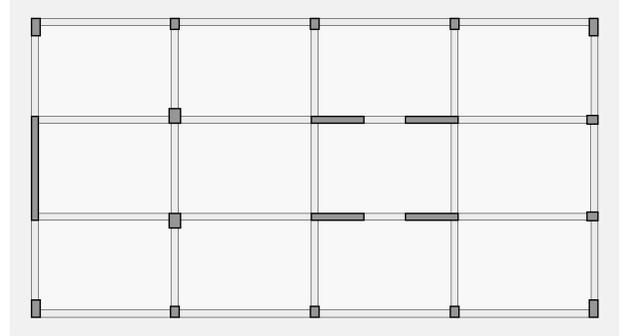


Çok Katlı Yapılarda Perdeler ve Perdeye Saplanan Kirişler

Günay Özmen
İstanbul Teknik Üniversitesi

1/45

Kat Kalıp Planı



2/45

SAP 2000 Uygulamalarında İdealleştirmeler

- Kirişler ve Kolonlar → Çubuk (Frame)
- Perdeler
 - a) Çubuk (Frame)
 - b) Sonlu Eleman (Area)
- Her iki durumda Perdelerle Saplanan Kirişlere dikkat edilmelidir.

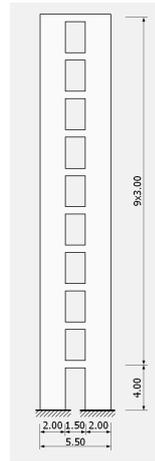
3/45

Örnek Yapı

Perde kalınlığı : 25 cm
Bağ Kirişleri : 25x60 cm²
 $E = 3 \times 10^7$ kN/m²
 $W_{tepe} = 250$ kN
 $W_{normal} = 350$ kN

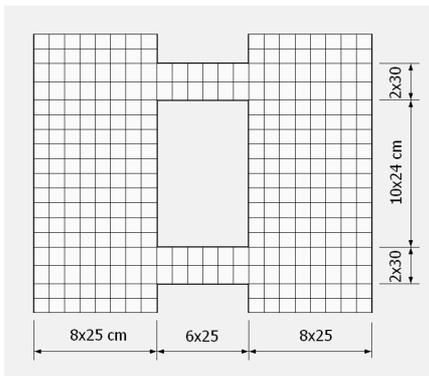
Deprem Karakteristikleri

$A_0 = 0.30$
 $T_A = 0.15$ s
 $T_B = 0.40$ s
 $R = 7$



4/45

Sonlu Eleman Ağı



5/45

Deprem Yükleri

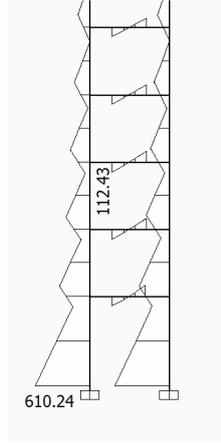
Kat	H (m)	W (kN)	W*H	F _i (kN)
10	31.00	250	7750	45.03
9	28.00	350	9800	35.41
8	25.00	350	8750	31.61
7	22.00	350	7700	27.82
6	19.00	350	6650	24.03
5	16.00	350	5600	20.23
4	13.00	350	4550	16.44
3	10.00	350	3500	12.65
2	7.00	350	2450	8.85
1	4.00	350	1400	5.06
TOPLAM		3400	58150	227.12

$T_1 = 0.722$ s
 $S = 1.559$
 $C = 0.0668$

6/45

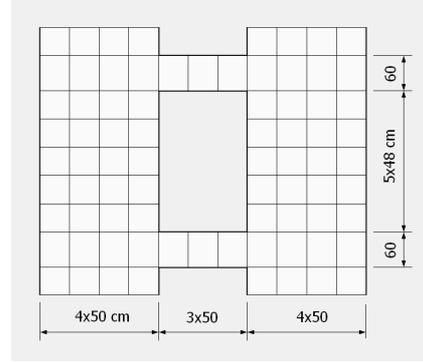
Analiz Sonucu

Draw →
Draw Section Cut...



7/45

Seyrek Sonlu Eleman Ağı



8/45

Karşılaştırma

	25x24 (Sık)	50x48 (Seyrek)	Hata (%)
Özel Periyot (T_1)	0.722	0.710	-1.7
Perde Taban Momenti	610.24	598.72	-1.9
Max Kiriş Momenti	112.43	115.57	2.8
Ağırlıklı Ortalama Hata			± 2.6

9/45

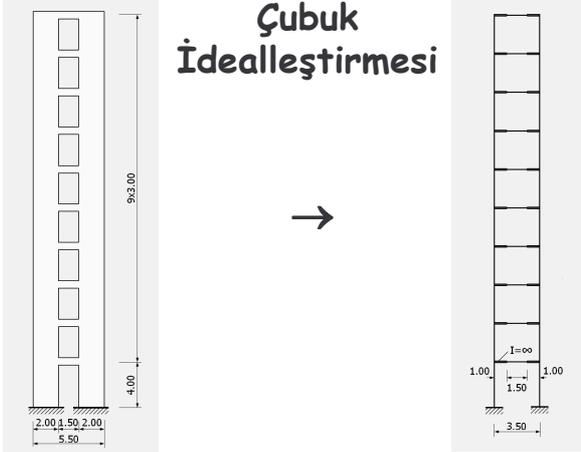
Kat Sayısına Göre Hatalar (%)

	Kat Sayısı			
	6	8	10	12
Özel Periyot (T_1)	-2.8	-2.0	-1.7	-1.3
Perde Taban Momenti	-3.4	-1.8	-1.9	-2.0
Max Kiriş Momenti	2.9	4.3	2.8	2.4
Ağırlıklı Ortalama Hata	± 2.4	± 3.1	± 2.6	± 2.1

- 25x24 (Sık) Sonlu elemanlar ağı için çözümün kesin olduğu varsayılabilir.
- Sonraki araştırmalarda 50x48 (Seyrek) Sonlu elemanlar ağı kullanılabilir.

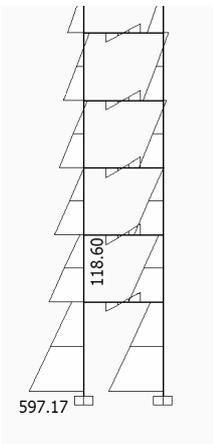
10/45

Çubuk İdealleştirme



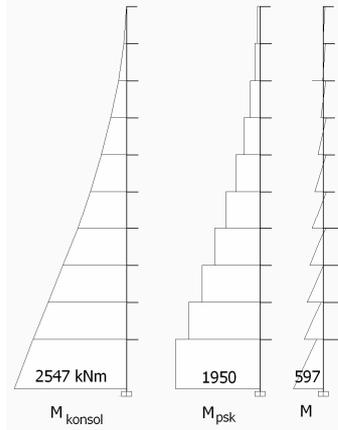
11/45

Çubuk İdealleştirme Analiz Sonucu



12/45

Perdeye Saplanan Kirişlerin Etkisi



13/45

Karşılaştırma

	25x24 SE (Kesin)	Çubuk İdealleştirilmesi	Hata (%)
Özel Periyot (T_1)	0.722	0.704	-2.5
Perde Taban Momenti	610.24	597.17	-2.1
Max Kiriş Momenti	112.43	118.60	4.9
Ağırlıklı Ortalama Hata			± 5.5

14/45

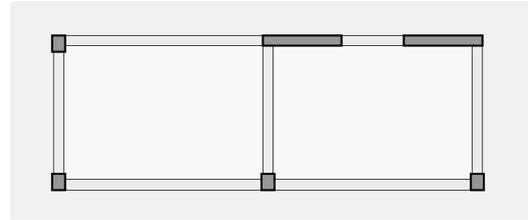
Kat Sayısına Göre Hatalar (%)

	Kat Sayısı			
	6	8	10	12
Özel Periyot (T_1)	-3.7	-3.0	-2.5	-1.8
Perde Taban Momenti	-4.4	-2.0	-2.1	-2.4
Max Kiriş Momenti	6.4	9.1	4.9	4.3
Ağırlıklı Ortalama Hata	± 7.2	± 6.8	± 5.5	± 4.3

- Hataların pratik uygulamalar bakımından yeterli oranda olduğu söylenebilir.

15/45

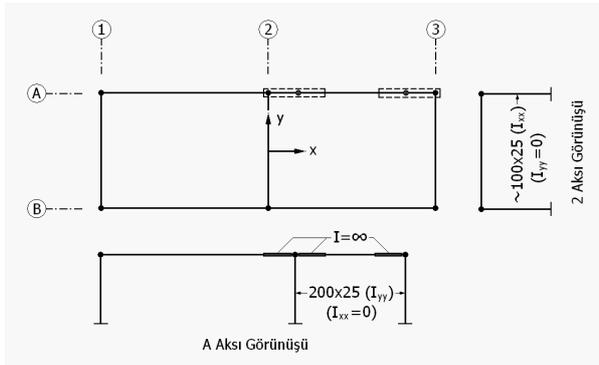
3 Boyutlu Sistemlerde Uygulama



Örnek Kalıp Planı

16/45

İdealleştirme



17/45

İdealleştirme İlkeleri

- Perdeler ağırlık merkezlerinde konulan düşey çubuklar olarak idealleştirilir.
- Perde düzlemindeki atalet momentleri dikdörtgen kesitinki kadar, düzleme dik doğrultuda ise sıfır olarak alınır.

Define →
Frame Sections... →
Set Modifiers



18/45

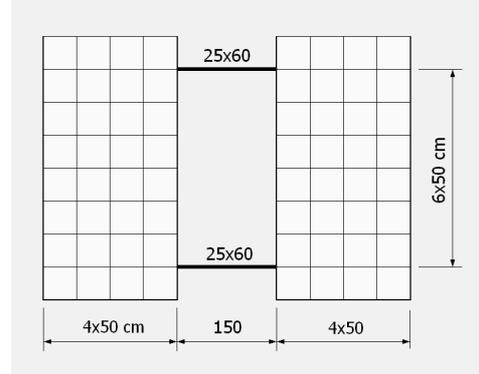
3. Perde düzlemine dik doğrultudaki davranışı temsil etmek için, perde uçlarına küçük koloncuklar yerleştirilir. Bunların perde düzlemindeki atalet momentleri sıfır olarak alınır.

4. Perde düzleminde perdeye saplanan kirişlerin perde içinde kalan bölümlerinin atalet momentleri sonsuz olarak alınır.

Assign →
Frame/Cable/Tendon →
End (Length) Offsets...

19/45

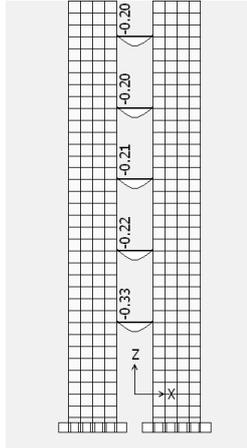
Sonlu Eleman + Çubuk İdealleştirilmesi



20/45

Bağlantı Kirişlerinde Düşey Yükleme (24 kN/m)

$$\frac{qL^2}{12} = 4.50 \text{ kNm}$$



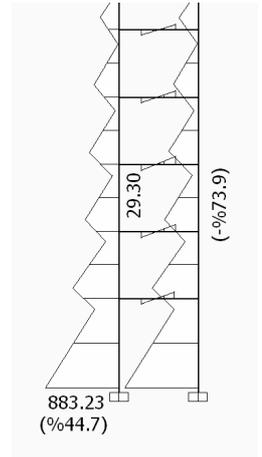
21/45

Yatay Yükleme Analiz Sonucu

$$T_1 = 1.314 \text{ s}$$

Hata : % 82.0

Draw →
Draw Section Cut...



22/45

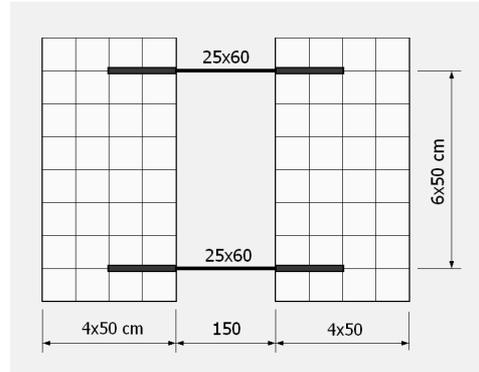
Kat Sayısına Göre Hatalar (%)

	Kat Sayısı			
	6	8	10	12
Özel Periyot (T_1)	86.9	87.3	82.0	75.2
Perde Taban Momenti	58.5	40.0	44.7	48.5
Max Kiriş Momenti	-77.4	-79.3	-73.9	-72.1
Ağırlıklı Ortalama Hata	± 71.5	± 70.1	± 64.9	± 60.2

- Hataların pratik uygulamalar bakımından çok yüksek oranda olduğu görülmektedir.

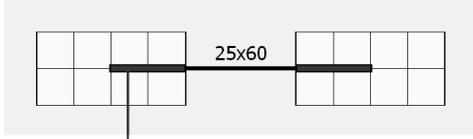
23/45

Sonlu Eleman + Rijit Saplamalı Çubuk İdealleştirilmesi



24/45

Rijit Saplmalı Çubuk



Define
→ Frame Sections...
→ Set Modifiers



25/45

Kat Sayısına Göre Hatalar (%)

	Kat Sayısı			
	6	8	10	12
Özel Periyot (T_1)	0.3	0.4	0.1	0.2
Perde Taban Momenti	2.0	1.5	1.6	2.1
Max Kiriş Momenti	0.9	-1.4	0.2	0.2
Ağırlıklı Ortalama Hata	± 3.2	± 2.8	± 2.3	± 1.9

- Hataların çok düşük (kabul edilebilir) oranda olduğu görülmektedir.

26/45

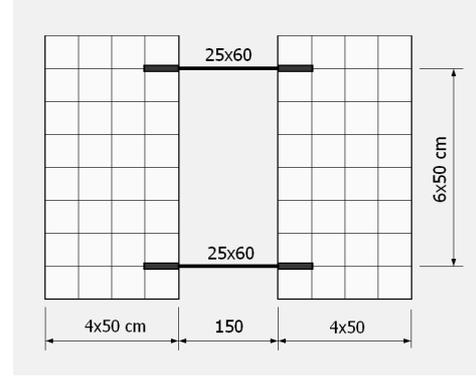
10 Katlı Yapıda Saplama Rijitliği

	Rijitlik Katsayısı (Modification Factor)				
	10^6	10^3	10^2	10	1
Özel Periyot (T_1)	0.1	0.0	0.1	0.8	6.0
Perde Taban Momenti	1.6	1.7	1.7	1.8	7.5
Max Kiriş Momenti	0.2	0.2	0.0	-1.2	-9.3
Ağırlıklı Ortalama Hata	± 2.3	± 2.3	± 2.3	± 2.3	± 8.8

- Son kolon dışındaki hataların aynı mertebede olduğu görülmektedir.
- Rijitlik katsayısı olarak 10'dan büyük herhangi bir değer alınabilir.

27/45

Sonlu Eleman + Kısa Saplmalı Çubuk İdealleştirilmesi



28/45

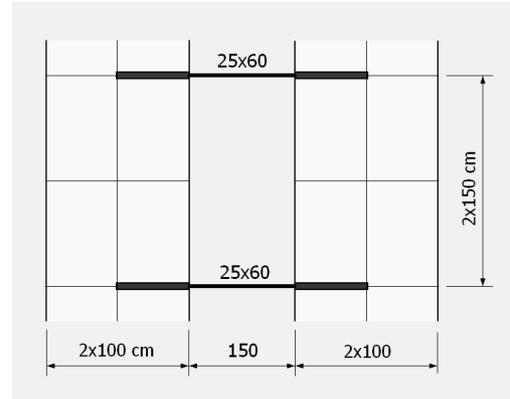
Kat Sayısına Göre Hatalar (%)

	Kat Sayısı			
	6	8	10	12
Özel Periyot (T_1)	6.4	5.6	4.4	3.7
Perde Taban Momenti	10.6	5.6	6.1	4.9
Max Kiriş Momenti	-6.4	-8.5	-6.9	-5.2
Ağırlıklı Ortalama Hata	± 5.2	± 8.0	± 6.5	± 5.4

- Hataların çok yüksek olmadığı görülmektedir.

29/45

Çok Büyük Sonlu Elemanlar



30/45

Kat Sayısına Göre Hatalar (%)

	Kat Sayısı			
	6	8	10	12
Özel Periyot (T_1)	-1.8	-1.4	-1.1	-0.8
Perde Taban Momenti	0.1	1.1	0.9	0.7
Max Kiriş Momenti	2.3	3.9	1.9	1.7
Ağırlıklı Ortalama Hata	± 4.2	± 3.7	± 3.0	± 2.5

- Hataların kabul edilebilir oranda olduğu görülmektedir.

31/45

İdealleştirme İlkeleri

1. Perdeler sonlu elemanlar (Area), kirişler çubuk (Frame) olarak idealleştirilebilir.
2. Kirişlerin perdeler içindeki uzantıları rijit saplamalar ile temsil edilir.

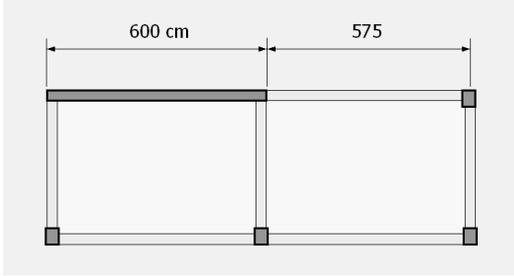
Define

- Frame Sections...
- Set Modifiers

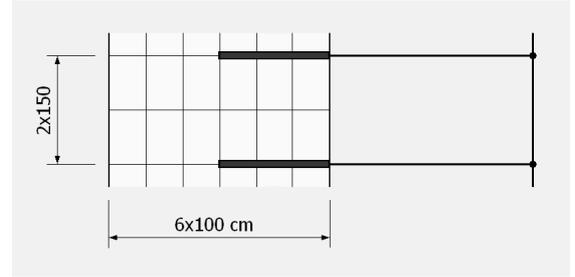
3. Saplama rijitlik katsayısı (Modification Factor) 10'dan büyük herhangi bir değer olarak alınabilir.

32/45

4. Sonlu elemanlar olabildiğince kareye yakın seçilmelidir. Her katta en az 4 eleman kullanılmalıdır. Uzun perdelerde daha çok eleman kullanılır.

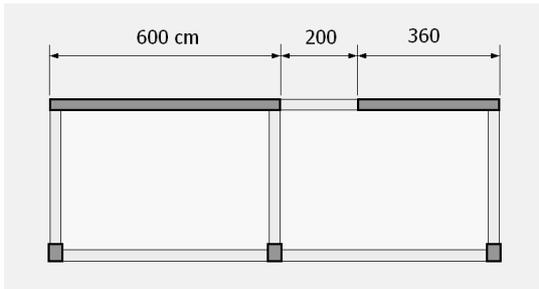


33/45

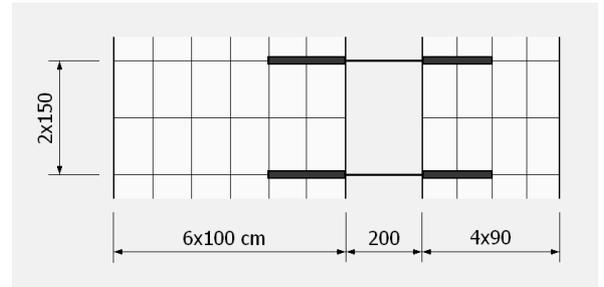


34/45

5. Kısa bağlantı kirişlerinde saplamaların perde eksenlerine kadar uzatılması gerekmez. Saplama boylarının serbest açıklık mertebesinde olması yeterlidir.

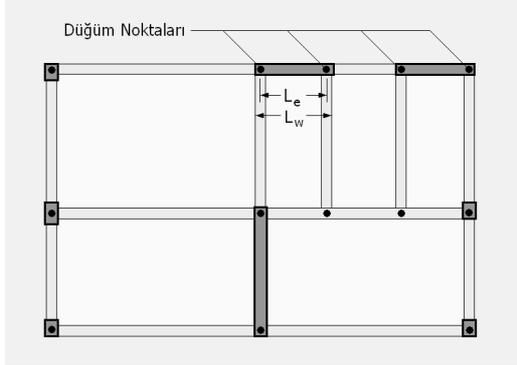


35/45



36/45

3 Boyutlu Sistemlerde Uygulama



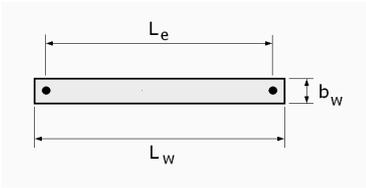
37/45

Perde Boyuna Göre Hatalar

L_w (m)	I_w (m ⁴)	L_e (m)	I_e (m ⁴)	Hata (%)
1.75	0.6699	1.50	0.4219	-37.0
2.00	1.0000	1.75	0.6699	-33.0
2.50	1.9531	2.25	1.4238	-27.1
3.00	3.3750	2.75	2.5996	-23.0
3.50	5.3594	3.25	4.2910	-19.9
4.00	8.0000	3.75	6.5918	-17.6
4.50	11.3906	4.25	9.5957	-15.8
5.00	15.6250	4.75	13.3965	-14.3
5.50	20.7969	5.25	18.0879	-13.0
6.00	27.0000	5.75	23.7637	-12.0

38/45

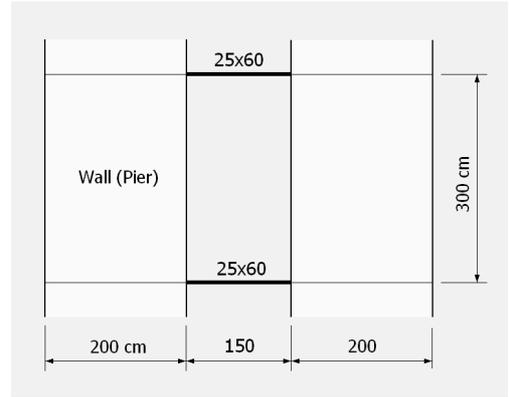
Perde rijitlikleri düzeltilmelidir. Bu işlem Set Modifiers komutu gerçekleştirilebilir. Daha pratik bir uygulama Fiktif Perde Kalınlığı tanımlamaktır.



$$b_f = \left(\frac{L_w}{L_e} \right)^3 b_w$$

39/45

ETABS Uygulaması

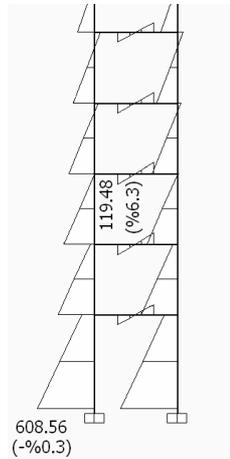


40/45

Yatay Yükleme Analiz Sonucu

$T_1 = 0.690$ s
Hata : -% 4.4

Assign →
Shell/Area →
Pier Label...



41/45

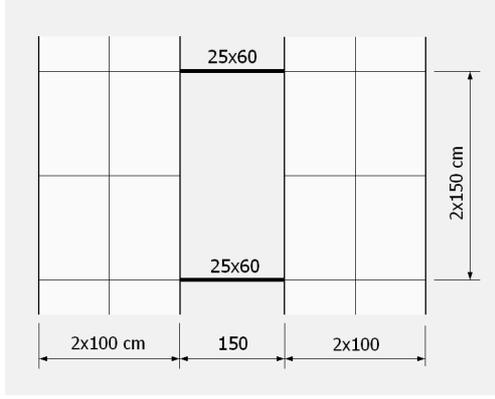
Kat Sayısına Göre Hatalar (%)

	Kat Sayısı			
	6	8	10	12
Özel Periyot (T_1)	-7.6	-5.6	-4.4	-3.4
Perde Taban Momenti	-4.1	0.5	-0.3	-0.9
Max Kiriş Momenti	5.7	10.7	6.3	5.3
Ağırlıklı Ortalama Hata	± 6.9	± 7.9	± 6.4	± 5.1

- Hataların biraz yüksek fakat kabul edilebilir oranda olduğu görülmektedir.
- Rijit saplama uygulamasının gereksiz olduğu anlaşılmaktadır.

42/45

Perdelerin Parçalara Ayrılması



43/45

Kat Sayısına Göre Hatalar (%)

	Kat Sayısı			
	6	8	10	12
Özel Periyot (T_1)	-1.5	-1.2	-1.0	-0.7
Perde Taban Momenti	1.0	1.9	1.7	1.4
Max Kiriş Momenti	2.4	3.9	1.8	1.7
Ağırlıklı Ortalama Hata	± 3.6	± 3.2	± 2.6	± 2.2

- Perdelerin 4 (6) parçaya bölünmesinin hataları önemli oranda azalttığı görülmektedir.

44/45

ETABS uygulamalarında da Perde rijitlikleri düzeltilmelidir.

Teşekkürler...

Günay Özmen
İstanbul Teknik Üniversitesi

45/45