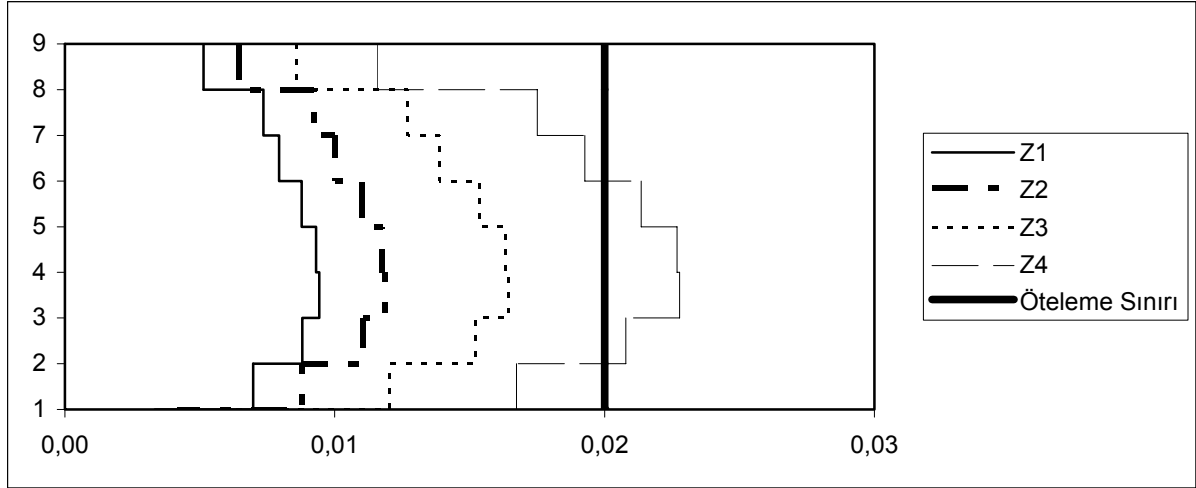
Kat Sayısı	Zemin Sınıfı											
	Z1			Z2			Z3			Z4		
	Yer Değişirme (m)	Görel Kat Öte.	Görel Kat Öte. Sınırı	Yer Değişirme (m)	Görel Kat Öte.	Görel Kat Öte. Sınırı	Yer Değişirme (m)	Görel Kat Öte.	Görel Kat Öte. Sınırı	Yer Değişirme (m)	Görel Kat Öte.	Görel Kat Öte. Sınırı
9	0.02873	0.00513	<0.02	0.03616	0.00646	<0.02	0.04983	0.00859	<0.02	0.06875	0.01157	<0.02
8	0.02653	0.00735	<0.02	0.03339	0.00924	<0.02	0.04615	0.01272	<0.02	0.06379	0.01750	<0.02
7	0.02338	0.00793	<0.02	0.02943	0.01001	<0.02	0.04070	0.01388	<0.02	0.05629	0.01927	<0.02
6	0.01998	0.00877	<0.02	0.02514	0.01101	<0.02	0.03475	0.01538	<0.02	0.04803	0.02135	>0.02
5	0.01622	0.00931	<0.02	0.02042	0.01176	<0.02	0.02816	0.01633	<0.02	0.03888	0.02268	>0.02
4	0.01223	0.00943	<0.02	0.01538	0.01185	<0.02	0.02116	0.01645	<0.02	0.02916	0.02277	>0.02
3	0.00819	0.00880	<0.02	0.01030	0.01106	<0.02	0.01411	0.01521	<0.02	0.01940	0.02079	>0.02
2	0.00442	0.00698	<0.02	0.00556	0.00880	<0.02	0.00759	0.01204	<0.02	0.01049	0.01673	<0.02
1	0.00143	0.00334	<0.02	0.00179	0.00418	<0.02	0.00243	0.00567	<0.02	0.00332	0.00775	<0.02



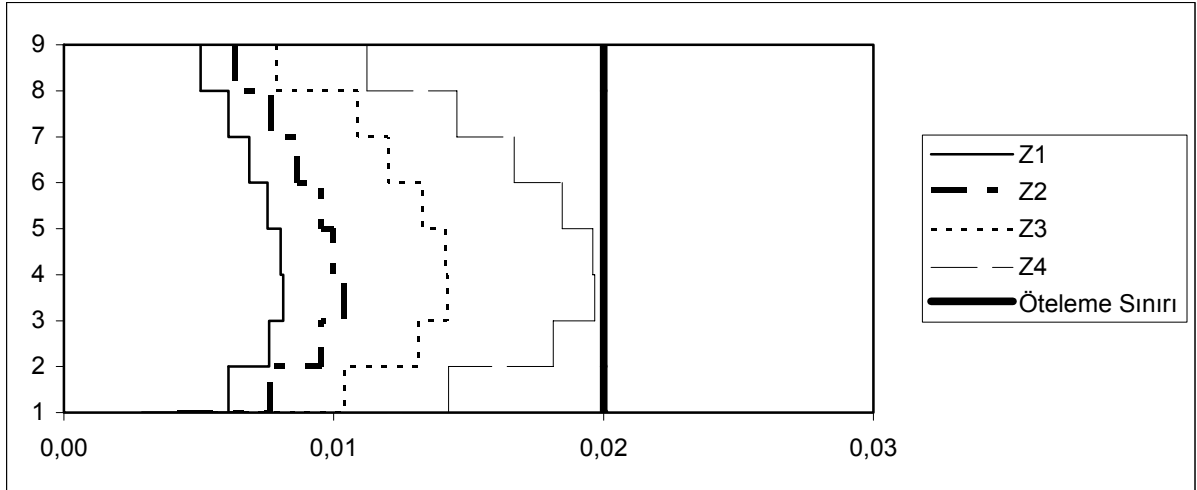
Şekil 19:
9K-3 binasının x yönündeki görel kat ötelemelerinin gösterimi

Tablo XVI. 9K-3 binasının y yönünde görel kat ötelemelerinin değerlendirilmesi

Kat Sayısı	Zemin Sınıfı											
	Z1			Z2			Z3			Z4		
	Yer Değişirme (m)	Görel Kat Öte.	Görel Kat Öte. Sınırı	Yer Değişirme (m)	Görel Kat Öte.	Görel Kat Öte. Sınırı	Yer Değişirme (m)	Görel Kat Öte.	Görel Kat Öte. Sınırı	Yer Değişirme (m)	Görel Kat Öte.	Görel Kat Öte. Sınırı
9	0.03109	0.00572	<0.02	0.03911	0.00716	<0.02	0.05398	0.00968	<0.02	0.07455	0.01318	<0.02
8	0.02864	0.00807	<0.02	0.03604	0.01013	<0.02	0.04983	0.01400	<0.02	0.06890	0.01934	<0.02
7	0.02518	0.00887	<0.02	0.03170	0.01118	<0.02	0.04383	0.01549	<0.02	0.06061	0.02151	>0.02
6	0.02138	0.00966	<0.02	0.02691	0.01216	<0.02	0.03719	0.01689	<0.02	0.05139	0.02345	>0.02
5	0.01724	0.01013	<0.02	0.02170	0.01276	<0.02	0.02995	0.01773	<0.02	0.04134	0.02464	>0.02
4	0.01290	0.01010	<0.02	0.01623	0.01274	<0.02	0.02235	0.01766	<0.02	0.03078	0.02443	>0.02
3	0.00857	0.00931	<0.02	0.01077	0.01171	<0.02	0.01478	0.01612	<0.02	0.02031	0.02224	>0.02
2	0.00458	0.00730	<0.02	0.00575	0.00917	<0.02	0.00787	0.01258	<0.02	0.01078	0.01724	<0.02
1	0.00145	0.00338	<0.02	0.00182	0.00425	<0.02	0.00248	0.00579	<0.02	0.00339	0.00791	<0.02

*Şekil 20:**9K-3 binasının y yönündeki görel kat ötelemelerinin gösterimi***Tablo XVII. 9K-4 binasının x yönünde görel kat ötelemelerinin değerlendirilmesi**

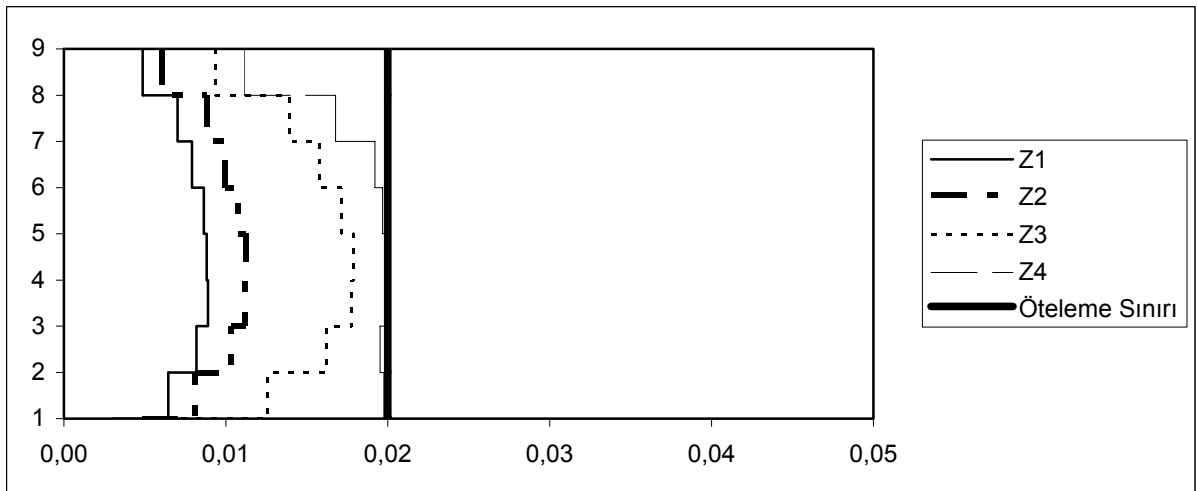
Kat Sayısı	Zemin Sınıfı											
	Z1			Z2			Z3			Z4		
	Yer Değişirme (m)	Görel Kat Öte.	Görel Kat Öte. Sınırı	Yer Değişirme (m)	Görel Kat Öte.	Görel Kat Öte. Sınırı	Yer Değişirme (m)	Görel Kat Öte.	Görel Kat Öte. Sınırı	Yer Değişirme (m)	Görel Kat Öte.	Görel Kat Öte. Sınırı
9	0.02498	0.00506	<0.02	0.03142	0.00632	<0.02	0.04321	0.00789	<0.02	0.05968	0.01122	<0.02
8	0.02281	0.00609	<0.02	0.02871	0.00768	<0.02	0.03983	0.01090	<0.02	0.05487	0.01456	<0.02
7	0.02020	0.00686	<0.02	0.02542	0.00863	<0.02	0.03516	0.01202	<0.02	0.04863	0.01668	<0.02
6	0.01726	0.00754	<0.02	0.02172	0.00952	<0.02	0.03001	0.01328	<0.02	0.04148	0.01846	<0.02
5	0.01403	0.00803	<0.02	0.01764	0.00999	<0.02	0.02432	0.01412	<0.02	0.03357	0.01960	<0.02
4	0.01059	0.00812	<0.02	0.01336	0.01038	<0.02	0.01827	0.01421	<0.02	0.02517	0.01967	<0.02
3	0.00711	0.00761	<0.02	0.00891	0.00954	<0.02	0.01218	0.01314	<0.02	0.01674	0.01813	<0.02
2	0.00385	0.00609	<0.02	0.00482	0.00763	<0.02	0.00655	0.01038	<0.02	0.00897	0.01426	<0.02
1	0.00124	0.00289	<0.02	0.00155	0.00362	<0.02	0.00210	0.00490	<0.02	0.00286	0.00667	<0.02



Şekil 21:
9K-4 binasının x yönündeki görelî kat ötelemelerinin gösterimi

Tablo XVIII. 9K-4 binasının y yönünde görelî kat ötelemelerinin değerlendirilmesi

Kat Sayısı	Zemin Sınıfı											
	Z1			Z2			Z3			Z4		
	Yer Değişirme (m)	Görelî Kat Öte.	Görelî Kat Öte. Sınırı	Yer Değişirme (m)	Görelî Kat Öte.	Görelî Kat Öte. Sınırı	Yer Değişirme (m)	Görelî Kat Öte.	Görelî Kat Öte. Sınırı	Yer Değişirme (m)	Görelî Kat Öte.	Görelî Kat Öte. Sınırı
9	0.02732	0.00485	<0.02	0.03437	0.00607	<0.02	0.04741	0.00933	<0.02	0.06547	0.01113	<0.02
8	0.02524	0.00702	<0.02	0.03177	0.00884	<0.02	0.04391	0.01392	<0.02	0.06070	0.01678	<0.02
7	0.02223	0.00791	<0.02	0.02798	0.00996	<0.02	0.03869	0.01581	<0.02	0.05351	0.01920	<0.02
6	0.01884	0.00863	<0.02	0.02371	0.01073	<0.02	0.03276	0.01715	<0.02	0.04528	0.01969	<0.02
5	0.01514	0.00882	<0.02	0.01911	0.01125	<0.02	0.02633	0.01789	<0.02	0.03684	0.01988	<0.02
4	0.01136	0.00889	<0.02	0.01429	0.01120	<0.02	0.01962	0.01776	<0.02	0.02832	0.01990	<0.02
3	0.00755	0.00819	<0.02	0.00949	0.01031	<0.02	0.01296	0.01621	<0.02	0.01979	0.01953	<0.02
2	0.00404	0.00644	<0.02	0.00507	0.00810	<0.02	0.00688	0.01259	<0.02	0.01142	0.01976	<0.02
1	0.00128	0.00299	<0.02	0.00160	0.00373	<0.02	0.00216	0.00576	<0.02	0.00295	0.00688	<0.02



Şekil 22:
9K-4 binasının y yönündeki görelî kat ötelemelerinin gösterimi

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada zemin sınıflarına göre perdeli-çerçeve yapılarıdaki gerekli perde alanının tespiti üzerinde durulmuştur. Bunun için 7 ve 9 katlı düzenli çerçeve ve değişik oranda perde alanına sahip perdeli-çerçeve yapı sistemleri oluşturulmuştur. Bu yapı sistemlerinin hem x hem de y yönünde analizleri yapılarak kat yer değiştirmeleri bulunmuştur. Bu yer değiştirmelerden faydalanılarak yapıların her bir katının görece kat ötelemesi elde edilmiş ve deprem yönetmeliğinde verilen sınır değer ile karşılaştırılmıştır. Böylelikle her bir zemin sınıfı için gerekli perde oranı tespit edilmeye çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre;

- Hem 7 katlı hem de 9 çerçeve yapıların görece kat ötelemesinin sadece Z1 zemininde sınır değeri aşmadığı diğer zemin türlerinin hepsinde katlar arası görece kat ötelemesinin sınır değeri olan 0.02 değerini aştığı gözlenmiştir.
- Perde oranı 0.005 olan yapıda ise Z1 ve Z2 de güvenli kat ötelemesi sınırlarının aşılmadığı, Z3 ve Z4 zemininde 0.02 değerinin geçildiği belirlenmiştir.
- Perde oranı 0.010'a çıkarıldığında ise Z1, Z2, Z3 zeminlerinde gerekli rijitliğin sağlandığı, fakat Z4 zemininde sınır değerini aştığı görülmüştür.
- 0.015 perde oranına sahip hem 7 hem de 9 katlı yapıların tüm zemin sınıflarında gerekli rijitliği sağladığı tespit edilmiştir.

Yukarıda maddeler halinde verilen sonuçlar yapılarıdaki perde oranının yapının yapılacağı zeminin de dikkate alınarak belirlenmesi gerektiğini göstermiştir.

6. KAYNAKLAR

1. Öztürk. T. (2005). "Betona Binalarda Deprem Perdelerinin Yerleşimi ve Tasarımı" İlkbahar-Yaz Dönemi Mesleki Eğitim Kursları. İMO. İstanbul.
2. Celep. Z., Kumbasar. N., (2005). Betona Yapılar. Beta Yayınları. İstanbul.
3. Atımtay E. (2001). Çerçeve Ve Perdeli Betona Sistemlerin Tasarımı (Temel Kavramlar ve Hesap Yöntemleri). Cilt 1-2. METU Press. Ankara.
4. Bayülke N. (2001). Depreme Dayanıklı Betona ve Yığma Yapı Tasarımı. İMO İzmir Şubesi Yayınevi. İzmir.
5. Ersoy. U. (1993). 1992 Erzincan Depreminden Alınması Gereken Dersler. 2.Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı. İstanbul. 395-403.
6. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (2007). Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri
7. Tekel. H. (2006). "Betona Yapılarda % 1 Oranında Perde Kullanımının Değerlendirilmesi". TMH- Türkiye Mühendislik Haberleri. Sayı 444-445.57-63.
8. CSI SAP 2000 V-9.0.4. Integrated Finite Element Analysis and Design of Structures Basic Analysis Reference Manual. Computer and Structures Inc. California. (2004).