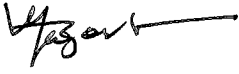


768515

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**


Doç. Dr. Mustafa ZORBOZAN
30/05/2005


Prof. Dr. Mehdi ARDOÇ
30/05/05


Prof. İbrahim ELİT
30.05.2005

**KOMPOZİT ÖNGERİLMELİ PREFABRİKE DÖŞEMELER
(Öngerilme Donatısı – Yük – Açıklık İlişkileri)**

İnş. Müh. Eyyüp SEVEN

FBE İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Yapı Programında
Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Mustafa ZORBOZAN (YTÜ)

İSTANBUL, 2005

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ.....	v
KISALTMA LİSTESİ.....	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	x
ÖNSÖZ	xi
ÖZET	xii
ABSTRACT.....	xiii
1 GİRİŞ	1
1.1 Çalışmanın Amacı.....	1
2 TANIMLAR.....	3
3. MALZEME.....	5
3.1 Beton	5
3.1.1 Prefabrike Döşeme Betonu	5
3.1.2 Topping Betonu.....	5
3.2 Çelik.....	5
3.2.1 Öngerilme Çeliği.....	5
3.2.2 Yatay Kayma Donatısı	7
3.3. Ses Yalıtım Özelliği.....	7
3.4. Isı Yalıtım Özelliği.....	7
3.5. Yangın Sırasında Davranış Özelliği.....	7
4. PREFABRİKE DÖŞEMENİN TASARIMI VE HESAP ESASLARI	9
4.1 Prefabrike Döşemede Yük ve Mesnet Koşulları.....	9
4.2 Prefabrike Döşemede Donatı Düzenleme Koşulları	11
4.3 Prefabrike Döşemenin Üretimden Sonraki Evreleri	13
5. ÖNGERİLMELİ PREFABRİKE DÖŞEMENİN ÜRETİM AŞAMALARI	15
6. KOMPOZİT ÖNGERİLMELİ PREFABRİKE DÖŞEME HESABI	17
6.1 Hesap Aşamaları	17
6.1.1 Aktarma Aşaması	17
6.1.2 İşletme Aşaması	19
6.1.3 Taşıma Gücü Hesabı	21
6.2 Kompozit Öngerilmeli Prefabrike Döşemelerde Geçici Destek Kullanılması ...	22
6.2.1 Tek Geçici Destek Kullanılması Durumu.....	22

6.2.2	İki Geçici Destek Kullanılması Durumu.....	26
6.3	Prefabrike Döşemelerde Kullanılabilirlik	29
6.3.1	Prefabrike Döşemelerde Sehim.....	29
6.3.1.1	Basit Kiriş İçin Sehim Kontrolü.....	30
7.	KOMPOZİT ÖNGERİLMELİ PREFABRİKE DÖŞEMELERDE ÖNGERİLME DONATISI – AÇIKLIK – HAREKETLİ YÜK İLİŞKİSİNİ BELİRLEYEN BİLGİSAYAR PROGRAMININ AKIŞI (METİN OLARAK)	32
8.	KOMPOZİT ÖNGERİLMELİ PREFABRİKE DÖŞEMELERDE ÖNGERİLME DONATISI – AÇIKLIK – HAREKETLİ YÜK İLİŞKİSİ	33
8.1	PS60/120 Döşemesinde Öngerilmeli Donatı Sayılarına Göre Açıklık – Hareketli Yük İlişkisi Abağı	33
8.2	PS60/140 Döşemesinde Öngerilmeli Donatı Sayılarına Göre Açıklık – Hareketli Yük İlişkisi Abağı	34
8.3	PS60/160 Döşemesinde Öngerilmeli Donatı Sayılarına Göre Açıklık – Hareketli Yük İlişkisi Abağı	35
8.4	PS60/180 Döşemesinde Öngerilmeli Donatı Sayılarına Göre Açıklık – Hareketli Yük İlişkisi Abağı	36
8.5	PS60/200 Döşemesinde Öngerilmeli Donatı Sayılarına Göre Açıklık – Hareketli Yük İlişkisi Abağı	37
8.6	PS60/220 Döşemesinde Öngerilmeli Donatı Sayılarına Göre Açıklık – Hareketli Yük İlişkisi Abağı	38
8.7	PS80/160 Döşemesinde Öngerilmeli Donatı Sayılarına Göre Açıklık – Hareketli Yük İlişkisi Abağı	39
8.8	PS80/180 Döşemesinde Öngerilmeli Donatı Sayılarına Göre Açıklık – Hareketli Yük İlişkisi Abağı	40
8.9	PS80/200 Döşemesinde Öngerilmeli Donatı Sayılarına Göre Açıklık – Hareketli Yük İlişkisi Abağı	41
8.10	PS80/220 Döşemesinde Öngerilmeli Donatı Sayılarına Göre Açıklık – Hareketli Yük İlişkisi Abağı	42
8.11	PS80/240 Döşemesinde Öngerilmeli Donatı Sayılarına Göre Açıklık – Hareketli Yük İlişkisi Abağı	43
8.12	PS60/260 Döşemesinde Öngerilmeli Donatı Sayılarına Göre Açıklık – Hareketli Yük İlişkisi Abağı	44
8.13	PS100/200 Döşemesinde Öngerilmeli Donatı Sayılarına Göre Açıklık – Hareketli Yük İlişkisi Abağı	45
8.14	PS100/220 Döşemesinde Öngerilmeli Donatı Sayılarına Göre Açıklık – Hareketli Yük İlişkisi Abağı	46
8.15	PS100/240 Döşemesinde Öngerilmeli Donatı Sayılarına Göre Açıklık – Hareketli Yük İlişkisi Abağı	47
8.16	PS100/260 Döşemesinde Öngerilmeli Donatı Sayılarına Göre Açıklık – Hareketli Yük İlişkisi Abağı	48
8.17	PS100/280 Döşemesinde Öngerilmeli Donatı Sayılarına Göre Açıklık – Hareketli Yük İlişkisi Abağı	49
8.18	PS100/300 Döşemesinde Öngerilmeli Donatı Sayılarına Göre Açıklık – Hareketli Yük İlişkisi Abağı	50
9.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	51

KAYNAKLAR52

EKLER53

Ek 1 Kompozit Döşeme Hareketli Yük Taşıma Kapasitesini Hesaplamak
İçin Hazırlanan Program54

ÖZGEÇMİŞ59



SİMGE LİSTESİ

A_p	Öngerilmeli prefabrike döşemenin kesit alanı
A_{spa}	Alt öngerme donatı alanı
A_{spu}	Üst öngerme donatı alanı
a	Beton eşdeğer dikdörtgen basınç bloğu derinliği
b	Öngerilmeli prefabrike döşeme kesit genişliği ($b = 240$ cm)
D_{k1}	Alt öngerme donatı merkezinin kompozit döşemenin alt kenarına olan mesafesi
D_{p1}	Alt öngerme donatı merkezinin prefabrike döşemenin alt kenarına olan mesafesi
D_{p2}	Üst öngerme donatı merkezinin prefabrike döşemenin üst kenarına olan mesafesi
E_c	Beton elastisite modülü
e_p	Öngerme kuvveti eksantrikliği
f_{ck}	Betonun 28 günlük karakteristik silindir basınç dayanımı
f_{cjk}	j günlük betonun karakteristik silindir basınç dayanımı
f_{pd}	Öngerme donatısı hesap kopma dayanımı
f'_{pd}	Öngerme donatısı için azaltılmış hesap kopma dayanımı
f_{pk}	Öngerme donatısı karakteristik kopma dayanımı
g	Toplam sabit ağırlık ($g = g_1 + g_2 + g_3 \rightarrow \text{kN/m}^2$)
g_1	Öngerilmeli prefabrike döşeme ağırlığı (kN/m^2).
g_2	Topping betonu ağırlığı (kN/m^2).
g_3	Kaplama ağırlığı (kN/m^2).
G	Toplam sabit yük ($G = b \times g \rightarrow \text{kN/m}$).
G_1	Öngerilmeli prefabrike döşeme yükü ($G_1 = b \times g_1 \rightarrow \text{kN/m}$).
G_2	Topping betonu yükü. ($G_2 = b \times g_2 \rightarrow \text{kN/m}$).
G_3	Kaplama yükü. ($G_3 = b \times g_3 \rightarrow \text{kN/m}$).
h_k	Kompozit döşemenin (preslab+topping) kalınlığı
h_p	Öngerilmeli prefabrike döşeme kalınlığı
I_p	Öngerilmeli prefabrike döşemenin atalet momenti
I_k	Kompozit döşemenin atalet momenti
k_c	1 kgf/cm^2 (0,1 N/mm^2) lik gerilmede betonun sünme miktarı
L	Döşeme hesap açıklığı
M_d	Hesap eğilme momenti
M_{G1}	Öngerilmeli prefabrike döşemenin kendi ağırlığından oluşan eğilme moment
M_{G2}	Topping betonu ağırlığından oluşan eğilme moment
M_{G3}	Kaplama ağırlığından oluşan eğilme momenti
M_Q	Hareketli yükten oluşan eğilme momenti
M_{po}	Aktarma aşamasında toplam öngerme kuvvetinden oluşan moment.
$M_{p\infty}$	İşletme aşamasında toplam öngerme kuvvetinden oluşan moment
M_r	Kesitin eğilme momenti taşıma gücü
N_{po}	Aktarma aşamasında toplam öngerme kuvveti
$N_{p\infty}$	İşletme aşamasında toplam öngerme kuvveti
n_u	Üst öngerme donatı sayısı
n_a	Alt öngerme donatı sayısı
$P_{a,o}$	Aktarma aşamasında alt donatıların öngerme kuvveti
$P_{a,\infty}$	İşletme aşamasında alt donatıların öngerme kuvveti
P_d	Hesap yükü
$P_{u,alt}$	Alt öngerme donatıların hesap kuvveti
$P_{u,o}$	Aktarma aşamasında üst donatıların öngerme kuvveti
$P_{u,\infty}$	İşletme aşamasında üst donatıların öngerme kuvveti
q	Hareketli yük (kN/m^2)

Q	Toplam Hareketli Yük ($Q = b \times q \rightarrow \text{kN/m}$).
y_k	Kompozit döşeme ağırlık merkezinin döşeme alt kenarına olan mesafesi
W_{pa}	Öngerilmeli prefabrike döşemenin alt kenar için mukavemet momenti
W_{pu}	Öngerilmeli prefabrike döşemenin üst kenar için mukavemet momenti
y_p	Öngerilmeli prefabrike döşemenin ağırlık merkezinin alt kenarına olan mesafesi
λ	Narinlik
ρ_p	Öngerme donatısı yüzdesi
σ_{alt}	Aktarma aşamasında öngerilmeli prefabrike döşemenin alt kenarında ilk öngerme kuvveti ile prefabrike döşemenin kendi ağırlığından dolayı oluşan gerilme
σ'_{alt}	İşletme aşamasında öngerilmeli kompozit döşemenin alt kenarında efektif öngerme kuvveti ile işletme yüklerinden dolayı oluşan gerilme
$\sigma_{alt,1}$	Aktarma aşamasında geçici desteksiz durumda prefabrike döşemenin alt kenarında öngerme kuvveti ile prefabrike döşemenin kendi ağırlığından dolayı oluşan gerilme
$\sigma_{alt,2}$	Aktarma aşamasında geçici destekli durumda öngerilmeli kompozit preslab döşemenin alt kenarında ilk öngerme kuvveti, prefabrike döşemenin kendi ağırlığı ve topping betonu ağırlığından dolayı oluşan gerilme
$\sigma_{alt,3}$	Topping betonu prizini alıp geçici destek kaldırıldıktan sonra öngerilmeli kompozit döşemenin alt kenarında ilk öngerme kuvveti, prefabrike döşemenin kendi ağırlığı ve topping betonu ağırlığından dolayı oluşan gerilme
$\sigma_{alt,4}$	İşletme aşamasında (inşası sırasında geçici destek kullanılan döşemelerde) öngerilmeli kompozit döşemenin alt kenarında efektif öngerme kuvveti ile işletme yüklerinden dolayı oluşan gerilme
σ_b	Beton basınç güvenlik gerilmesi
σ_{ϕ}	Beton çekme güvenlik gerilmesi
$\sigma_{\phi a}$	Açıklıkta beton çekme güvenlik gerilmesi
$\sigma_{\phi m}$	Mesnette beton çekme güvenlik gerilmesi
$\sigma_{s,ilk}$	İlk germe anındaki beton çekme güvenlik gerilmesi
$\sigma_{s,0}$	Aktarma anındaki beton çekme güvenlik gerilmesi
$\sigma_{üst}$	Aktarma aşamasında öngerilmeli prefabrike döşemenin üst kenarında ilk öngerme kuvveti ile prefabrike döşemenin kendi ağırlığından dolayı oluşan gerilme
$\sigma'_{üst}$	İşletme aşamasında öngerilmeli kompozit döşemenin üst kenarında efektif öngerme kuvveti ile işletme yüklerinden dolayı oluşan gerilme
$\sigma_{t,üst,\infty}$	İşletme aşamasında (inşası sırasında geçici destek kullanılan döşemelerde) öngerilmeli kompozit döşemenin üst kenarında efektif öngerme kuvveti ile işletme yüklerinden dolayı oluşan gerilme
$\sigma_{üst,1}$	Aktarma aşamasında geçici desteksiz durumda prefabrike döşemenin üst kenarında öngerme kuvveti ile prefabrike döşemenin kendi ağırlığından dolayı oluşan gerilme
$\sigma_{üst,2}$	Aktarma aşamasında geçici destekli durumda öngerilmeli kompozit döşemenin üst kenarında ilk öngerme kuvveti, prefabrike döşemenin kendi ağırlığı ve topping betonu ağırlığından dolayı oluşan gerilme
$\sigma_{üst,3}$	Topping betonu prizini alıp geçici destek kaldırıldıktan sonra öngerilmeli kompozit döşemenin üst kenarında ilk öngerme kuvveti, prefabrike döşemenin kendi ağırlığı ve topping betonu ağırlığından dolayı oluşan gerilme
$\sigma_{üst,4}$	İşletme aşamasında öngerilmeli kompozit döşemede prefabrike döşeme ile topping betonunun birleştiği kenarda efektif öngerme kuvveti ile işletme yüklerinden dolayı oluşan gerilme
τ_c	Betonun taşıma gücü kayma gerilmesi
γ_b	Betonarme özgül ağırlığı ($\gamma_b = 25 \text{ kN/m}^3$)

KISALTMA LİSTESİ

CSTB	Du Centre Scientifique Et Technique Du Batiment (Yapı Tekniğı ve Bilimi Merkezi)
TS-500-2000	Türk Standartları Enstitüsü (Betonarme Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları)
TS-3233-1979	Türk Standartları Enstitüsü (Öngerilmeli Beton Hesap ve Yapım Kuralları)
PS	Preslab (Prefabrike Döşeme)



ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1	Kompozit prefabrike döşeme (CSTB ,1984)	3
Şekil 2.2	Kiriş taşıyıcı elemanına oturtulan prefabrike döşeme (CSTB, 1984)	4
Şekil 2.3	Betonarme Perde veya duvar taşıyıcı elemanına oturtulan prefabrike döşeme (CSTB, 1984)	4
Şekil 4.1	Prefabrike döşemede donatı uzatılması	12
Şekil 4.2	Prefabrike döşemede donatı düzenlemesi (CSTB, 1984)	13
Şekil 5.1	Öngerilmeli Prefabrike Döşeme Üretim Aşamaları.....	16
Şekil 6.1	Aktarma anında öngerilmeli prefabrike döşeme kesitinde oluşan gerilmeler	19
Şekil 6.2	İşletme aşamasında kompozit döşeme kesitinde oluşan gerilmeler.....	20
Şekil 6.3	Tek geçici destek kullanılan prefabrike döşeme.....	23
Şekil 6.4	Tek geçici destek kullanılması durumunda oluşan moment diyagramı.....	24
Şekil 6.5	Geçici desteğin kaldırılması sonucu açıklık ortasında eğilme momenti.....	25
Şekil 6.6	İki geçici destek kullanılan prefabrike döşeme.....	26
Şekil 6.7	İki geçici destek kullanılması durumunda oluşan moment diyagramı	27
Şekil 6.8	İki geçici destek kullanılması durumunda M_{G2} momenti.....	28
Şekil 6.9	İki geçici destek kullanılması durumunda M_{G2} momenti ve sistemi etkileyen yükler	28
Şekil 8.1	PS60/120 döşemesinde öngerilme donatı sayısı – açıklık – hareketli yük İlişkisi.....	33
Şekil 8.2	PS60/140 döşemesinde öngerilme donatı sayısı – açıklık – hareketli yük İlişkisi.....	34
Şekil 8.3	PS60/160 döşemesinde öngerilme donatı sayısı – açıklık – hareketli yük İlişkisi.....	35
Şekil 8.4	PS60/180 döşemesinde öngerilme donatı sayısı – açıklık – hareketli yük İlişkisi.....	36
Şekil 8.5	PS60/200 döşemesinde öngerilme donatı sayısı – açıklık – hareketli yük İlişkisi.....	37
Şekil 8.6	PS60/220 döşemesinde öngerilme donatı sayısı – açıklık – hareketli yük İlişkisi.....	38
Şekil 8.7	PS80/160 döşemesinde öngerilme donatı sayısı – açıklık – hareketli yük İlişkisi.....	39
Şekil 8.8	PS80/180 döşemesinde öngerilme donatı sayısı – açıklık – hareketli yük İlişkisi.....	40
Şekil 8.9	PS80/200 döşemesinde öngerilme donatı sayısı – açıklık – hareketli yük İlişkisi.....	41
Şekil 8.10	PS80/220 döşemesinde öngerilme donatı sayısı – açıklık – hareketli yük İlişkisi.....	42
Şekil 8.11	PS80/240 döşemesinde öngerilme donatı sayısı – açıklık – hareketli yük İlişkisi.....	43
Şekil 8.12	PS80/260 döşemesinde öngerilme donatı sayısı – açıklık – hareketli yük İlişkisi.....	44
Şekil 8.13	PS100/200 döşemesinde öngerilme donatı sayısı – açıklık – hareketli yük İlişkisi.....	45
Şekil 8.14	PS100/220 döşemesinde öngerilme donatı sayısı – açıklık – hareketli yük İlişkisi.....	46
Şekil 8.15	PS100/240 döşemesinde öngerilme donatı sayısı – açıklık – hareketli yük İlişkisi.....	47

Şekil 8.16	PS100/260 döşemesinde öngerilme donatı sayısı – açıklık – hareketli yük ilişkisi.....	48
Şekil 8.17	PS100/280 döşemesinde öngerilme donatı sayısı – açıklık – hareketli yük ilişkisi.....	49
Şekil 8.18	PS100/300 döşemesinde öngerilme donatı sayısı – açıklık – hareketli yük ilişkisi.....	50



ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 4.1 Prefabrike döşemenin üretimden sonraki evreleri (CSTB ,1977).....14



ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasının hazırlanmasında, göstermiş olduğu anlayış ve yardımlarından dolayı değerli hocam ve tez danışmanım Doç. Dr. Mustafa Zorbozan'a, tezin bazı aşamalarında bana yardımcı olan İnş. Müh. Korhan Karagöz ve İnş Müh. Serdar Günbay'a, tezin hazırlanmasında bana kaynak sunan Gök İnş. A.Ş'ye teşekkür ederim.

Benim bu günlere gelmemde maddi ve manevi desteğini esirgemeyen anneme ve babama minnettarım.



ÖZET

Kompozit prefabrike döşeme, öngerilmeli veya betonarme bir prefabrike dolu plakla, en az bu plak kalınlığında yerinde dökme (topping) betondan oluşur. Prefabrike döşeme plağı, pürüzlü bir üst yüzey ile düz bir alt yüzeye sahiptir. Pürüzlü üst yüzey, plak ve yerinde dökme betonun birlikte çalışmasını sağlar.

Öngerilmeli prefabrike döşemeler 60,120 ve 240 cm standart genişliklerinde, 6 cm ve üzeri kalınlıklarda üretilirler. Prefabrike özelliğinden dolayı montajı oldukça kolaydır.

Prefabrike döşemeler, basit mesnetli ve tek açıklıklı olarak hesaplanıp yapıda kullanılabildikleri gibi bir taraftan ya da iki taraftan sürekli olarak da uygulamaları yapılmaktadır. Öngerilmeli prefabrike döşemelerde hesap aktarma, işletme ve taşıma gücü olmak üzere üç safhada yapılır. Ayrıca montaj aşamasında geçici destekler kullanılarak açıklık ve taşıma kapasitesi artırılabilir.

Bu çalışmada, kompozit prefabrike döşeme sistemlerinin kullanım yerleri, malzeme özellikleri, yapım teknikleri, üstünlükleri ve hesap esasları hakkında genel bilgiler verilmiştir. Sonra iki kenarından basit mesnetli kompozit öngerilmeli prefabrike döşeme sistemlerinin hesapları, yapım aşamalarının desteksiz, tek ve iki geçici destekli olması durumlarına göre ayrı ayrı ele alınmış ve her bir durumda aktarma, montaj, işletme ve taşıma gücü aşamaları için hesap bağıntıları oluşturulmuştur. Bu bağıntılar kullanılarak öngerilme donatı sayısı- yerinde dökme beton kalınlığı- prefabrike döşeme kalınlığı kombinasyonlarına bağlı olarak, açıklık- hareketli yük ilişkilerini veren abaklar oluşturulmuştur.

Anahtar kelimeler: Kompozit, topping betonu, öngerme, prefabrike, geçici destek.

ABSTRACT

Composed preslab floors consist a prestressing or reinforced concrete prefabricated solid slab and concrete cast in situ (topping) which should be thick at least equal to slabs. Prefabricated preslabs have rough upper surface and smooth bottom. Rough upper surface provides to interface with the second phase concrete.

Prestressed prefabricated preslabs are manufactured by 60,120 and 240 cm standard wideness and 6 cm or more thickness. Because of being prefabricated, installations of preslabs are easy. It 's beneficial because of non-using mould during the installation.

Preslab floors are calculated with simple supports and one bay as using in the construction. Also they are installed by their one or two sides are continuous. The calculation of prestressing preslabs is done for three phases. These are transferring, operating and the strength of preslabs. Also during the installation, using of temporary supports provide increasing the lenght of bay and carrying capacity. Owing to temporary supports, lenghts of bays can be 7-8 m.

In this study, first, installation places of composed preslabs, chracteristics of material, erection technics, advantages and calculation principles of preslabs have been evaluated. Then, the calculation of composed prestressed preslabs, simple supported from two sides, evaluated according to erection phases without, single or two temporary support sitution and calculation formulas improved for transferring, installation, operating and carrying capasity in each phases. Owing to these formulas, the graphs give span-operational loads relation are gotten including number of prestressing reinforcement – concrete cast in situ thickness- prefabricated preslabs thickness combines.

Keywords: Composed, preslabs, topping concrete, prestressing, prefabricate, temporary support.

1.GİRİŞ

Öngerilmeli prefabrike döşeme konut, okul, ofis ve hastane tipi yapıların arakatlarında yaygın olarak kullanılan döşeme türlerinden biridir. Kompozit prefabrike döşeme, öngerilmeli veya öngerilmemiş prefabrike plak ile en az bu plağın kalınlığında yerinde dökme betondan oluşur. Yerinde dökme beton ile döşemenin kalınlığı artırılarak daha fazla yükün taşınması sağlanır. Kompozit prefabrike döşemelerle inşa sırasında kullanılan geçici destekler sayesinde 7-8 m. açıklıklar geçilebilmektedir.

Bu çalışmada, önce kalıpsız, iskelesiz döşeme yapım tekniğiyle inşa edilen kompozit prefabrike döşeme sistemlerinin kullanım yerleri, malzeme özellikleri, yapım teknikleri, üstünlükleri ve hesap esasları hakkında genel bilgiler verilmiştir. Sonra iki kenarından basit mesnetli kompozit öngerilmeli prefabrike döşeme sistemlerinin hesapları, yapım aşamalarının desteksiz, tek ve iki destekli olması durumlarına göre ayrı ayrı ele alınmış ve her bir durumda aktarma, montaj, işletme ve taşıma gücü aşamaları için hesap bağıntıları oluşturulmuştur. Bu bağıntılar kullanılarak farklı sayıda öngerilme donatılarına sahip çeşitli kalınlıklardaki prefabrike döşemelerde topping betonu kalınlığı değiştirilerek her bir kompozit prefabrike döşeme için taşıma kapasitesi belirlenerek açıklık hareketli yük ilişkilerini veren abaklar oluşturulmuştur.

Öngerilmeli döşemenin prefabrik eleman olması dolayısıyla montajı oldukça kolaydır. Kalıp ve iskele kullanılmadığından inşaat maliyeti azalmaktadır. Standart boyutlarda üretildiklerinden duvar veya dolgularla bağlantı yerleri mevcuttur. Kompozit bir malzeme olmasından dolayı elektrik vb. tesisatlar döşemenin içinden geçirilebilir. Isı ,ses ve yangın izolasyonları açısından yerinde dökme döşemelerden daha avantajlıdır. Sıvasız pürüzsüz alt yüzeyi sayesinde hemen boyanabilme özelliğine sahiptir. Ayrıca betonarme karkas, yığma ve çelik yapılara uyumludur.

1.1 Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı:

- Prefabrike öngerilmeli döşeme ile yerinde dökme (topping) betonun birlikte kullanılması ile elde edilen kompozit prefabrike döşeme sistemlerinin kullanım yerleri, malzeme özellikleri, yapım teknikleri, üstünlükleri, hesap esasları hakkında genel bilgiler vermek,
- Bu genel bilgiler ışığında iki kenarından basit mesnetli kompozit öngerilmeli prefabrike döşeme sistemlerinin hesapları, yapım aşamalarının desteksiz, tek ve iki destekli olması

durumlarına göre ayrı ayrı ele alınarak ve her bir durumda aktarma, montaj, işletme ve taşıma gücü aşamaları için hesap bağıntıları oluşturmak,

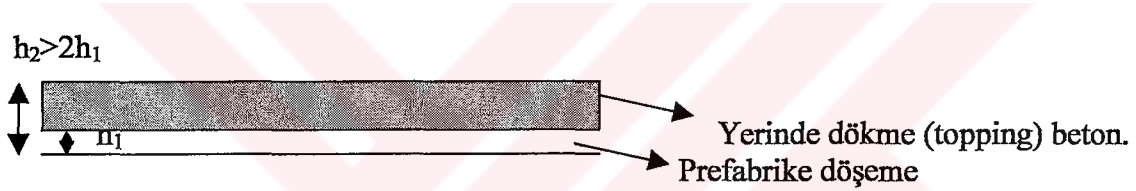
- Bu hesap bağıntıları kullanılarak teklif ve projelendirme aşamasında öngerilme hesabı yapılmaksızın açıklık ve hareketli yük belli iken kolaylıkla döşeme kalınlıkları ile öngerilme donatı sayılarını elde edebilecek abaklar oluşturmak,
- Yapılan çalışmadan gerekli sonuçlar çıkarılarak bu konu ile ilgili gelecekte yapılacak çalışmalar için önerilerde bulunmaktır.



2. TANIMLAR

Prefabrike döşeme, dolu plak türünden olup, kompozit döşemenin alt kısmını oluşturan ve taşıyıcı eleman olarak kullanılan öngerilmeli veya öngerilmesiz prefabrike beton plağını ifade etmektedir. Kompozit prefabrike döşeme ise kesitin bir kısmı prefabrike döşemeden oluşan, ve bu kısım yapıda yerine oturtulduktan sonra en az bu kısmın kalınlığına eşit, kesitin diğer kısmının betonunun (topping) döküldüğü ve bu iki kısmı tek bir kesit gibi çalışan döşemelerdir (Şekil 2.1).

Prefabrike döşemelere önceden germe yöntemiyle öngerilme verilmektedir. Bu yöntemde, öngerilme çeliğinin beton dökümü yapılmadan önce verenerle gerilmesi, daha sonra beton dökülüp prizini aldıktan sonra verenerlerin gevşetilmesiyle betona öngerilme verilmektedir. Betonun sertleşmesini hızlandırmak ve tezgahları verimli kullanmak amacıyla buhar kürü uygulaması yapılır.



Şekil 2.1 Kompozit prefabrike döşeme (CSTB ,1984)

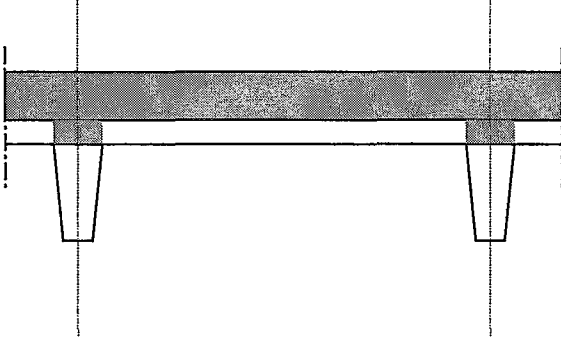
Prefabrike döşemelerin alt yüzeyleri düz, üst yüzeyleri pürüzlüdür. Bu da prefabrike döşemenin üstte kullanılan topping betonuyla birlikte çalışmasını sağlar. Kompozit sistem sayesinde çeşitli tesisatlar (elektrik vb.) döşemenin içine monte edilebilir.

Prefabrike döşeme birkaç gruba ayrılabilir:

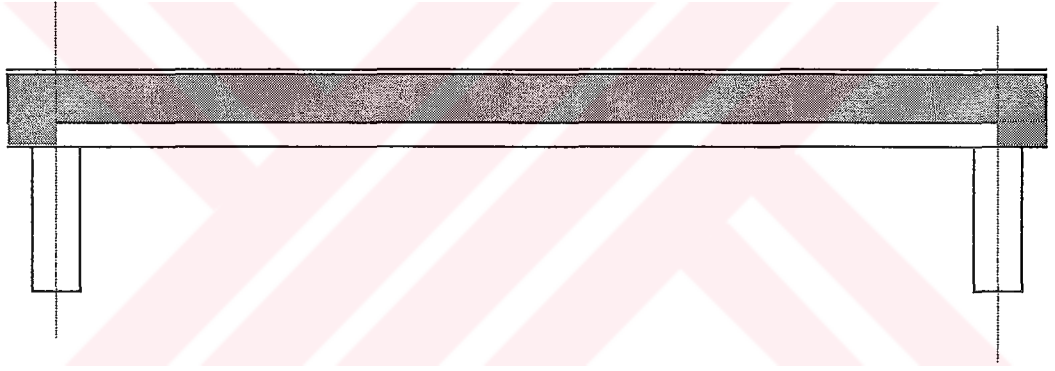
- Donatı karakterine göre:
 - Betonarme prefabrike döşeme.
 - Öngerilmeli beton prefabrike döşeme.

- Boyutlarına göre:

60, 120 ve 240 cm genişliklerinde ve genellikle 6 cm ve üzeri kalınlıkta üretilirler. Betonarme prefabrike döşemeler oda boyutlarında üretilebildiklerinden duvar veya dolgularla bağlantı yerleri mevcuttur.



Şekil 2.2 Kiriş taşıyıcı elemanına oturtulan prefabrike döşeme (CSTB, 1984)



Şekil 2.3 Betonarme perde veya duvar taşıyıcı elemanına oturtulan prefabrike döşeme (CSTB, 1984)

Prefabrike döşemeler, doğrudan betonarme kirişlere mesnetlenebildiği gibi betonarme perde ve duvarlara da oturtulabilir (Şekil 2.2 ve Şekil 2.3).

3. MALZEME

3.1. Beton

3.1.1 Prefabrike Döşeme Betonu

Kum ve 5/15 oranlı agregayla CPA 400 veya CPA 500 (hızlı priz alan çimento) sınıfından 400 kg çimentodan (betonun 1 m³'ünde) oluşan beton, 28 günde 400 kg/cm²'lik bir dayanıma sahiptir (CSTB, 1977).

3.1.2 Topping Betonu

Kum ve 5/15 oranlı agregayla 32.5 çimento sınıfından 350 kg çimentodan (topping betonunun 1 m³'ünde) oluşur (CSTB, 1977).

Beton su geçirmez bir örtü ile örtülmeli ve çevresi sürekli ıslatılacak şekilde (gereğinde sprinkler sistemi kullanılarak) sulanmalı ve bu şekilde en az yedi gün rutubetli korunmalıdır.

Beton, kür sırasında kızgın güneşe ve kurutucu rüzgarlara açık bırakılmamalıdır.

Isı kürü süresi; çimento oranı, eleman boyutları, istenen süredeki beton dayanımı ve benzeri etkenlere bağlıdır. Özel durumlarda süre deneylerle saptanmalıdır. Genel olarak beton dökümünden sonraki 3-5 saatlik beklemeden sonra maksimum sıcaklık olan 60 –80 °C 'a ve doymun rutubete saatte 20 –23 °C lik artışlarla ulaşılmalı ve tüm kür süresi 18 saati geçmeyecek biçimde düzenlenmelidir. Isı kürü, yüksek alümine veya sülfatlı betonlu çimentolu betonlarda kullanılmamalıdır.

Öngerilmeli beton yapımında katkı maddelerinin kullanımından kaçınılmalıdır. Özellikle kalsiyum klorürlü katkı maddeleri öngerilmeli betonda kesinlikle kullanılmamalıdır. Diğer katkı maddeleri ancak deneysel karışımlarla uygunlukları kanıtlanırsa kullanılmalıdır (TS 3233, 1979).

3.2. Çelik

3.2.1 Öngerilme Çeliği

Yüksek elastik limitli çelik sınıfından $\phi 4$, $\phi 5$ ve T5.2 standardında öngerilme çeliği kullanılmaktadır (CSTB, 1977).

Bütün öngerme çelikleri, kullanılırken gevşek halde pulları, gevşek pas, yağ gibi zararlı maddelerden uygun eriyiklere sokularak, tel fırçalarla fırçalanmak suretiyle temizlenmelidir.

Öngerme çelikleri üstü kapalı yerlerde zemin rutubetinden korunmuş şekilde saklanmalıdır. Eğer çelik şantiyede uzun bir süre istif edilmişse, mühendis çelik üzerinde gözeneklerin

olmamasına dikkat etmeli ve gerektiğinde çeliğin fiziksel özelliklerinin değişip değişmediğini kontrol için deney yapılmalıdır.

Öngerme teli, yapımcıdan, açılınca düz duruma gelebileceği büyük çaplı kangallar halinde alınır. Düzgün olması istenmediği hallerde ise daha ufak çaplı kangallar halinde de alınabilir. Toronlar ise geniş çaplı makaralara sarılmış olarak alınmalıdır. Çubuklar imalatçıdan düz olarak alınmalı, dişli kısmında eğrilik varsa kabul edilmemelidir.

Düzeltilmeler mühendis denetiminde, 5 °C altına düşmeyecek sıcaklıkta yapılmalı; ısı gerekiyorsa buhar veya sıcak su kullanılmalıdır.

Öngerme çeliği projesindekine uygun olarak yerleştirilmeli ve bu durumda saklanmalıdır. Çeliği sabit tutan mesnetlerin (veya delik oluşturan kılıfların) vibrasyon sırasında, yaş beton ağırlığı ile veya dökümde herhangi bir şekilde oynamaları önlenmelidir. Yerleştirme yöntemine karar verilirken öngerilme uygulanmasında çeliğin yerlerindeki değişimin gerilme dağılımını etkileyeceği ve aynı zamanda elemanın projede belirtilenlerden farklı bir şekilde çıkmasına neden olacağı gözönünde bulundurulmalıdır.

Çekme İşlemi öngerilme çeliğindeki gerilmenin düzgün ve muntazam olarak artacağı şekilde usta elemanların kontrolü altında yapılmalıdır. Çekme ve ankrajlamadan sonra öngerme çeliğindeki gerilme, projedeki ilgili standartlara uygun olmalıdır.

Çekme kuvveti, ankraj basıncı kontrolü ve/veya dinamometre ile ölçülmeli, öngerme çeliğindeki uzamaların ölçülmesi ile kontrol edilmelidir. Ankraj basıncı göstergesi ve dinamometrenin iyi kalibre edilmiş olması ve kalibrasyonun sık sık kontrol edilmesi zorunludur. Uzama miktarları, kullanılan çeliğin yük-deformasyon eğrisinden alınabilir. Öngerme çeliklerindeki çekme kuvvetlerinde meydana gelebilecek yüzde beş ve daha fazla farklılık düzeltilmelidir. Gerilme anında ankrajdaki ve ankraj düzenindeki sürtünme kayıpları da gözönüne alınmalıdır. Kopup değiştirilmeyen öngerme çeliklerinden dolayı meydana gelecek öngerilme kaybı toplam öngerilme kuvvetinin yüzde ikisini geçmemelidir.

Sıcaklığın 0 °C dan az olduğu hallerde, germe işlemi ancak sorumlu mühendis denetiminde yapılmalıdır.

Öngerme çeliği gerildiği an büyük ölçüde enerji birikimine yol açar. Telin kopması, ankrajın veya krikonun kırılması halinde tel büyük bir hızla yerinden fırlayabilir. Bu tehlikenin

çalışanlara zarar vermemesi için çekme işleminden evvel çekme sırasında veya sonrasında her türlü koruma önlemlerinin alınması zorunludur.

Öngerme çeliğinin kesme işlemi uygun mekanik veya alevli kesicilerle yapılmalıdır. Alevli kesici kullanılması halinde alevin gerilmiş diğer öngerme çeliklerine gelmemesine dikkat edilmelidir. Metalin, alevle keserken fazla erimemesini sağlamak için aleve bol oksijen verilmelidir. (TS 3233, 1979).

3.2.2 Yatay Kayma Donatısı

Yüksek bağ çeliği, yüksek elastik limitli çelik, düz veya şekil verilmiş hasır çeliği kullanılır. Yukarı çeken kancalar için Fe E 24 yuvarlak çeliği kullanılır (CSTB, 1977).

3.3. Ses Yalıtım Özelliği

Tavanı sıvalı veya sıvasız tamamlanmış döşeme, monolitik olarak kabul edilmelidir. Hava kaynaklı seslerin şartnamelere uygun olarak yalıtım gereksinimlerinin karşılanması, toplam döşeme ağırlığına, ek kütlelere (tavan sıvası, döşeme kaplaması vb.) ve döşeme davranışının monolitik olarak ele alınmasını önleyen özel koşullara bağlıdır (CSTB, 1977).

3.4. Isı Yalıtım Özelliği

Isı yalıtım panolarının döşendiği montajlarda ısı iletkenliği, panoların malzeme yoğunluğuna bağlı olarak hesaplamalarda aşağıdaki değerleri alır:

- Fibralit malzemesi için:

$\lambda = 0,15 \text{ w/m.}^\circ\text{C}$ $450 \approx 550 \text{ kg/m}^3$ yoğunluk için.

$\lambda = 0,12 \text{ w/m.}^\circ\text{C}$ $350 \approx 450 \text{ kg/m}^3$ yoğunluk için.

$\lambda = 0,10 \text{ w/m.}^\circ\text{C}$ $250 \approx 350 \text{ kg/m}^3$ yoğunluk için.

- Polistren köpük malzemesi için:

$\lambda = 0,042 \text{ w/m.}^\circ\text{C}$ (II. sınıf polistren)

3.5. Yangın Sırasında Davranış Özelliği

Dolu plak, alt betonlu olması, yanmaz elemanların karışımına sahip olması nedeniyle duman emisyonu ya da yanıcı ve toksit gaz damıtmasından başka hiçbir özel risk taşımaz. Bu özel riskler, alt kısmın üstüne ahşap fiber panoların montajında oluşmaz. (örneğin; fibralit panolar.)

Yangın sırasında dayanımda artış şu şekilde sağlanır:

- Çeliği saran betonun arttırılması.
- Mekanik dayanımın arttırılması.
- Yapıştırıcıyla beraber alt kısmın üzerine alçı sıvasının uygulanması.



4. PREFABRİKE DÖŞEMENİN TASARIMI VE HESAP ESASLARI

Döşeme ağırlığı, beton özağırlığı 25 kN/m^3 alınarak hesaplanabilir. Prefabrike döşeme kalınlığı, 4 cm kalınlığın göz önüne alınabildiği küçük boyutlu döşemeler dışında en az 5 cm olmalıdır.

4.1 Prefabrike Döşemede Yük ve Mesnet Koşulları

İki kenarından basit mesnetli, hesaplamada kolaylık amacıyla yükün düzgün yayılı yük kabul edildiği döşemeler, geniş kirişler gibi hesaplanabilir. Bu durumda minimum donatı yüzdesi oranı uygulanabilir.

Prefabrike döşemeler:

- Bazen 3 veya 4 kenarından mesnetlidir (Döşemeden sonra kurulan ve döşeme deplasmanından dolayı yüklemelere maruz kalan hafif duvarlar mesnet olarak düşünülmemelidir).
- Bazen de ağır yüklere maruz kalabilirler.

Her iki durumda da uygun döşeme hesabı, gerçek mesnet ve yükleme durumuna ve komşu döşemeler arasındaki muhtemel süreksizliklere göre yapılmalıdır.

Döşeme kesitlerindeki gerilmeler, komşu döşemeler arasındaki mesnetlerin sürekli ya da süreksiz olmasına bağlıdır.

Süreksizlik etkisi, tamamlanmış döşeme kalınlığı ile yerinde dökme beton kalınlığı arasındaki orana bağlıdır. Oran yüksek olduğunda döşeme, her bağlantı yerinde yalnız kesme kuvvetinin aktarıldığı ve eğilme momentinin olmadığı varsayılarak hesap edilebilir. Diğer durumlarda negatif eğilme momentinden oluşan gerilmeler hesaba katılır.

Ağır yüklerin (çizgisel veya noktasal) prefabrik döşeme kenarlarına uygulanması durumunda yükleri doğrudan karşılayabilecek kenar kirişlerinin bulundurulması önerilmektedir.

Bazı durumlarda dağıtma donatılarını arttırmak gerekli olabilir. Örneğin, teras döşeme köşelerindeki değişken genleşme etkilerinden korunmak amacıyla buradaki dağıtma donatıları artırılır.

3 ya da 4 kenarından basit mesnetli, hafif montaj yükleri altındaki plakların mesnetlere yakın kısımlarındaki çekme gerilmeler dikkate alınmaz. (Bu döşemeler konut, okul, ofis ve hastane olarak inşa edilen yapılarda kullanılır). Daha sonra aşağıdaki iki koşul sağlanır:

- Döşeme dayanımı, her açıklığı sağlayacak şekilde kabul edilmeli ve döşeme sadece 2 tarafı basit mesnetli olarak düşünölmelidir. Böylece plağın kenar kısımları ile kenarlardan uzak kısımları aynı miktarda donatı içerirler.
- Prefabrike döşeme dağıtma donatıları, minimum donatı yüzdesi oranı uygulanacak şekilde hesaplanmalıdır.

Süreklielikler ele alındığında, betonarme prefabrike döşeme ile öngerilmeli beton prefabrike döşeme arasında öngerme etkisinden sonra hesaba katılan mesnet momentlerinden dolayı farklılık görülür.

Normal boyutlandırma metodu, komşu açıklıklar arasındaki süreklielikleri hesaba katar. Yalnız, bütün açıklıklarında maksimum momentin M_o 'a eşit olduğu ve mesnetlerinde $0,15 M_o$ 'lık momenti telafi edebilecek donatının yerleştirildiği çok açıklıklı döşemeler, aşağıdaki koşulları sağlamak suretiyle basit mesnetliymiş gibi hesaplanabilirler:

- Mesnetlerdeki çatlakların mesnet davranışına zarar vermediği durumlarda (çatlak, döşeme kaplaması vb..)
- Veya betonun, yük çarpanlarıyla arttırılan sürekli yüklerin altında (konut, okul, hastane vb. yerlerde) çatlamadığının görölebildiği durumlarda (çekme gerilmesi 20 kg/cm^2 nin altında).

Bu bağlamda tesisatsız döşemenin pozitif etkisi ve gecikmiş öngerme kayıpları not edilmelidir. Yalnız kompozit elemanlarda gerilme kayıplarının tam olarak tespiti oldukça güçtür. Prefabrike döşeme bileşeninde rötire, sünme ve donatının gevşemesi gibi olayların yanında iki bileşen arasındaki rötire ve sünme farkları da göz önüne alınmalıdır.

Prefabrike döşeme bileşeninin kullanımdan önce stokta bekleme süresine tabi olarak:

- Yerinde dökme (topping) beton bileşeninin betonu dökölmeden önce prefabrike döşemede rötire, sünme ve donatı gevşemesi kayıplarının sonuç değerlerine varmış veya çok yaklaşmış olması,
- Yerinde dökme (topping) betonu dököldüğünde prefabrike döşemede bu kayıpların ya hiç olmamış veya henüz bunların küçük bir miktarının yer almış olması durumları ortaya çıkabilir.

Bu iki durumda, iki bileşen arasındaki rötire ve sünme farkı değişik değerler olacaktır. Bu farkların kompozit kesitin her iki bileşeninde ilave gerilmeler doğuracağı ve donatıda tek

başına prefabrike döşemede olan rötre kaybından farklı bir gerilme kaybına sebep olacağı açıktır. Benzer durum sünme için sözkonusudur.

Ağır montaj ve tekerlek yüklerine maruz döşemelerin eğilme momentleri, yüklerin en elverişsiz durumu hesaba katılarak, malzeme dayanım hesabı için kullanılan metodlara göre hesaplanmalıdır. Ayrıca öngerilmeli beton prefabrike döşemede gecikmiş diferansiyel dönmelerinden kaynaklanan kuvvet yeniden dağılımlarının etkileri zorunlu olarak hesaba katılmalıdır. (Plak öngerilmesi, yerinde dökme beton büzülmesi...).

Yalnız, azaltılmış mesnet momenti ile açıklık momenti arasındaki korelatif artışın oluşabilmesi için prefabrike döşemelerde şu koşullar sağlanmalıdır:

- Yükler, yapısal adaptasyonla yeniden dağıtılmalı, fakat burada ele alınan hareketli yüklerinin karakteri dikkate alınarak hesaba katılmalıdır.
- Kirişlere oturan prefabrike döşemeler, farklı seviyelerdeki mesnetlerle taşınabilirler.

Bütün durumlarda ve her tip yük altında orta ve kenar mesnetlerde $0,15M_o$ 'lık eğilme momenti oluşturabilecek kaplama kullanılabilir (M_o , açıklık ortasındaki momenttir). Sürekli mesnetlere yakın kısımlardaki kaplamaların gevrek olmama şartını sağlaması gerekir.

Tasarımda minimum mesnet genişliği, koşullarına bağlı olarak aşağıdaki değerleri alır:

- Uzun açıklıklı prefabrike döşemelerde:

2 cm.	Şekil verilmiş beton duvarlar üzerindeki mesnetlerde.
4 cm	Taş duvarlar üzerindeki mesnetlerde (taşlı çalışma riskinden dolayı).
- Kısa açıklıklı prefabrike döşemelerde::

2 cm	Kirişler arasında kullanılan prefabrike döşemelerde.
------	--

4.2 Prefabrike Döşemede Donatı Düzenleme Koşulları:

Prefabrike döşeme, ana mesnetlenme eksenine dik yönde büyük gerilmelere maruz değilse işletme durumuna ve tesisata bağlı olarak minimum donatı kullanılabilir. Bu donatıların yerinde dökme betonda kullanılması zorunlu değildir.

Bu döşemeler, negatif eğilme momenti için bir önlem gerektirmeyen, ikincil etkilerden kaynaklanan sonuçların değerlendirilmesinin zor olduğu, fakat bu sonuçların düşük olduğunun güvenle kabul edilebildiği veya betonun yalnız başına güvenle negatif eğilmeyi karşılayabildiği yükler altındaki döşemelerdir.

Dağıtma donatıları için çeşitli minimum donatı yüzdesi oranları şöyledir:

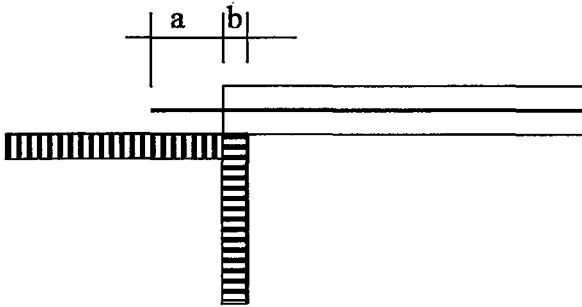
- Düz yuvarlak çelik : %0,08
- Akma dayanımı en az 420 N/mm^2 (Mpa) olan nervürlü çubuklar: %0,06
- Donatı çapı 6 mm'ye kadar olan hasır donatı ağırları: %0,04
- Donatı çapı 6 mm'den büyük olan hasır donatı ağırları: %0,06 .

Dağıtma donatıları prefabrike döşeme genişliği boyunca 50 cm'lik ara veya döşeme genişliğinin üçte birine eşit mesafeden küçük olanıyla tamamen donatılmalıdırlar. Donatıların hasır çeliğinden oluştuğu yerlerde kaynaklar arası mesafe, prefabrike döşeme genişliği boyunca 20 cm'den fazla olamaz.

Kompozit prefabrike döşemelerde donatılar, alt ve üst donatılar olmak üzere iki şekilde yerleştirilir.

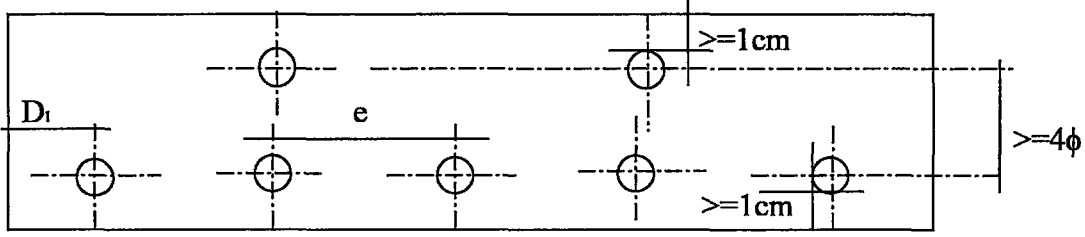
Alt donatılar prefabrike döşemenin alt kısmına yerleştirilir. Üst donatının yerleştirilmesinde döşemenin üst katmanındaki çekme gerilmelerinden kaynaklanan negatif eğilmeyi ve yapı stabilitesindeki muhtemel çatlakları hesaba katmak için döşeme kenar bölgeleri ve orta bölgeleri ayrı ayrı ele alınacaktır. Her iki durumda da donatılar yerinde dökme betonun (topping) üst kısmına yerleştirilmelidir.

Donatı uzunluğu hesabı, şekil 4.1 deki 'a+b' nin toplamını içerir. 'a' donatının döşeme sonundaki uzantısını, 'b' ise taşıyıcı üzerindeki mesnet uzunluğunu verir. Uygulama sırasındaki kusurlar ne olursa olsun, döşemenin sonunda dışarıda kalan donatı uzunluğunu arttırmak daha güvenli olacaktır.



Şekil 4.1 Prefabrike döşemede donatı uzatılması.

Öngerme donatıları, en az 1 cm'lik üst veya alt betonla sarılmalıdır. Bu mesafenin 1 cm den fazla olması tavsiye edilir. İki donatı merkezi arasındaki mesafe yatayda 7ϕ 'den, düşeyde de 4ϕ 'den az olamaz (Şekil 4.2).



Şekil 4 .2 Prefabrike döşemede donatı düzenlemesi (CSTB, 1984)

$$1/3 e \leq D_1 \leq 1/2 e$$

$$D_1 \geq 5\phi \quad e \geq 7\phi$$

Öngerilme donatılarının ara mesafeleri, 20 cm'den fazla 3 cm'den az olamaz.

Bir prefabrike döşemede maksimum öngerilme donatı sayısı için gerilme, 9 MPa'yı geçmemelidir.

4.3 Prefabrike Döşemenin Üretimden Sonraki Evreleri:

Üretilen prefabrike döşeme, üç aşamada ele alınır:

- Depolanma
- Taşınma
- İnşa (Kurma)

Bu üç aşamada kullanılabilen 3 tip değer dikkati çeker:

- Bütünlük
- Güvenlik
- Deformasyon

Çizelge 4.1 Prefabrike döşemenin üretimden sonraki evreleri (CSTB ,1977)

	Depolanma	Taşınma	Kurma(İnşa)
Bütünlük	X	X	X
Güvenlik		X	X
Deformasyon			X

Üretilen prefabrike döşemenin depolanma, taşınma ve kurma aşamalarında bütünlük, taşınma ve kurma aşamalarında güvenlik ve kurma aşamasında deformasyon değerleri kontrol altında tutulmalıdır.



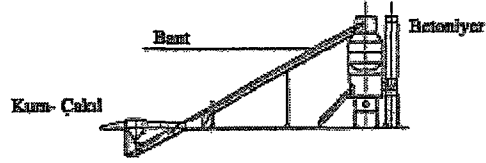
5. ÖNGERİLMELİ PREFABRİKE DÖŞEMENİN ÜRETİM AŞAMALARI

Öngerilmeli prefabrike döşeme üretimi şu aşamalardan oluşur:

- Öngerilme verme aygıtı, (yerine göre ağırlıklar, kaldıraçlar veya yassı krikolar kullanılabilir) öngerme çeliğinin çeliği tutan ankraja bağlantısı sağlam olacak, bütün öngerme çelikleri aynı miktarda gerilecek, çekme anında öngerilme çeliği veya ankrajlar üzerindeki kuvveti doğrudan dinamometre ile ya da basınç göstergesi ile ölçecek göstergelerin aygıt üzerine yerleştirildiği, aktarma anında öngerilme çeliğinin ankrajdaki kaymasını gösterecek düzenlerin bulunduğu ve toplam yükün betona aktarılmasında , çelikte, ankrajda veya betonda herhangi bir tehlikeli sekonder gerilme oluşturmayacak şekilde hazırlanır.
- Hazırlanan öngerilme tezgahında önce öngerilmeli prefabrike döşemelerin standart boyutlarına uygun kalıplar oluşturulur. Bu kalıplar, öngerilmeden evvel ve öngerilmeden sonraki yük dağılımı farkını gözönüne alarak imal edilir. Bu kalıplarda öngerilme tellerinin geçirilmesi için gerekli delikler bulundurulur. Kalıpların temiz ve yüzeylerinin düzgün olması sağlanır.
- Öngerilme çelikleri kalıplara yerleştirilerek verenlerle gerilir. Gerekli öngerme kuvveti, sınır değerleri geçmeyecek şekilde dinamometreden okunarak, teller bu kuvvet altında gergin bırakılır.
- Uygun çimento, agrega ,su ve katkı maddeleri ile hazırlanmış beton kalıplara dökülür.
- Beton prizini aldıktan sonra verenler gevşetilerek germe işlemi bitirilir.
- Beton normal koşullarda prizini alacaksa su geçirmez bir örtü ile örtülür ve çevresi sürekli ıslatılacak şekilde sulanır ve bu şekilde en az yedi gün rutubetli korunur.
- Betona kür uygulanacak ise kür sırasında güneşe ve kurutucu rüzgarlara maruz bırakılmaz.
- Üretim tezgahında eleman boylarına uygun olarak kesilir.
- Kalıplar sökülerek öngerilmeli prefabrike döşemeler tezgahtan alınır ve depolanacak yerlere intikal ettirilir.
- Depolanan öngerilmeli prefabrike döşemeler inşaat sahasına nakledilir (Şekil 5.1)

ÖNGERİLMELİ PRES LAB ÜRETİM AŞAMALARI

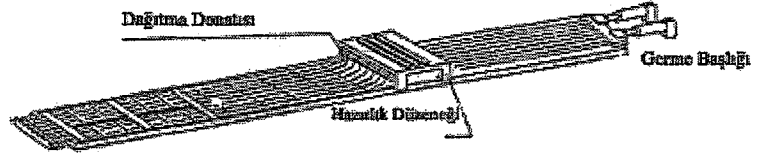
MALZEMELER



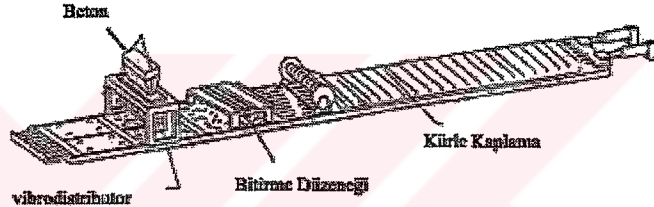
DONATI HAZIRLAMA



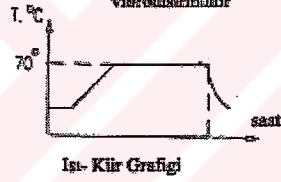
ÖNGERME HAZIRLIĞI



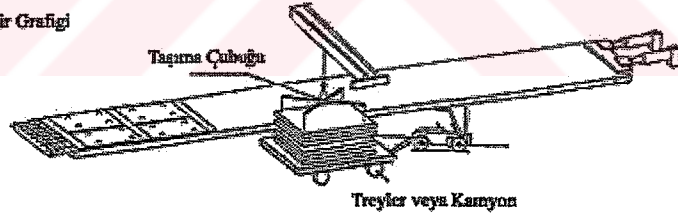
ÖNGERME İŞLEMİ



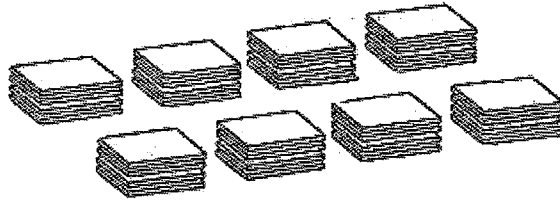
KURLEME



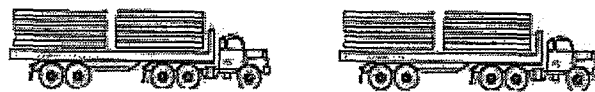
YÜK BOŞALTMA



DEPOLAMA



DAĞITIM



Şekil 5.1 Öngerilmeli Prefabrike Döşeme Üretim Aşamaları

6. KOMPOZİT ÖNGERİLMELİ PREFABRİKE DÖŞEME HESABI

Kompozit kesitlerin hesabı, aşağıdaki kabullere göre yapılmaktadır:

- Şekil değiştirmeden önce düzlem olan kesit şekil değiştirmeden sonra da düzlem kalır.
- İşletme safhasında, işletme yükleri altında, (gerilme–şekil değiştirme) bağıntıları lineerdir. Yani Hooke kanunu geçerlidir. Ancak prefabrike betonu ile yerinde dökme beton bileşenlerinin beton kalitesi aynı olmadığı için bu iki bileşenin elastisite modülleri birbirinden farklıdır.

Kompozit öngerilmeli prefabrike döşeme için yüklenme safhaları şunlardır:

- Prefabrike döşemenin, kendi ağırlığı ve P_0 başlangıç değerine ait öngerilme kuvvetiyle yüklenmesi.
- Prefabrike döşemenin, P efektif öngerilme ile prefabrike döşeme ve yerinde dökme betonu yüklenmesi.
- Kompozit öngerilmeli döşemenin, efektif öngerilme ve kullanım safhalarına ait bütün sabit ve faydalı yükleri yüklenmesi.
- Kompozit öngerilmeli döşemenin, kırılma safhasına ait proje yükleriyle yüklenmesi.

6.1 Hesap Aşamaları:

Öngerilmeli elemanların hesapları aktarma, işletme ve taşıma gücü olmak üzere 3 aşamada tamamlanmaktadır.

6.1.1 Aktarma Aşaması:

Aktarma aşamasında eleman, kendi ağırlığı ve zamana bağlı kayıpların henüz oluşmadığı öngerilme kuvvetleri etkisindedir. Beton prizini henüz tamamlamış değildir.

Beton için güvenlik gerilmeleri:

$$\sigma_b = 0,60 \cdot f_{cj,k} \quad (6.1)$$

$$\sigma_{\text{ça}} = 0,25 \cdot (f_{cj,k})^{0,5} \quad (6.2)$$

$$\sigma_{\text{çm}} = 0,50 \cdot (f_{cj,k})^{0,5} \quad (6.3)$$

σ_b Basınç güvenlik gerilmesi

$\sigma_{\text{ça}}$ Açıklık çekme güvenlik gerilmesi

$\sigma_{\text{çm}}$ Mesnet çekme güvenlik gerilmesi

f_{cjk} j günlük betonun karakteristik silindir basınç dayanımı

Öngerilme çeliği için güvenlik gerilmeleri:

$$\sigma_{s,ilk} = 0,75 * f_{pk} \quad (6.4)$$

$$\sigma_{s,o} = 0,70 * f_{pk} \quad (6.5)$$

$\sigma_{s,ilk}$ İlk germe anındaki çekme güvenlik gerilmesi

$\sigma_{s,o}$ Aktarma anındaki çekme güvenlik gerilmesi

f_{pk} Öngerme donatısı karakteristik kopma dayanımı

Öngerilme hesabı :

$$P_{ü,o} = n_{ü} * A_{spü} * \sigma_{s,o} \quad (6.6)$$

$$P_{a,o} = n_a * A_{spa} * \sigma_{s,o} \quad (6.7)$$

$$N_{po} = P_{ü,o} + P_{a,o} \quad (6.8)$$

$$e_p = (P_{a,o} * (y_p - D_{p1}) - P_{ü,o} * (h_p - y_p - D_{p2})) / N_{po} \quad (6.9)$$

$$M_{po} = N_{po} * e_p \quad (6.10)$$

$P_{ü,o}$ Aktarma aşamasında üst öngerme kuvveti

$P_{a,o}$ Aktarma aşamasında alt öngerme kuvveti

N_{po} Aktarma aşamasında toplam öngerme kuvveti

e_p Öngerme kuvveti eksantrikliği

M_{po} Aktarma aşamasında toplam öngerme kuvvetinden oluşan moment.

$n_{ü}$ Üst öngerme donatı sayısı

n_a Alt öngerme donatı sayısı

$A_{spü}$ Üst öngerme donatı alanı

A_{spa} Alt öngerme donatı alanı

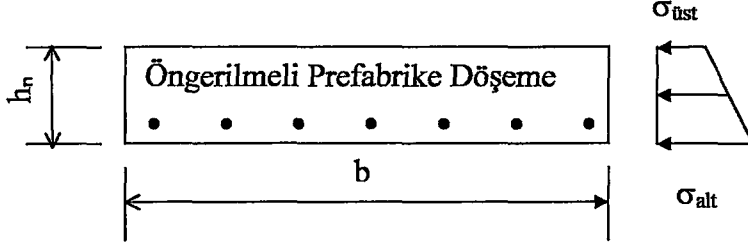
y_p Prefabrike döşemenin ağırlık merkezinin alt kenara olan mesafesi

h_p Prefabrike döşemenin kalınlığı

D_{p1} Alt öngerme donatı merkezinin döşemenin alt kenarına olan mesafesi

D_{p2} Üst öngerme donatı merkezinin döşemenin üst kenarına olan mesafesi

Aktarma anında öngerilmeli prefabrike döşeme kesitinde oluşan gerilmeler:



Şekil 6.1 Aktarma anında öngerilmeli prefabrike döşeme kesitinde oluşan gerilmeler

$$\sigma_{üst} = (N_{po}/A_p) - (M_{po}/W_{pü}) + (M_{G1}/W_{pü}) \quad (6.11)$$

$$\sigma_{alt} = (N_{po}/A_p) + (M_{po}/W_{pa}) - (M_{G1}/W_{pa}) \quad (6.12)$$

$\sigma_{üst}$ Aktarma aşamasında prefabrike döşemenin üst kenarında oluşan gerilme

σ_{alt} Aktarma aşamasında prefabrike döşemenin alt kenarında oluşan gerilme

M_{G1} Prefabrike döşemenin kendi ağırlığından dolayı oluşan açıklık ortasındaki eğilme momenti

A_p Prefabrike döşemenin kesit alanı

$W_{pü}$ Prefabrike döşemenin üst kenar için mukavemet momenti

W_{pa} Prefabrike döşemenin alt kenar için mukavemet momenti

6.1.2 İşletme Aşaması:

İşletme aşamasında sisteme tüm sabit ve hareketli yükler etkimektedir. Sistem, ayrıca zamana bağlı kayıplardan sonraki öngerilme kuvvetlerinin etkisindedir.

Prefabrik beton ile topping betonu kalitesinin farklı olmasından dolayı, kompozit kesitin prefabrik betona dönüştürülmesi hesaplama bakımından uygun olmaktadır. Prefabrik betona dönüştürülmüş kesite denk kesit adı verilir. Prefabrik beton kesit alanı (A_p), topping betonu kesit alanı (A_T) ve elastisite modülleri de E_{CP} ve E_{CT} ise denk kesit:

$$A_d = A_p + (E_{CT}/E_{CP}) * A_T$$

ifadesiyle hesaplanır. Kompozit kesite ait ağırlık merkezi ve atalet momenti buna göre hesaplanır.

Beton için güvenlik gerilmeleri:

$$\sigma_b = 0,45 \cdot f_{ck} \quad (6.13)$$

$$\sigma_{\varphi} = 0,50 \cdot (f_{ck})^{0.5} \quad (6.14)$$

σ_b Basınç güvenlik gerilmesi (Mpa)

σ_{φ} Çekme güvenlik gerilmesi (Mpa)

f_{ck} Betonun 28 günlük karakteristik silindir basınç dayanımı (Mpa)

Öngerilme çeliği için güvenlik gerilmeleri:

$$\sigma_{s,\infty} = 0,60 \cdot f_{pk} \quad (6.15)$$

$\sigma_{s,\infty}$ İşletme anındaki çekme güvenlik gerilmesi (Mpa)

Öngerilme hesabı :

$$P_{\bar{u},\infty} = n_{\bar{u}} \cdot A_{sp\bar{u}} \cdot \sigma_{s,\infty} \quad (6.16)$$

$$P_{a,\infty} = n_a \cdot A_{spa} \cdot \sigma_{s,\infty} \quad (6.17)$$

$$N_{p\infty} = P_{\bar{u},\infty} + P_{a,\infty} \quad (6.18)$$

$$M_{p\infty} = N_{p\infty} \cdot e_p$$

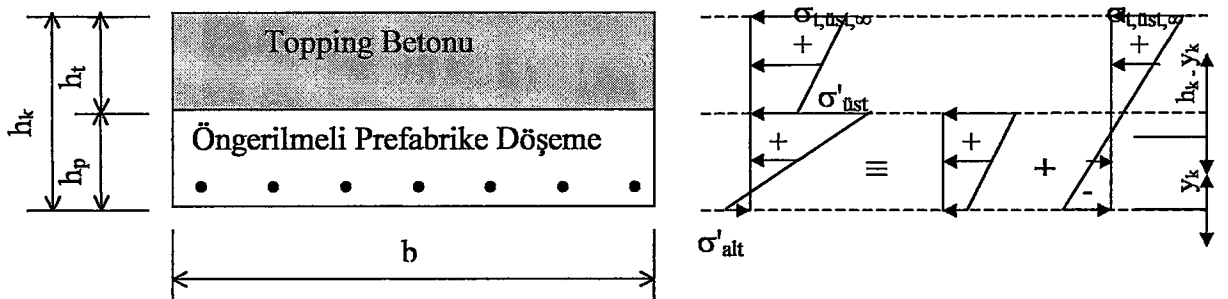
$P_{\bar{u},\infty}$ İşletme aşamasında üst öngerme kuvveti

$P_{a,\infty}$ İşletme aşamasında alt öngerme kuvveti

$N_{p\infty}$ İşletme aşamasında toplam öngerme kuvveti

$M_{p\infty}$ İşletme aşamasında toplam öngerme kuvvetinden oluşan moment

İşletme aşamasında kompozit öngerilmeli prefabrike döşeme kesitinde oluşan gerilmeler:



Şekil 6.2 İşletme aşamasında kompozit döşeme kesitinde oluşan gerilmeler

$$\sigma'_{üst} = (N_{p\infty} / A_p) - (M_{p\infty} / W_{pü}) + [(M_{G1} + M_{G2}) / W_{pü}] + [(M_{G3} + M_Q) / I_k] * (h_p - y_k) \quad (6.19)$$

$$\sigma'_{alt} = (N_{p\infty} / A_p) + (M_{p\infty} / W_{pa}) - [(M_{G1} + M_{G2}) / W_{pa}] - [(M_{G3} + M_Q) * y_k / I_k] \quad (6.20)$$

$$\sigma_{t,üst,\infty} = (M_{G3} + M_Q) * (h_k - y_k) / I_k \quad (6.21)$$

$\sigma'_{üst}$ İşletme aşamasında öngerilmeli prefabrike döşeme ile topping betonunun birleştiği kenarda oluşan gerilme

σ'_{alt} İşletme aşamasında kompozit öngerilmeli prefabrike döşemenin alt kenarında oluşan gerilme

$\sigma_{t,üst,\infty}$ İşletme aşamasında kompozit öngerilmeli prefabrike döşemenin üst kenarında oluşan gerilme

M_{G1} Öngerilmeli prefabrike döşemenin kendi ağırlığından dolayı oluşan açıklık ortasındaki moment

M_{G2} Topping betonunun kendi ağırlığından dolayı oluşan açıklık ortasındaki moment

M_{G3} Kaplama ağırlığından dolayı oluşan açıklık ortasındaki moment

M_Q Hareketli yükten dolayı oluşan açıklık ortasındaki moment

h_k Kompozit öngerilmeli prefabrike döşemenin kalınlığı

y_k Kompozit döşeme ağırlık merkezinin döşeme alt kenarına olan mesafesi

I_k Kompozit öngerilmeli prefabrike döşemenin atalet momenti

6.1.3 Taşıma Gücü Hesabı:

Bu aşamada, elemana etkiyen ve yük katsayıları ile çarpılmış tüm sabit ve hareketli yüklerin oluşturduğu M_d hesap momenti belirlenir. Elemanın eğilme momenti taşıma gücü (M_r) belirlenir.

$$M_d < M_r$$

şartı sağlanarak hesap tamamlanır.

Hesap momenti:

$$M_d = P_d * L^2 / 8 \quad (6.22)$$

$$P_d = 1,4 * G + 1,6 * Q \quad (6.23)$$

M_d Hesap Momenti

P_d Hesap Yüğü

L Hesap Açıklığı

G Toplam Sabit Yük
Q Toplam Hareketli Yük

$$f_{pd} = f_{pk}/1,15 \quad (6.24)$$

$$f'_{pd} = f_{pd} (1 - 0,4\rho_p * f_{pd}/f_{cd}) \quad (6.25)$$

$$P_{u,alt} = f'_{pd} * A_{spa} \quad (6.26)$$

$$a = P_{u,alt} / (0,85 * f_{cd} * b) \quad (6.27)$$

$$M_r = P_{u,alt} * ((h_k - D_{k1}) - a/2) \quad (6.28)$$

f_{pd} Öngerme donatısı hesap kopma dayanımı
 f'_{pd} Öngerme donatısı için azaltılmış hesap kopma dayanımı
 ρ_p Öngerme donatısı yüzdesi
 f_{cd} Beton hesap basınç dayanımı
 $P_{u,alt}$ Alt öngerme hesap kuvveti
 a Beton eşdeğer dikdörtgen basınç derinliği
 b Prefabrike döşeme kesit genişliği
 D_{k1} Alt öngerme donatı merkezinin kompozit döşemenin alt kenarına olan mesafesi
 M_r Kesitin eğilmede taşıma gücü.

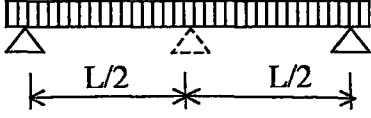
6.2 Kompozit Öngerilmeli Prefabrike Döşemelerde Geçici Destek Kullanılması

Basit kiriş olarak hesaplanan öngerilmeli prefabrike döşemelerde açıklık arttıkça montaj aşamasında yerinde dökme betonun ağırlığını da tek başına öngerilmeli prefabrik eleman taşıyacağından gerek sehimler gerekse bu aşamada oluşan gerilmeler sınır değerleri aşar. Sehimli ve yerinde dökme betonda oluşan gerilmeleri azaltmak amacıyla geçici destekler kullanılması gereği ortaya çıkmaktadır. Topping betonu prizini alıp birlikte çalışma oluştuktan sonra bu geçici destekler kaldırılmakta ve böylece daha büyük açıklıkların geçilebilmesi sağlanmaktadır. Bu destekler açıklığa bağlı olarak tek veya çift destek şeklinde uygulanmaktadır.

6.2.1 Tek Geçici Destek Kullanılması Durumu

Geçici destek, topping betonu dökülmeden önce öngerilmeli prefabrike döşeme açıklığının ortasına alttan temas edecek fakat reaksiyon oluşturmayacak şekilde yerleştirilir (Şekil 6.3). Topping betonu dökülüp prizini alıncaya kadar kompozit öngerilmeli prefabrike döşeme iki

açıklıklı sürekli kiriş gibi çalışacağından, oluşan eğilme momentleri ve dolayısıyla prefabrike döşemedeki gerilmeler azalır. Böylece döşemenin bu aşamada daha fazla yük taşıması sağlanmış olur.



Şekil 6.3 Tek geçici destek kullanılan prefabrike döşeme

Bir geçici destek kullanılması durumunda gerilme hesabı sırasıyla aşağıdaki şekilde oluşur:

1. Aktarma aşamasında desteksiz durumda:

Bu aşamada geçici destek henüz yerleştirilmemiş olup sistemi etkileyen yükler, aktarma aşamasındaki toplam öngerme kuvveti (N_{po}) ile öngerilmeli prefabrike döşemenin kendi ağırlığıdır (G_1).

Aktarma aşamasında desteksiz durumda öngerilmeli prefabrike döşemede oluşan gerilmeler:

$$\sigma_{üst,1} = (N_{po}/A_p) - (M_{po}/W_{pu}) + (M_{G1}/W_{pu}) \quad (6.29)$$

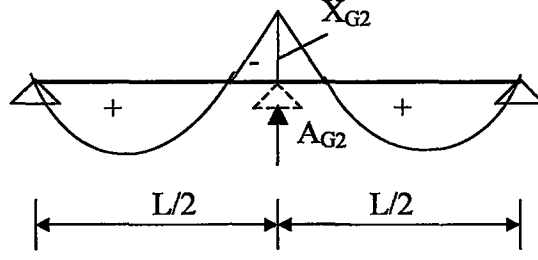
$$\sigma_{alt,1} = (N_{po}/A_p) + (M_{po}/W_{pa}) - (M_{G1}/W_{pa}) \quad (6.30)$$

$\sigma_{üst,1}$ Aktarma aşamasında desteksiz durumda öngerilmeli prefabrike döşeme kesitinin üst kenarında oluşan gerilme

$\sigma_{alt,1}$ Aktarma aşamasında desteksiz durumda öngerilmeli prefabrike döşeme kesitinin alt kenarında oluşan gerilme

2. Aktarma aşamasında destekli durumda:

Bu aşamada geçici destek, topping betonu dökülmeden önce öngerilmeli prefabrike döşeme açıklığının ortasına alttan temas edecek fakat reaksiyon oluşturmayacak şekilde yerleştirilir. Topping betonu dökülüp prizini alıncaya kadar kompozit öngerilmeli prefabrike döşeme iki açıklıklı sürekli kiriş gibi çalışır. Sistemi etkileyen yükler, aktarma aşamasındaki toplam öngerme kuvveti (N_{po}), öngerilmeli prefabrike döşemenin kendi ağırlığı (G_1) ve topping betonunun ağırlığı (G_2)'dir.

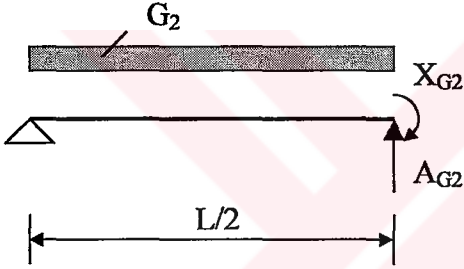


Şekil 6.4 Tek geçici destek kullanılması durumunda oluşan moment diyagramı

Orta mesnette oluşan mesnet momenti X_{G2} değeri:

$$X_{G2} = -G_2 \cdot (L/2)^2 / 8 = -G_2 \cdot (L)^2 / 32$$

Orta mesnette oluşan mesnet reaksiyon kuvveti A_{G2} değeri:



$$A_{G2} = 2 \cdot \{ [G_2 \cdot (L/2)/2] + [-X_{G2} / (L/2)] \}$$

$$A_{G2} = (5/8) \cdot G_2 \cdot L$$

Aktarma aşamasında destekli durumda kompozit öngerilmeli prefabrike döşemede oluşan gerilmeler:

$$\sigma_{üst,2} = \sigma_{üst,1} - [X_{G2} / W_{pü}] = \sigma_{üst,1} - [-G_2 \cdot L^2 / (32 \cdot W_{pü})] \quad (6.31)$$

$$\sigma_{alt,2} = \sigma_{alt,1} + [X_{G2} / W_{pü}] = \sigma_{alt,1} + [-G_2 \cdot L^2 / (32 \cdot W_{pa})] \quad (6.32)$$

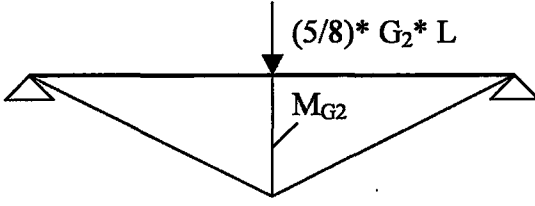
$\sigma_{üst,2}$ Aktarma aşamasında destekli durumda kompozit öngerilmeli prefabrike döşemenin üst kenarında oluşan gerilme

$\sigma_{alt,2}$ Aktarma aşamasında destekli durumda kompozit öngerilmeli prefabrike döşemenin alt kenarında oluşan gerilme

G_2 Topping betonunun kendi ağırlığı.

L Hesap açıklığı

3. Topping betonu prizini alıp geçici destekler kaldırıldıktan sonra:



Şekil 6.5 Geçici desteğin kaldırılması sonucu açıklık ortasında eğilme momenti (M_{G2})

Topping betonundan kaynaklanan açıklık ortasındaki moment M_{G2} değeri:

$$M_{G2} = A_{G2} * L/4 = (5/32) * G_2 * L^2$$

Topping betonu prizini alıp geçici destekler kaldırıldıktan sonra kompozit öngerilmeli prefabrike döşemenin açıklık ortası kesitinde oluşan gerilmeler:

$$\sigma_{üst,3} = \sigma_{üst,2} + (M_{G2}/I_k) * (h_p - y_k) \quad (6.33)$$

$$\sigma_{alt,3} = \sigma_{alt,2} - (M_{G2}/I_k) * (y_k) \quad (6.34)$$

$$\sigma_{t,üst} = (M_{G2}/I_k) * (h_k - y_k) \quad (6.35)$$

$\sigma_{üst,3}$ Topping prizini alıp destekler kaldırıldıktan sonra kompozit öngerilmeli prefabrike döşeme kesitinin üst kenarında oluşan gerilme

$\sigma_{alt,3}$ Topping prizini alıp destekler kaldırıldıktan sonra kompozit öngerilmeli prefabrike döşeme kesitinin alt kenarında oluşan gerilme

4. İşletme aşamasında:

Bu aşamasında sisteme tüm sabit ve hareketli yükler etkimektedir. Sistem, ayrıca zamana bağlı kayıplardan sonraki öngerilme kuvvetlerinin etkisindedir.

İşletme aşamasında kompozit öngerilmeli prefabrike döşemenin açıklık ortası kesitinde oluşan gerilmeler şöyle olur:

$$\sigma_{üst,4} = (N_{p\infty} / A_p) - (M_{p\infty} / W_{pü}) + (M_{G1} / W_{pü}) - [-G_2 * L^2 / (32 * W_{pü})] + [(M_{G2} + M_{G3} + M_Q) * (h_k - y_k - (h_k - h_p)) / I_k] \quad (6.36)$$

$$\sigma_{alt,4} = (N_{p\infty} / A_p) + (M_{p\infty} / W_{pa}) - (M_{G1} / W_{pa}) + [-G_2 * L^2 / (32 * W_{pa})] - [(M_{G2} + M_{G3} + M_Q) * y_k / I_k] \quad (6.37)$$

$$\sigma_{t,üst,\infty} = (M_{G2} + M_{G3} + M_Q) * (h_k - y_k) / I_k \quad (6.38)$$

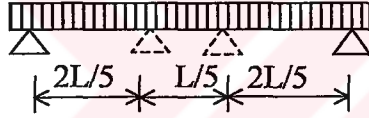
$\sigma_{üst,4}$ İşletme aşamasında öngerilmeli prefabrike döşeme ile topping betonunun birleştiği kenarda oluşan gerilme

$\sigma_{alt,4}$ İşletme aşamasında kompozit öngerilmeli prefabrike döşeme kesitinin alt kenarında oluşan gerilme

$\sigma_{t,üst,\infty}$ İşletme aşamasında kompozit öngerilmeli prefabrike döşeme kesitinin üst kenarında oluşan gerilme

6.2.2 İki Geçici Destek Kullanılması Durumu

Montaj aşamasında, tek destekle geçilemeyen daha büyük açıklıklar şekil 6.6 daki gibi iki geçici destek kullanılarak geçilebilir. Bu geçici iki destek sayesinde topping betonu ağırlığından oluşan eğilme momentlerinin değeri daha küçük olacağından bunlardan oluşan gerilmeler de o aşamadaki güvenlik gerilme sınır değerleri içinde kalır. Böylece daha büyük açıklıkları geçme imkanı ortaya çıkar.



Şekil 6.6 İki geçici destek kullanılan prefabrike döşeme

İki geçici destek kullanılması durumunda gerilme hesabı sırasıyla aşağıdaki şekilde olur:

1. Aktarma aşamasında desteksiz durumda:

Bu aşamada geçici destekler henüz yerleştirilmemiş olup sistemi etkileyen yükler, aktarma aşamasındaki toplam öngerme kuvveti (N_{po}) ile öngerilmeli prefabrike döşemenin kendi ağırlığıdır (G_1).

Aktarma aşamasında desteksiz durumda öngerilmeli prefabrike döşemenin açıklık ortası kesitinde oluşan gerilmeler:

$$\sigma_{üst,1} = (N_{po}/A_p) - (M_{po}/W_{pu}) + (M_{G1}/W_{pu}) \quad (6.39)$$

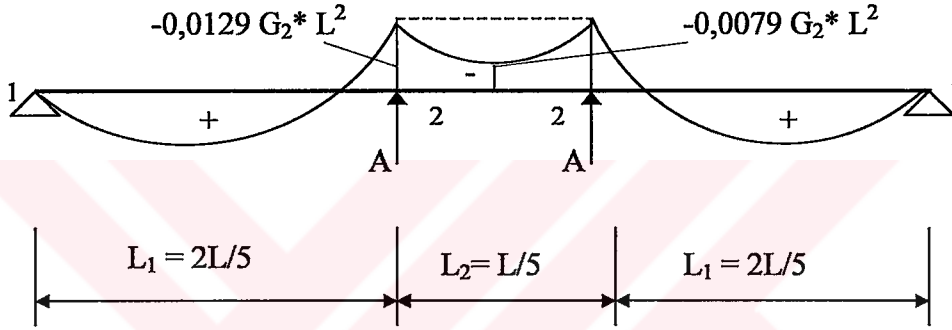
$$\sigma_{alt,1} = (N_{po}/A_p) + (M_{po}/W_{pa}) - (M_{G1}/W_{pa}) \quad (6.40)$$

$\sigma_{üst,1}$ Aktarma aşamasında desteksiz durumda öngerilmeli prefabrike döşeme kesitinin üst kenarında oluşan gerilme

$\sigma_{alt,1}$ Aktarma aşamasında desteksiz durumda öngerilmeli prefabrike döşeme kesitinin alt kenarında oluşan gerilme

2. Aktarma aşamasında destekli durumda:

Bu aşamada iki geçici destek, topping betonu dökülmeden önce öngerilmeli prefabrike döşeme açıklığına ortasına Şekil 6.6 daki gibi alttan temas edecek fakat reaksiyon oluşturmayacak şekilde yerleştirilir. Topping betonu dökülüp prizini alıncaya kadar kompozit öngerilmeli prefabrike döşeme üç açıklıklı sürekli kiriş gibi çalışır. Sistemi etkileyen yükler, aktarma aşamasındaki toplam öngerme kuvveti (N_{p0}), öngerilmeli prefabrike döşemenin kendi ağırlığı (G_1) ve topping betonunun ağırlığıdır (G_2) (Şekil 6.7).



Şekil 6.7 İki geçici destek kullanılması durumunda oluşan moment diyagramı

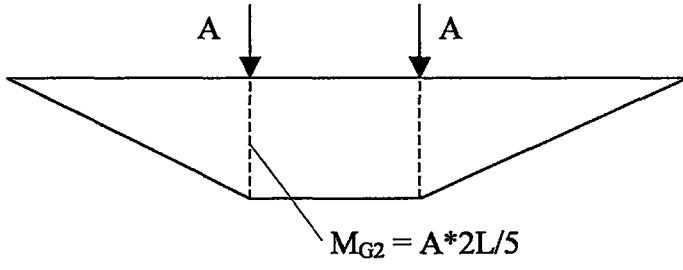
$$r_{21} = (3EI/L_1)/[(3EI/L_1) + (2EI/L_2)] = (15/2L)/[(15/2L) + (10/L)] = 0,4286$$

$$r_{22} = (2EI/L_2)/[(3EI/L_1) + (2EI/L_2)] = (10/L)/[(15/2L) + (10/L)] = 0,5714$$

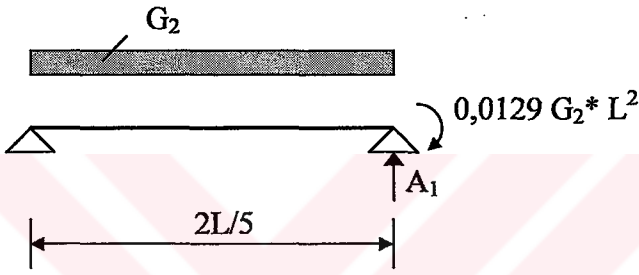
$$M_{21} = (-G_2 * L_1^2)/8 = (-G_2 * L^2)/50 = -0,02 G_2 * L^2$$

$$M_{22} = (-G_2 * L_2^2)/12 = (-G_2 * L^2)/300 = 0,00333 G_2 * L^2$$

0,4286	0,5714
$-0,02 G_2 * L^2$	$+0,00333 G_2 * L^2$
$+0,0071 G_2 * L^2$	$+0,0095 G_2 * L^2$
$-0,0129 G_2 * L^2$	$+0,0129 G_2 * L^2$



Şekil 6.8 İki geçici destek kullanılması durumunda M_{G2} momenti



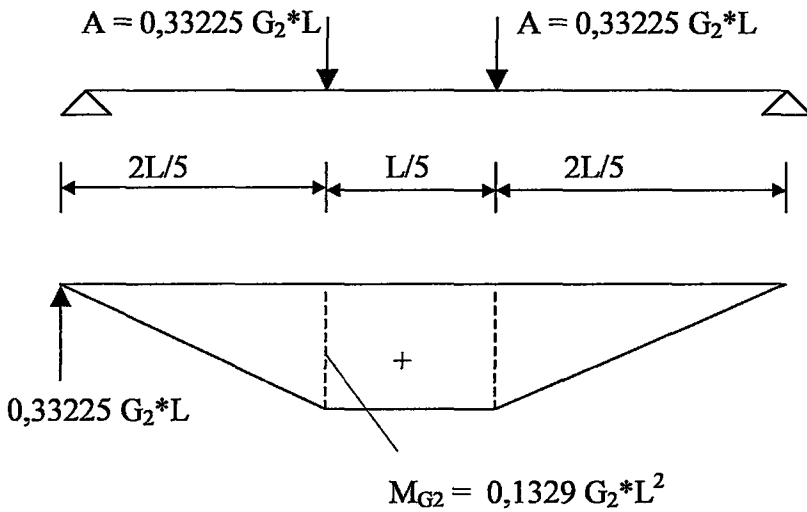
$$A_1 = (2 * L * G_2 / 10) + [0,0129 * G_2 * L^2 / (0,4 * L)] = 0,2 G_2 * L + 0,03225 G_2 * L$$

$$\text{Soldan} \rightarrow A_1 = 0,23225 G_2 * L$$

$$\text{Sağdan} \rightarrow A_2 = 0,1 G_2 * L$$

$$A = 0,33225 G_2 * L$$

(6.41)



Şekil 6.9 İki geçici destek kullanılması durumunda M_{G2} momenti ve sistemi etkileyen yükler.

Öngerilmeli prefabrike döşemede geçici destek noktasında oluşan moment M_{G1D1} değeri:

$$M_{G1D1} = (G_2 * L/2) * (2 * L/5) - [G_2 * (2 * L/5)^2 / 2] = 0,12 * G_2 * L^2 \quad (6.42)$$

$$\sigma_{üst,2} = (N_{po}/A_p) - (M_{po}/W_{pu}) + (M_{G1D1}/W_{pu}) - (0,0129 * G_2 * L^2 / W_{pu}) \geq 0 \quad (6.43)$$

$$\sigma_{alt,2} = (N_{po}/A_p) + (M_{po}/W_{pa}) - (M_{G1D1}/W_{pa}) + (0,0129 * G_2 * L^2 / W_{pa}) < 0,60 * f_{cj} \quad (6.44)$$

$\sigma_{üst,2}$ Aktarma aşamasında destekli durumda öngerilmeli prefabrike döşeme kesitinin üst kenarında oluşan gerilme

$\sigma_{alt,2}$ Aktarma aşamasında desteksiz durumda öngerilmeli prefabrike döşeme kesitinin alt kenarında oluşan gerilme

3. İşletme aşamasında $L/2$ açıklığında oluşan gerilmeler:

$$\sigma_{üst,4} = (N_{po}/A_p) - (M_{po}/W_{pu}) + (M_{G1}/W_{pu}) + (0,0079 * G_2 * L^2 / W_{pu}) + [(0,1329 * G_2 * L^2 + M_{G3} + M_Q) * (y_k) / I_k] \quad (6.45)$$

$$\sigma_{alt,4} = (N_{po}/A_p) + (M_{po}/W_{pa}) - (M_{G1}/W_{pa}) + (0,0079 * G_2 * L^2 / W_{pa}) - [(0,1329 * G_2 * L^2 + M_{G3} + M_Q) * (h_k - y_k - (h_k - h_p)) / I_k] \quad (6.46)$$

$$\sigma_{t,üst} = (0,1329 * G_2 * L^2 + M_{G3} + M_Q) * (h_k - y_k) / I_k \quad (6.47)$$

$\sigma_{üst,4}$ İşletme aşamasında prefabrike döşeme ile topping betonunun birleştiği kenarda oluşan gerilme

$\sigma_{alt,4}$ İşletme aşamasında kompozit prefabrike döşeme kesitinin alt kenarında oluşan gerilme

$\sigma_{t,üst}$ İşletme aşamasında kompozit prefabrike döşeme kesitinin üst kenarında oluşan gerilme

6.3 Prefabrike Döşemelerde Kullanılabilirlik

6.3.1 Prefabrike Döşemelerde Şehim

Öngerilmeli beton yapı elemanlarında yüksek dayanımlı beton ve çelik kullanılması narin kesitlerin tasarımına olanak sağlamakta, geçilecek açıklıklar büyürken kesit boyutları betonarmeye göre küçük olabilmektedir. Bu durum şehimlerin önemini arttırmaktadır.

Bunun için;

- Elemanların aktarma sırasında yapacakları ters şehim kalıplara verilecek ön şehimle azaltılabilir.
- Kalıplara verilecek ön şehim, elemanın kendi ağırlığı altında şehim yapmamasını sağlayacak kadar olabilir.

- Öngerilmeli elemanların aktarma sırası ve kullanım yükleri altında hesaplanan sehım değerleri TS 500 de verilen sınırları aşmamalıdır:

$$\delta_{maks.} \leq L/360 \quad (6.48)$$

Uzun süreli yükler altındaki sehım hesabı için öngerilme kuvveti ve kalıcı yükler altında beton kesit özellikleri ve sünmeden ötürü değişen beton elastisite modülü:

$$E_{ce} = E_c / (1 + k_c * E_c) \quad (6.49)$$

E_c Beton elastisite modülü

k_c 1 kgf/cm² (0,1 N/mm²) lik gerilmede betonun sünme miktarı

$k_c = 48 * 10^{-7}$ Ön çekme için

$k_c = 36 * 10^{-7}$ Ard çekme için

6.3.1.1 Basit Kiriş İçin Sehım Kontrolü :

Öngerilmeden dolayı oluşan ön sehım:

$$\delta_p = - P_o * e_p * L^2 / (8 * E_{ce} * I_p) \quad (6.50)$$

Prefabrike döşemenin kendi ağırlığından dolayı oluşan sehım:

$$\delta_1 = (5/384) * (G_1 * L^4) / (E_{ce} * I_p) \quad (6.51)$$

Topping betonunun kendi ağırlığından dolayı oluşan sehım:

$$\delta_2 = (5/384) * (G_2 * L^4) / (E_{ce} * I_p) \quad (6.52)$$

Kaplamadan dolayı oluşan sehım:

$$\delta_3 = (5/384) * (G_3 * L^4) / (E_{ce} * I_k) \quad (6.53)$$

Yayılı yükten dolayı oluşan sehım:

$$\delta_4 = (5/384) * (Q * L^4) / (E_c * I_k) \quad (6.54)$$

Toplam sehım:

$$\delta = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 + \delta_4 \leq \delta_{maks.} \leq L/360 \quad (6.55)$$

Geçici tek destek kullanıldığı takdirde topping betonu ağırlığından dolayı taşıyıcı sistemin açıklık ortasında oluşacak sehim δ_{21} değeri (6.56) bağıntısıyla hesaplanır.

$$\delta_{21} = (5/384) * (G_2 * L^4) / (E_{ce} * I_k) \quad (6.56)$$

Geçici iki destek kullanıldığı takdirde topping betonu ağırlığından dolayı taşıyıcı sistemin açıklık ortasında oluşacak sehim δ_{22} değeri (6.57) bağıntısıyla hesaplanır.

$$\delta_{22} = (35.883/3000) * (G_2 * L^4) / (E_{ce} * I_k) \quad (6.57)$$

G_1 Prefabrike döşemenin kendi ağırlığı (kN/m).

G_2 Topping betonunun kendi ağırlığı(kN/m).

G_3 Kaplama yükü.

Q Hareketli yük.

I_p Prefabrike döşemenin atalet momenti

I_k Kompozit döşemenin atalet momenti

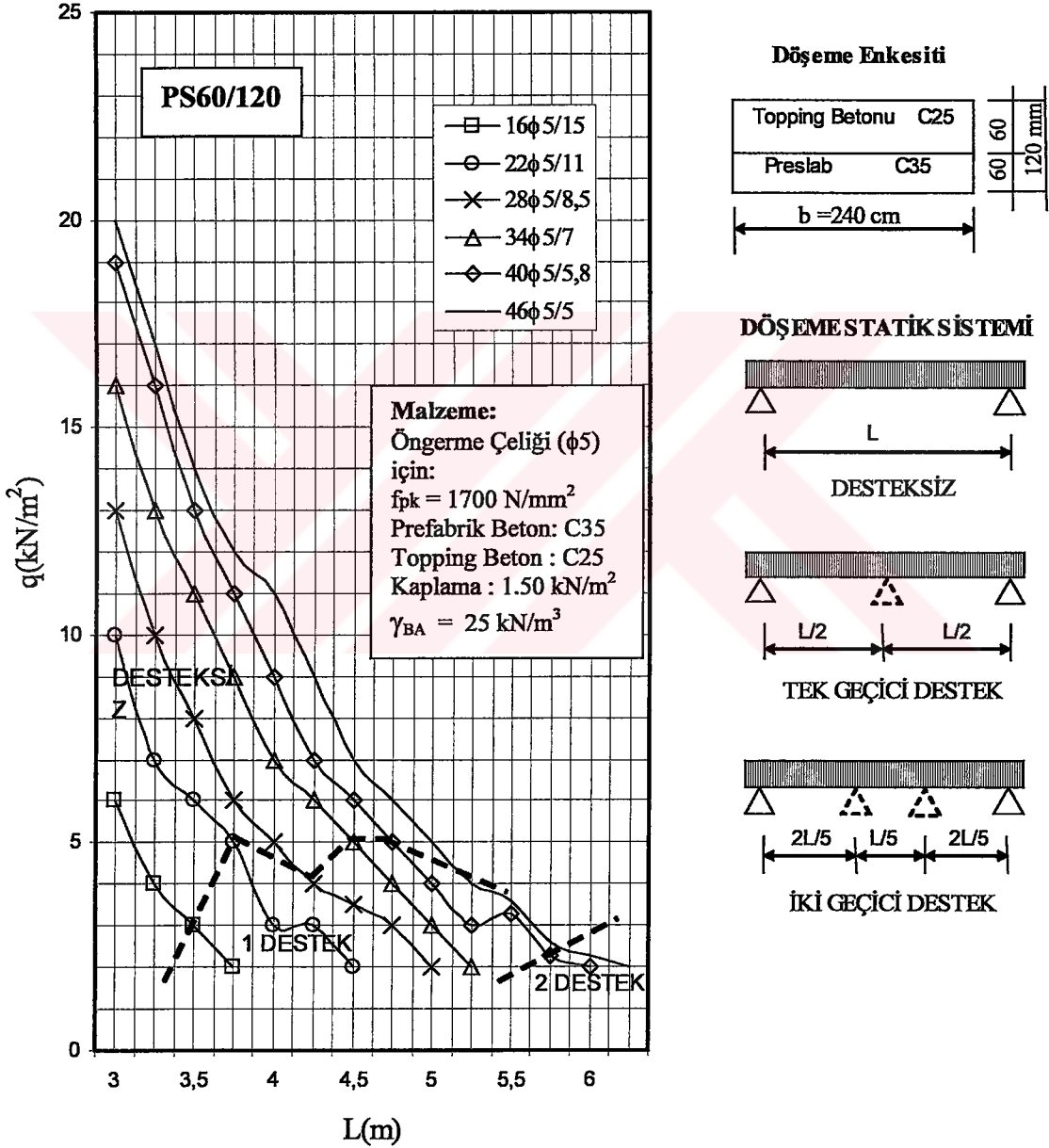
(6.56) ve (6.57) denklemleriyle geçici desteklerin sehimini azaltarak, pozitif bir etkiye sahip oldukları ortaya çıkmaktadır.

7. KOMPOZİT ÖNGERİLMELİ PREFABRİKE DÖŞEMELERDE ÖNGERİLME DONATISI – AÇIKLIK – HAREKETLİ YÜK İLİŞKİSİNİ BELİRLEYEN BİLGİSAYAR PROGRAMININ AKIŞI (METİN OLARAK).

- Program başlangıcı.
- Kullanılan öngerilmeli prefabrike döşeme betonu, topping betonu ile öngerilme çeliğinin mukavemet açısından sınıfları girilir.
- Kullanılan malzemelerin başlangıç, aktarma ve işletme aşamalarındaki sınır gerilmeleri ile taşıma gücü hesapları için hesap dayanımları belirlenir.
- Kesitler (genişlik, kalınlık) verilerek kesit özellikleri (ağırlık merkezi, mukavemet momenti ve atalet momenti) hesaplanır.
- Öngerilmeli preslabta kullanılacak öngerilme donatı sayısı seçilir.
- Açıklık ile sisteme etkiyen tüm sabit (döşeme, topping, kaplama, duvar yükleri) ve hareketli yükler girilir. Herbir hesap yükü, prefabrike döşeme kesit genişliği b ile yüklerin çarpımı sonucu elde edilir.
- Toplam hesap yükü ($P_d = 1.4G + 1.6Q$) formülü ile hesaplanır.
- Açıklığa bağlı olarak herbir yükün oluşturduğu moment ile kesme kuvveti ayrı ayrı hesaplanır.
- Aktarma, işletme aşamalarında kesitte oluşan σ gerilmeleri hesaplanarak sınır gerilmeleri ile karşılaştırılır. Kesitin eğilme momenti taşıma gücü kapasitesi (M_r) hesaplanarak hesap eğilme momenti (M_d) ile karşılaştırılır.
- Öngerilme donatı sayısı, öngerilmeli prefabrike döşeme kalınlığı, topping betonu kalınlık değerleri sabit tutulup, açıklık değiştirilerek gerilmeler sınır gerilmelerini geçmeyecek şekilde, açıklık için taşınabilecek maksimum hareketli yük belirlenir.
- Bu işlem önce topping betonu kalınlığı değiştirilerek tekrarlanır.
- Sonra çeşitli öngerilmeli prefabrike döşeme kalınlıkları için topping betonu kalınlığı değiştirilerek hesaplar tekrarlanır.
- Daha sonra öngerilme donatılarının çeşitli sayılarına, öngerilmeli prefabrike döşeme kalınlıklarına bağlı olarak topping betonu kalınlığı değiştirilerek işlem devam ettirilir.
- Açıklığın artması durumunda gerilmeler sınır değerleri aşar. Gerilmeleri azaltmak amacıyla önce tek geçici destek, daha sonra iki geçici destek kullanılır. Gerilmeler sınır değerleri geçmeyecek şekilde hangi açıklık ve hareketli yük altında kaç adet geçici desteğin kullanılabileceği hesaplanarak belirlenir.
- Şehim kontrolü yapılmak suretiyle, farklı sayıda öngerilme donatılarına sahip çeşitli kalınlıklardaki prefabrike döşemelerde topping betonu kalınlığı değiştirilerek her bir kompozit prefabrike döşeme için taşıma kapasitesi belirlenerek açıklık hareketli yük ilişkilerini veren abaklar oluşturulmuş olur.

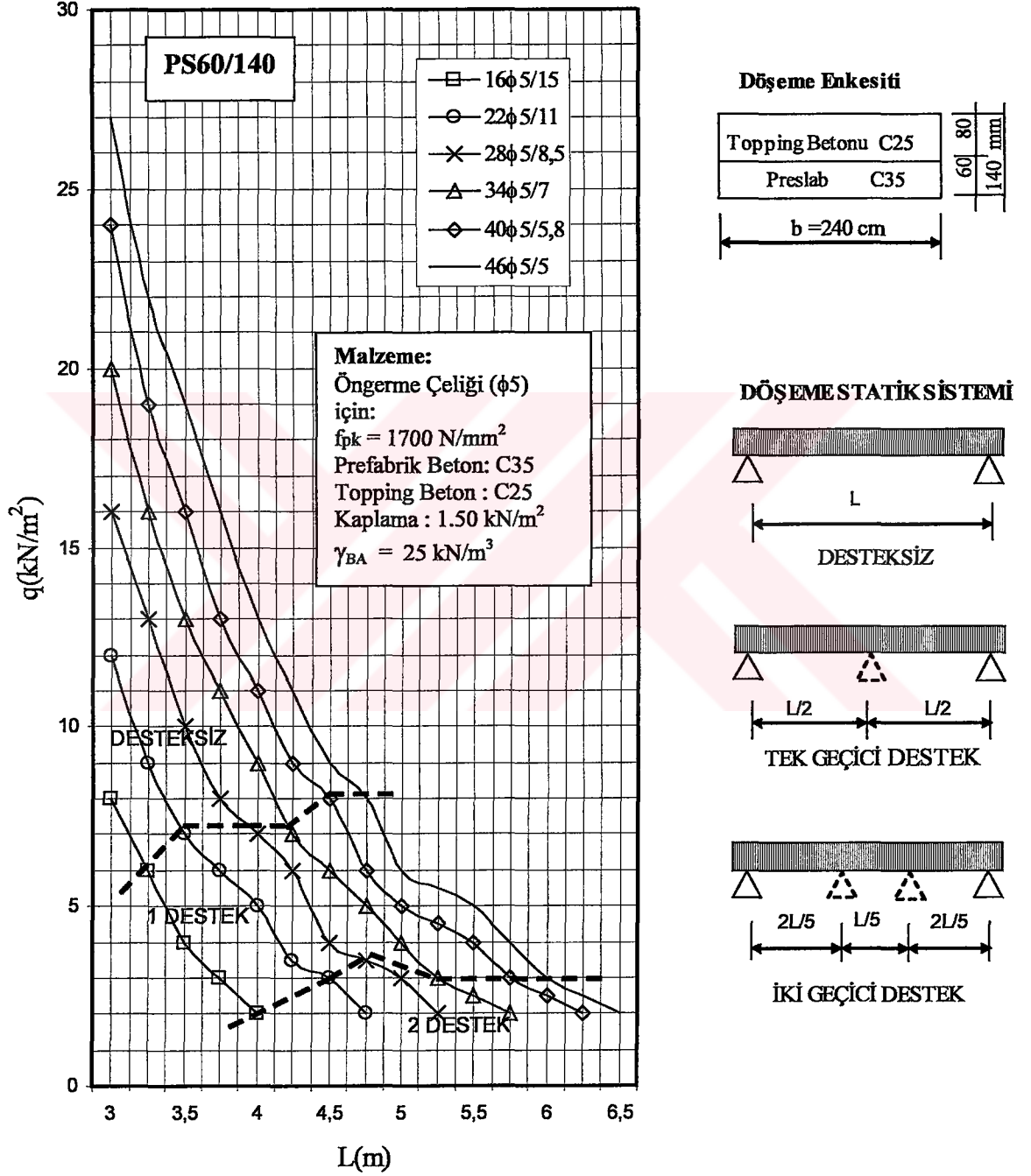
8. KOMPOZİT ÖNGERİLMELİ PREFABRİKE DÖŞEMELERDE ÖNGERİLME DONATISI – AÇIKLIK – HAREKETLİ YÜK İLİŞKİSİ

8.1 PS60/120 Döşemesinde Öngerilmeli Donatı Sayılarına Göre Açıklık - Hareketli Yük İlişkisi Abağı



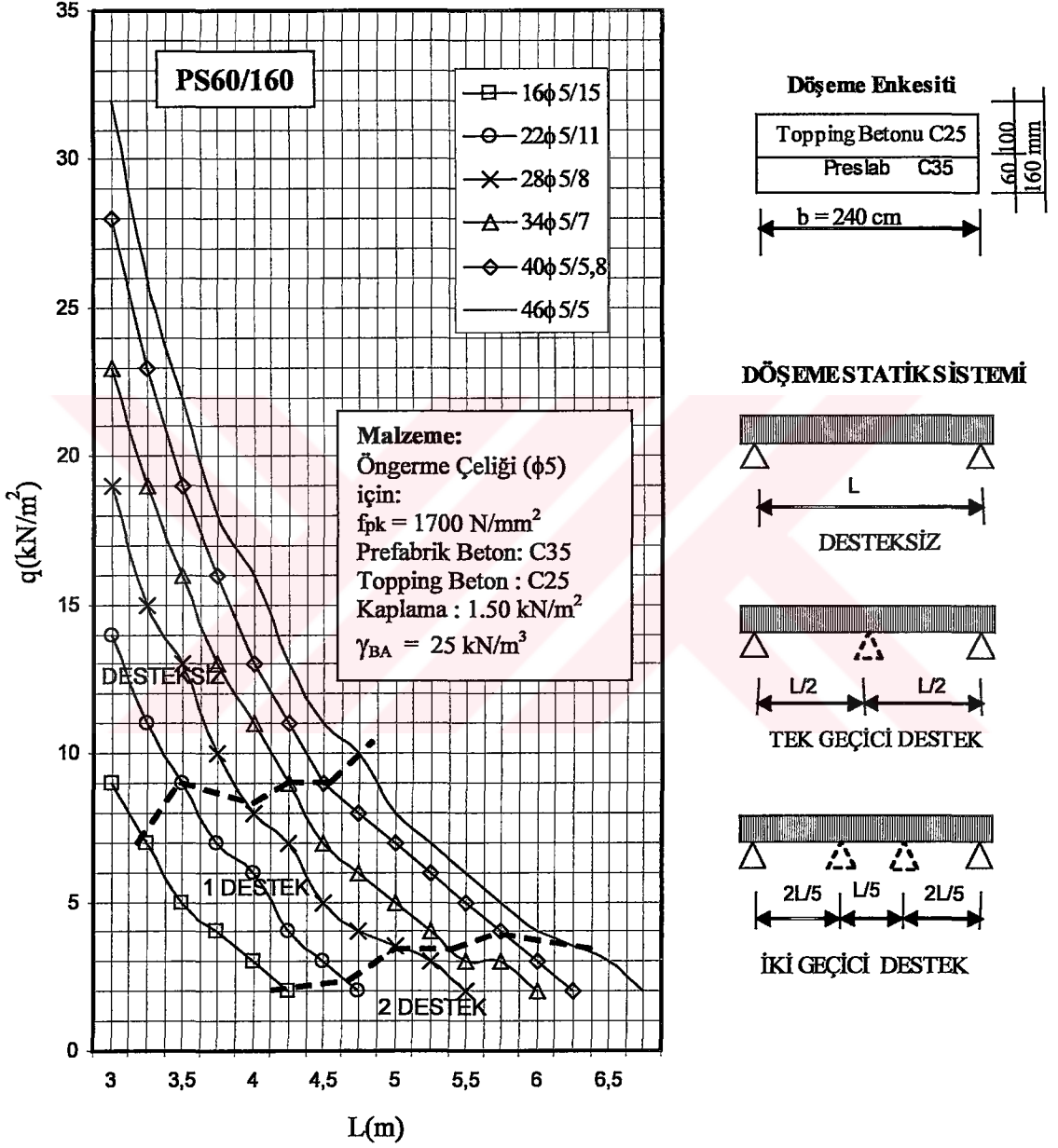
Şekil 8.1 PS60/120 döşemesinde öngerilmeli donatı sayısı – açıklık – hareketli yük ilişkisi

8.2 PS60/140 Döşemesinde Öngerilme Donatı Sayılarına Göre Açıklık - Hareketli Yük İlişkisi Abağı



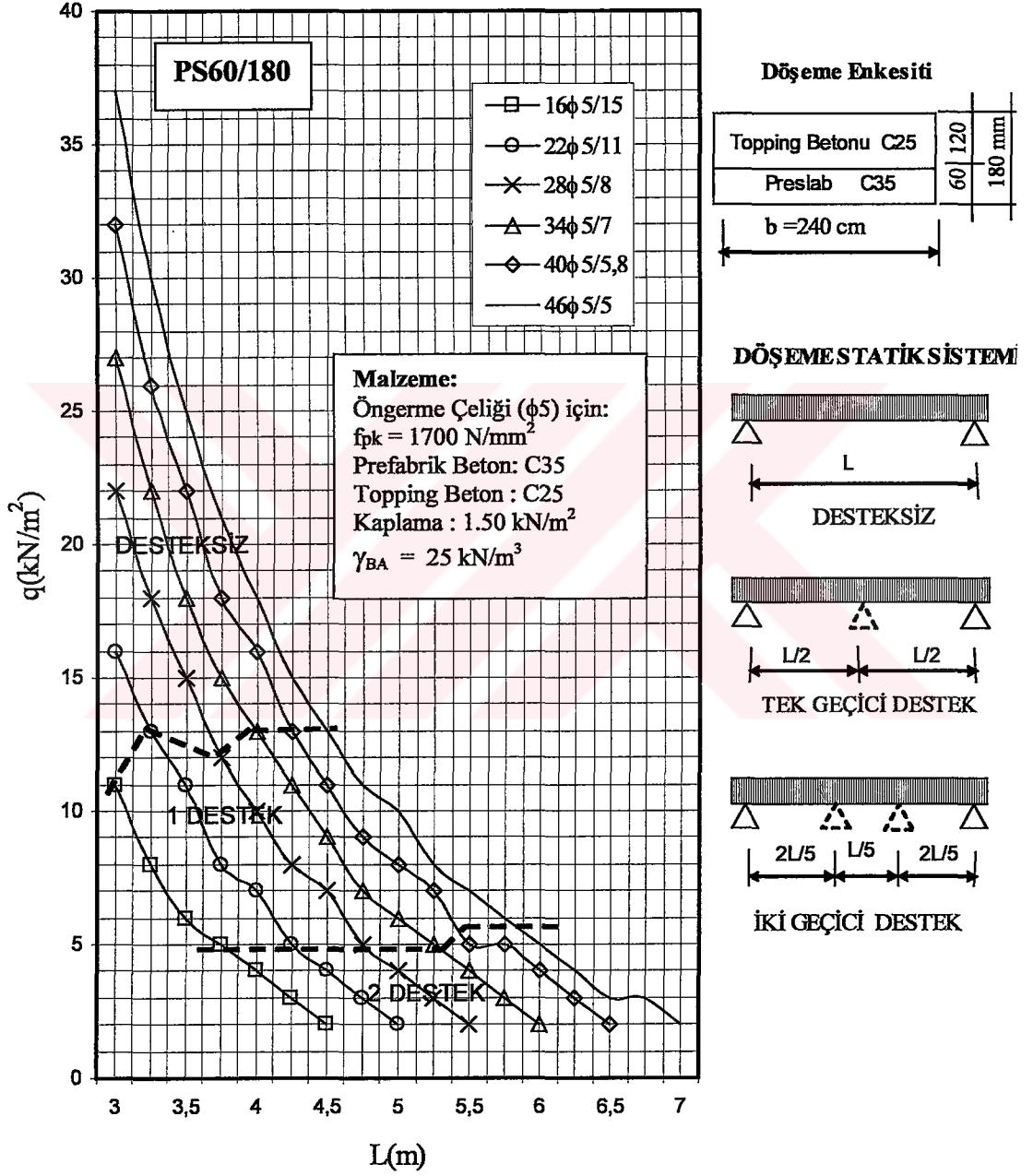
Şekil 8.2 PS60/140 döşemesinde öngerilme donatı sayısı – açıklık – hareketli yük ilişkisi

8.3 PS60/160 Döşemesinde Öngerilme Donatı Sayılarına Göre Açıklık - Hareketli Yük İlişkisi Abağı



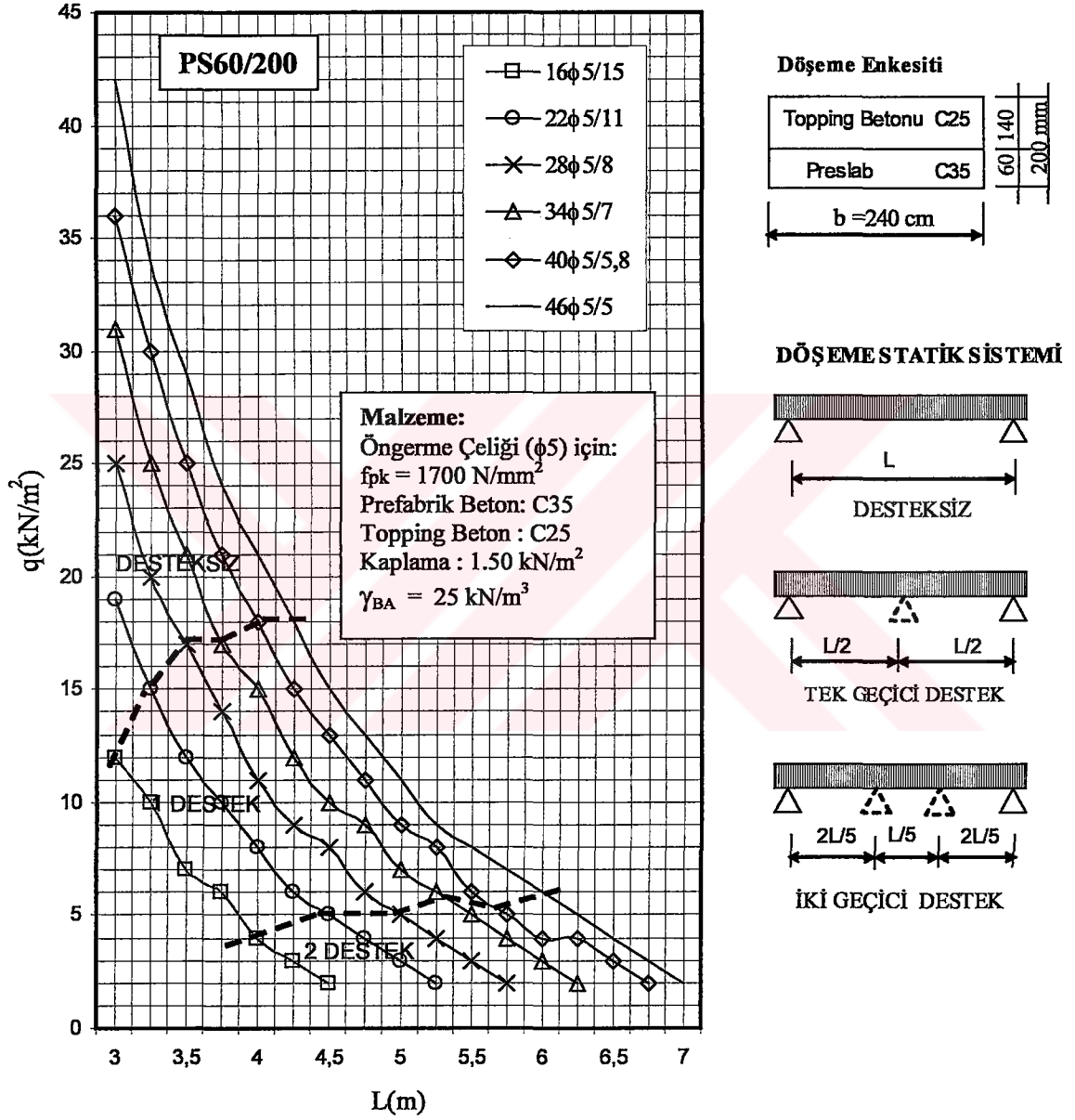
Şekil 8.3 PS60/160 döşemesinde öngerilme donatı sayısı – açıklık – hareketli yük ilişkisi

8.4 PS60/180 Döşemesinde Öngerilme Donatı Sayılarına Göre Açıklık - Hareketli Yük İlişkisi Abağı



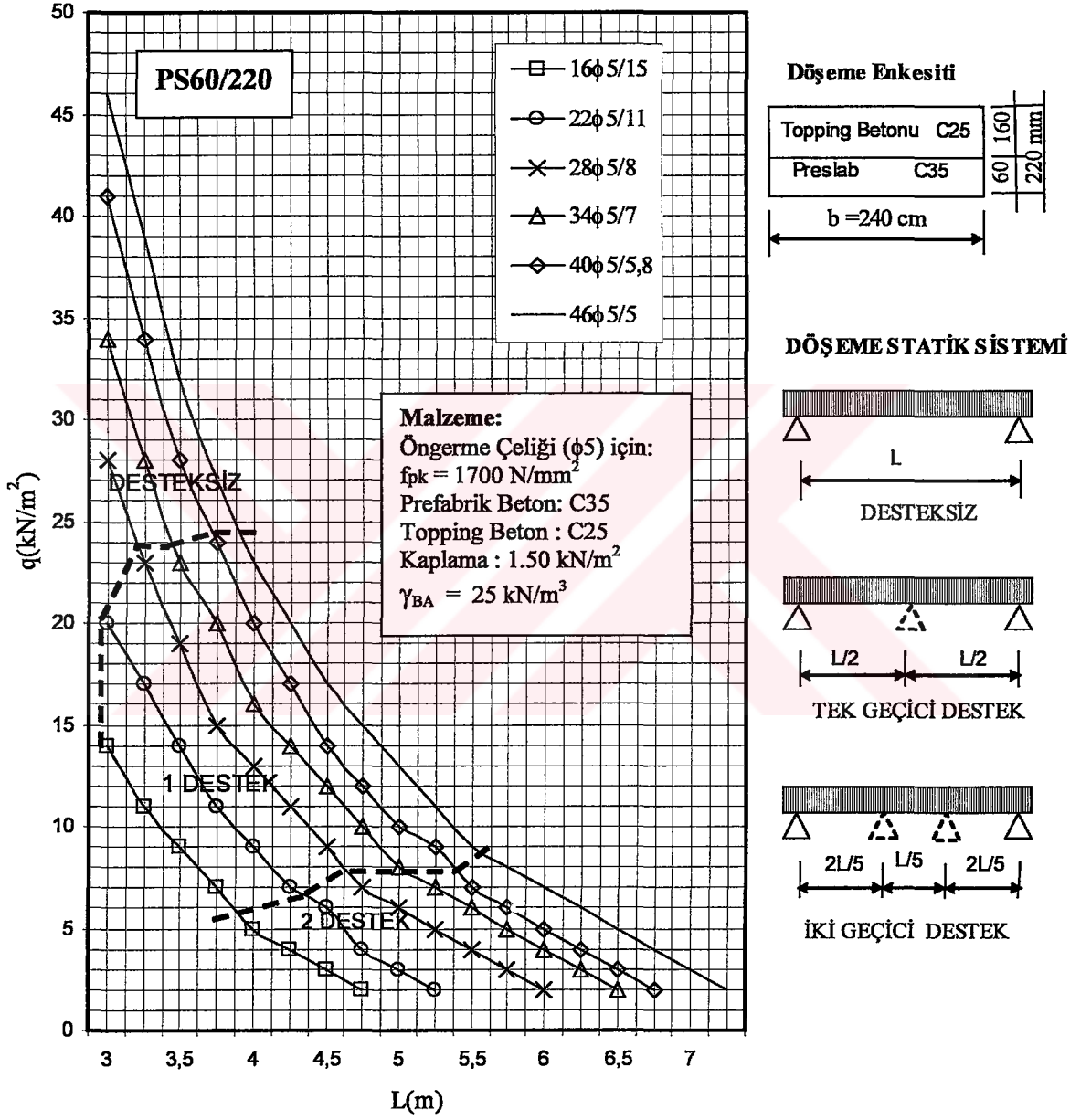
Şekil 8.4 PS60/180 döşemesinde öngerilme donatı sayısı – açıklık – hareketli yük ilişkisi

8.5 PS60/200 Döşemesinde Öngerilme Donatı Sayılarına Göre Açıklık - Hareketli Yük İlişkisi Abağı



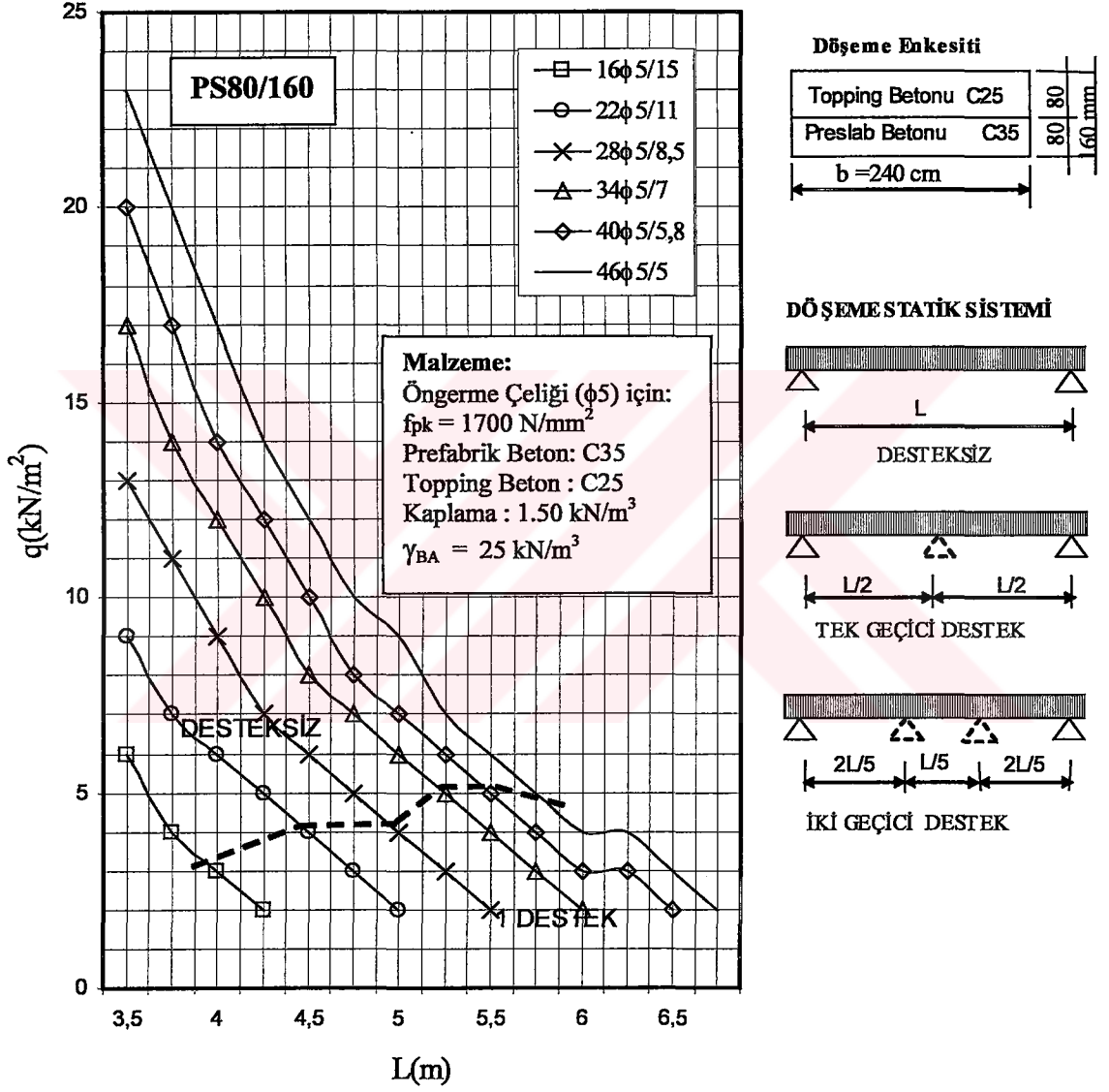
Şekil 8.5 PS60/200 döşemesinde öngerilme donatı sayısı – açıklık – hareketli yük ilişkisi

8.6 PS60/220 Döşemesinde Öngerilme Donatı Sayılarına Göre Açıklık - Hareketli Yük İlişkisi Abağı



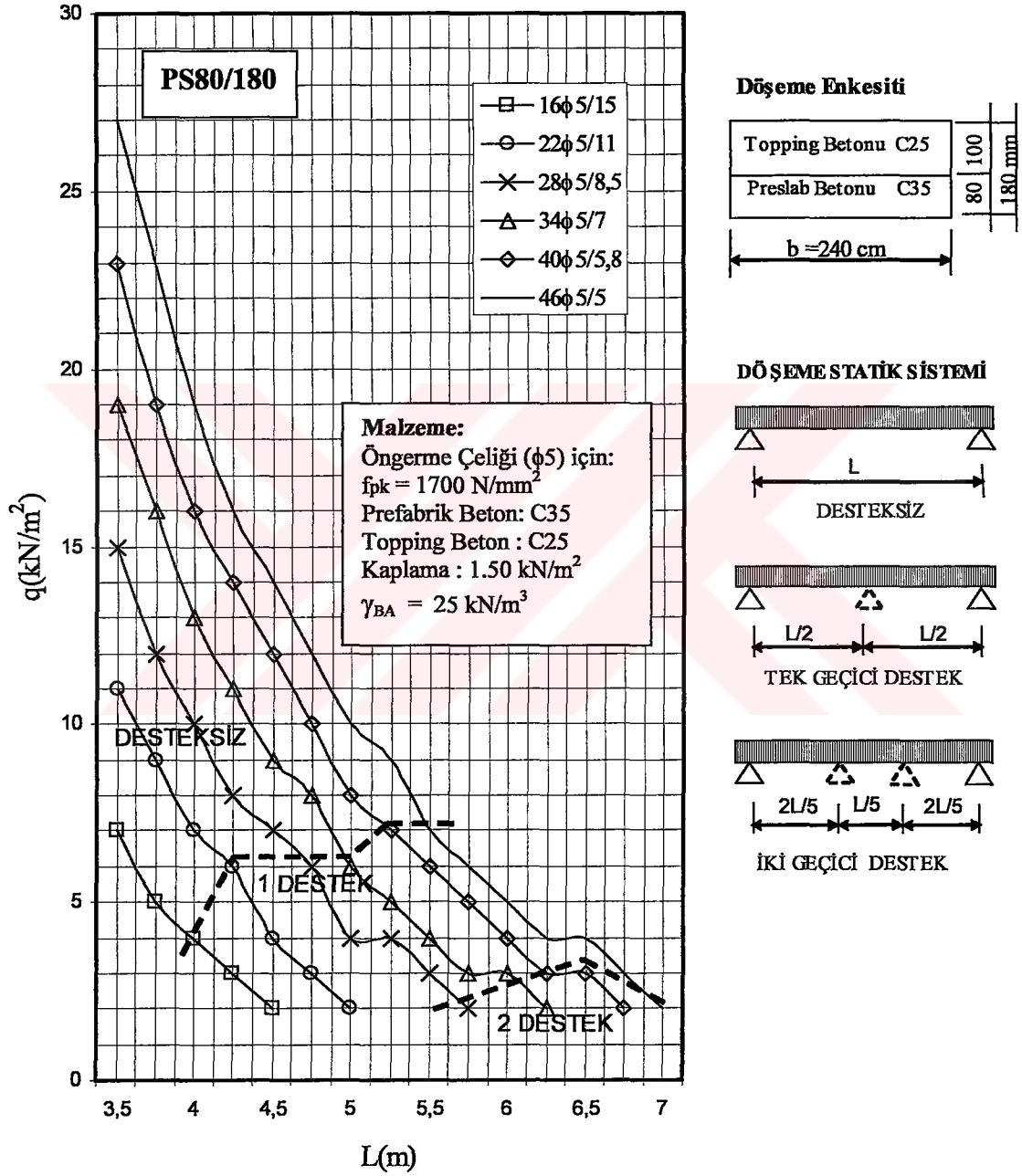
Şekil 8.6 PS60/220 döşemesinde öngerilme donatı sayısı – açıklık – hareketli yük ilişkisi

8.7 PS80/160 Döşemesinde Öngerilme Donatı Sayılarına Göre Açıklık - Hareketli Yük İlişkisi Abağı



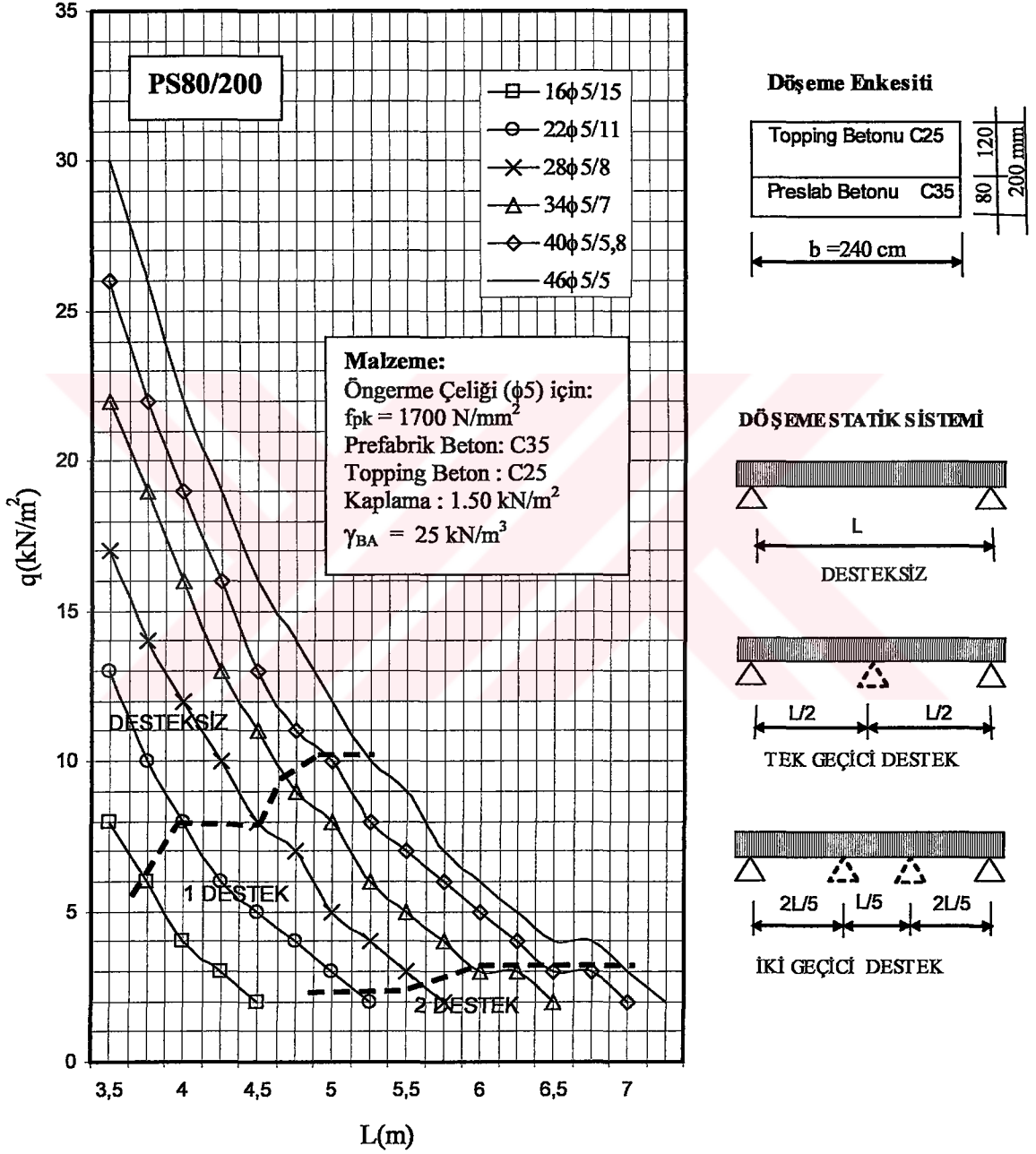
Şekil 8.7 PS80/160 döşemesinde öngerilme donatı sayısı – açıklık – hareketli yük ilişkisi

8.8 PS80/180 Döşemesinde Öngerilme Donatı Sayılarına Göre Açıklık - Hareketli Yük İlişkisi Abağı



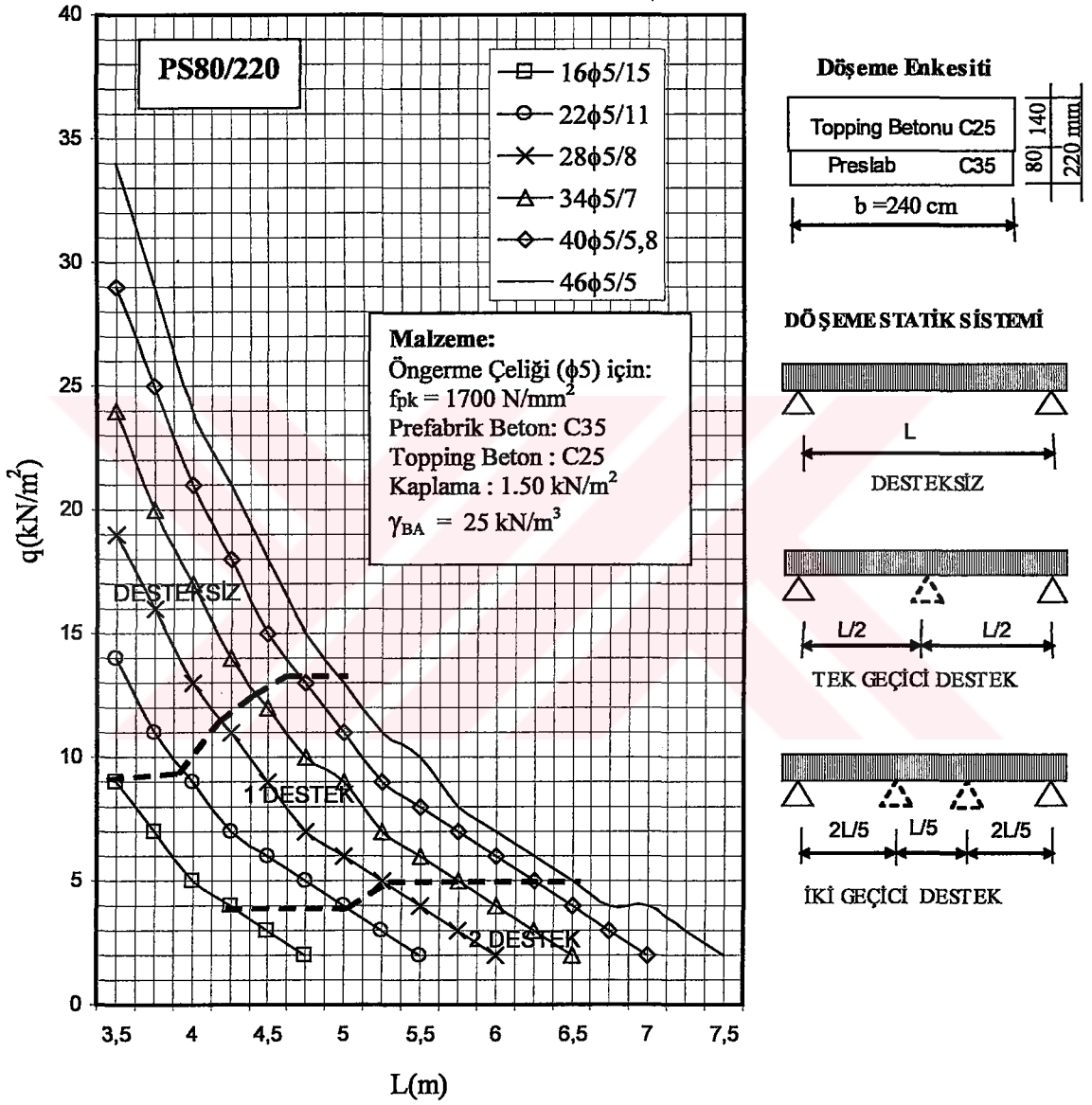
Şekil 8.8 PS80/180 döşemesinde öngerilme donatı sayısı – açıklık – hareketli yük ilişkisi

8.9 PS80/200 Döşemesinde Öngerilme Donatı Sayılarına Göre Açıklık - Hareketli Yük İlişkisi Abağı



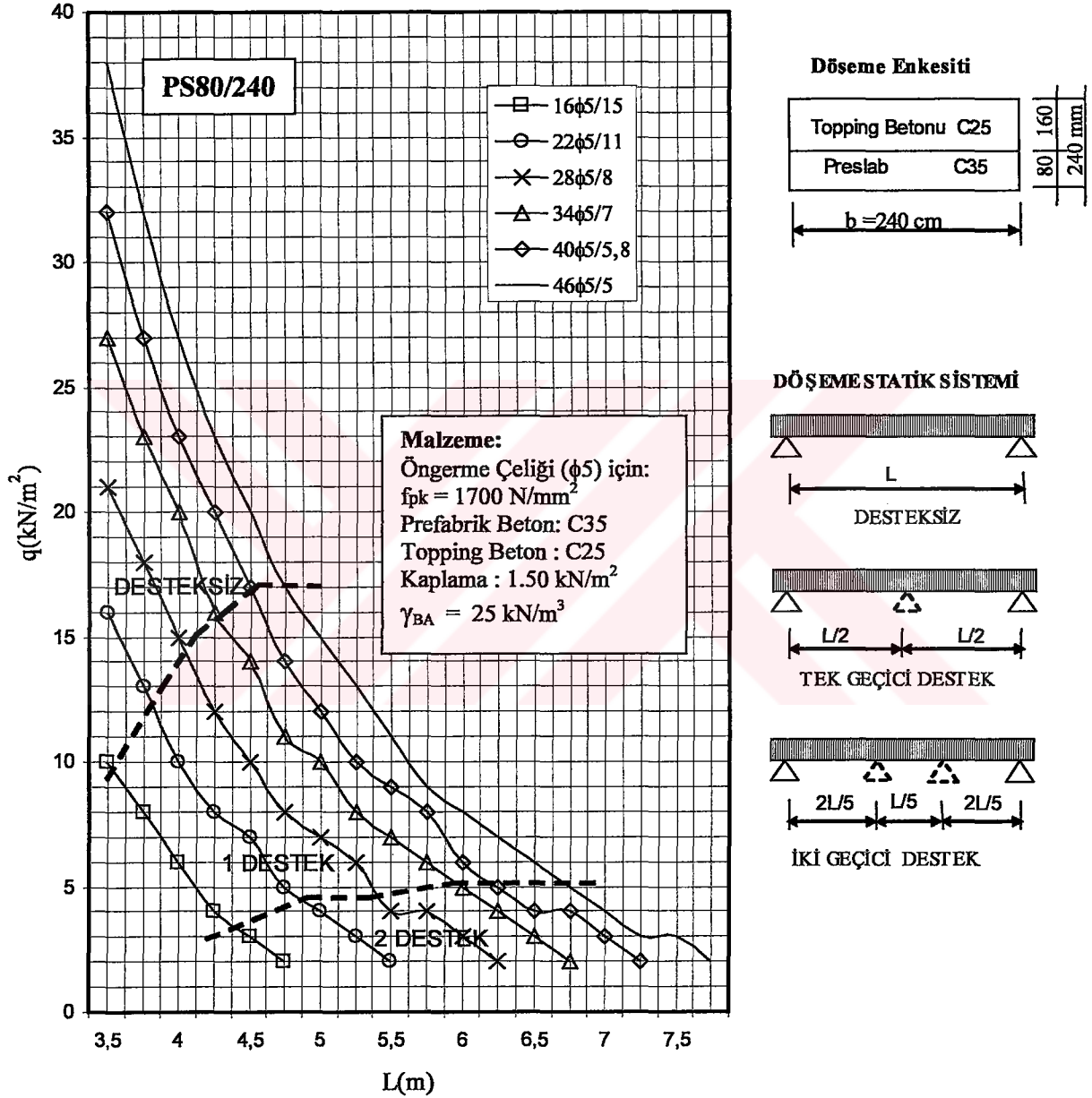
Şekil 8.9 PS80/200 döşemesinde öngerilme donatı sayısı – açıklık – hareketli yük ilişkisi

8.10 PS80/220 Döşemesinde Öngerilme Donatı Sayılarına Göre Açıklık - Hareketli Yük İlişkisi Abağı



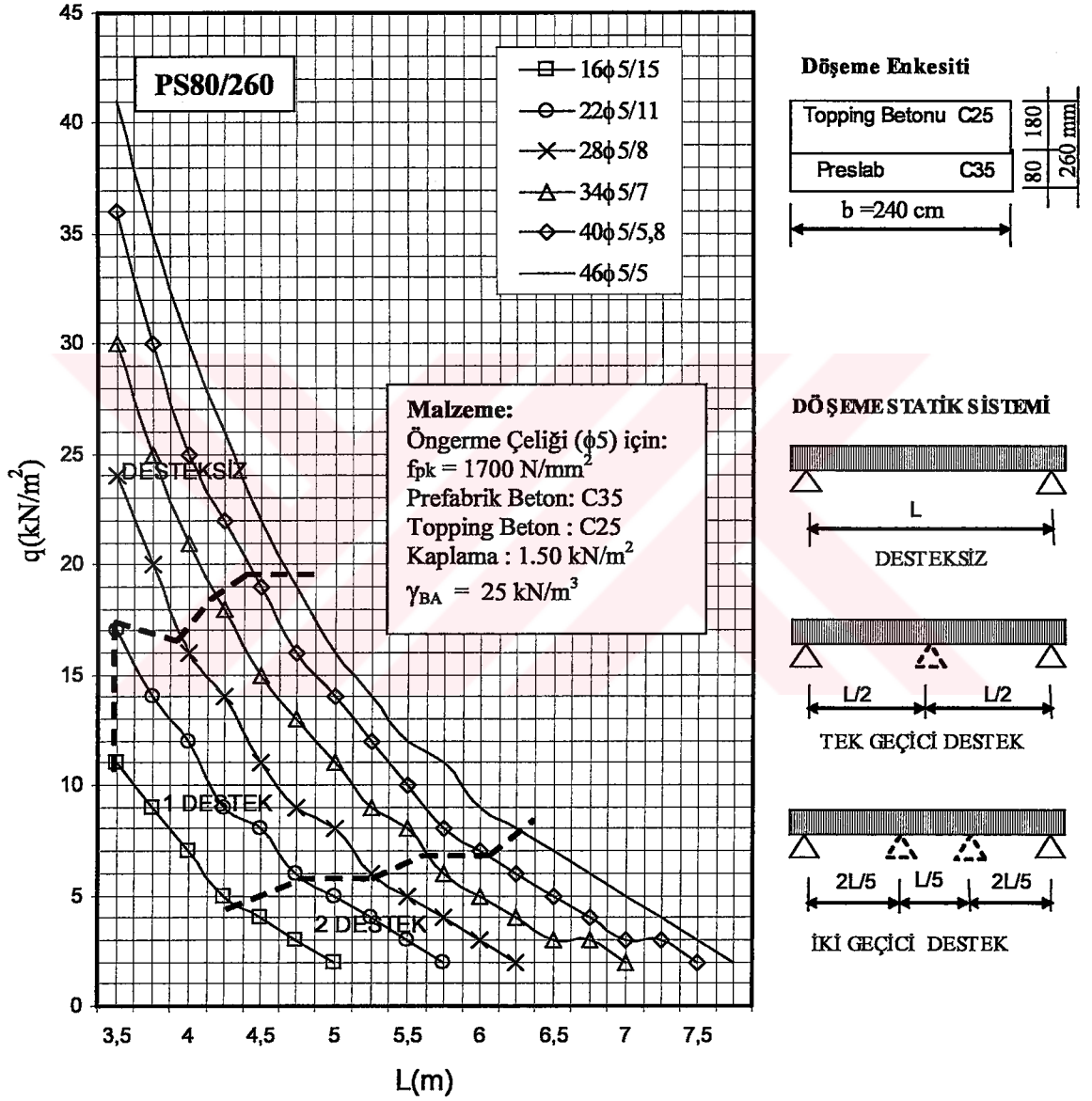
Şekil 8.10 PS80/220 döşemesinde öngerilme donatı sayısı – açıklık – hareketli yük ilişkisi

8.11 PS80/240 Döşemesinde Öngerilme Donatı Sayılarına Göre Açıklık - Hareketli Yük İlişkisi Abağı



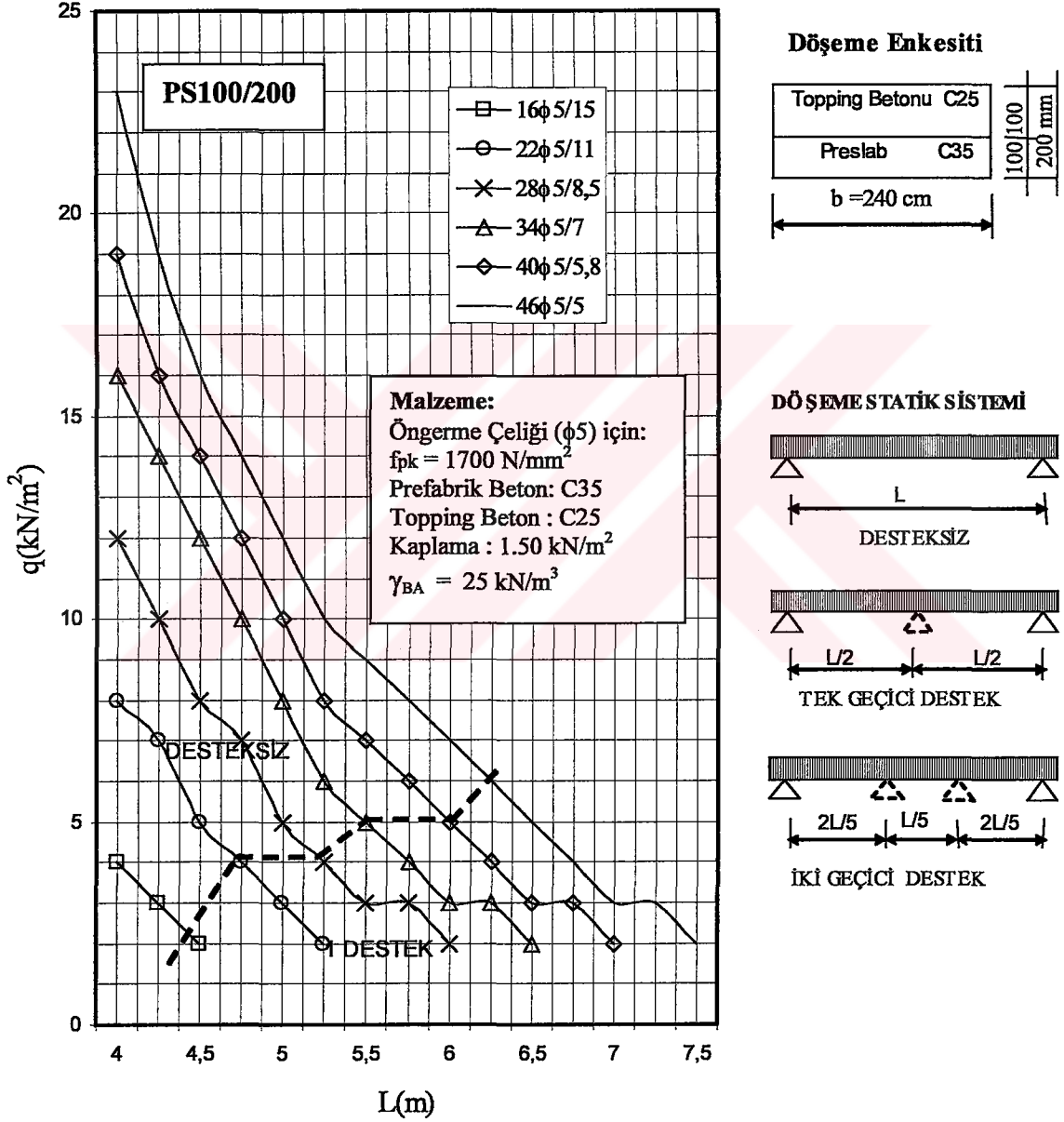
Şekil 8.11 PS80/240 döşemesinde öngerilme donatı sayısı – açıklık – hareketli yük ilişkisi

8.12 PS80/260 Döşemesinde Öngerilme Donatı Sayılarına Göre Açıklık - Hareketli Yük İlişkisi Abağı



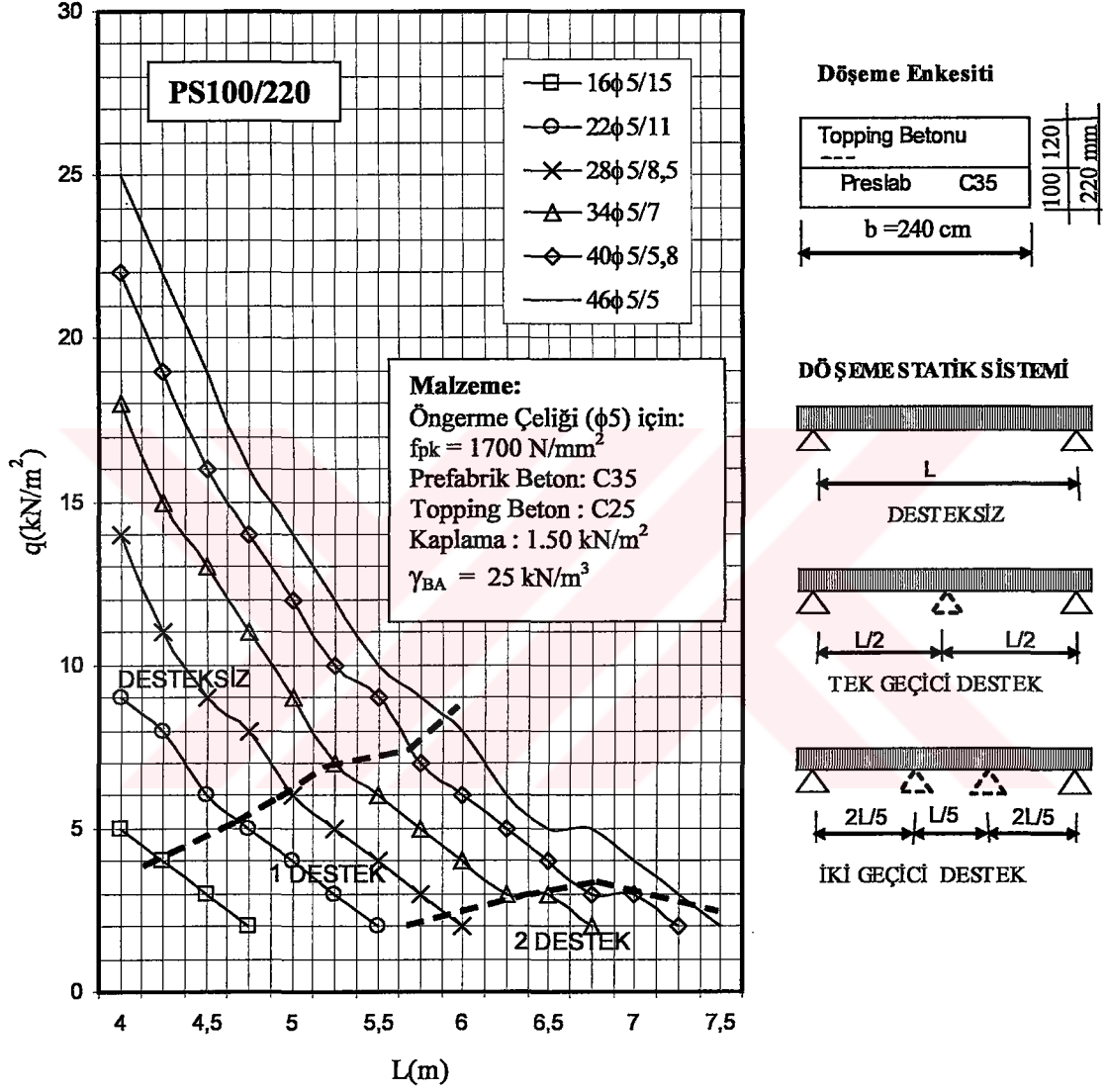
Şekil 8.12 PS80/260 döşemesinde öngerilme donatı sayısı – açıklık – hareketli yük ilişkisi

8.13 PS100/200 Döşemesinde Öngerilme Donatı Sayılarına Göre Açıklık - Hareketli Yük İlişkisi Abağı



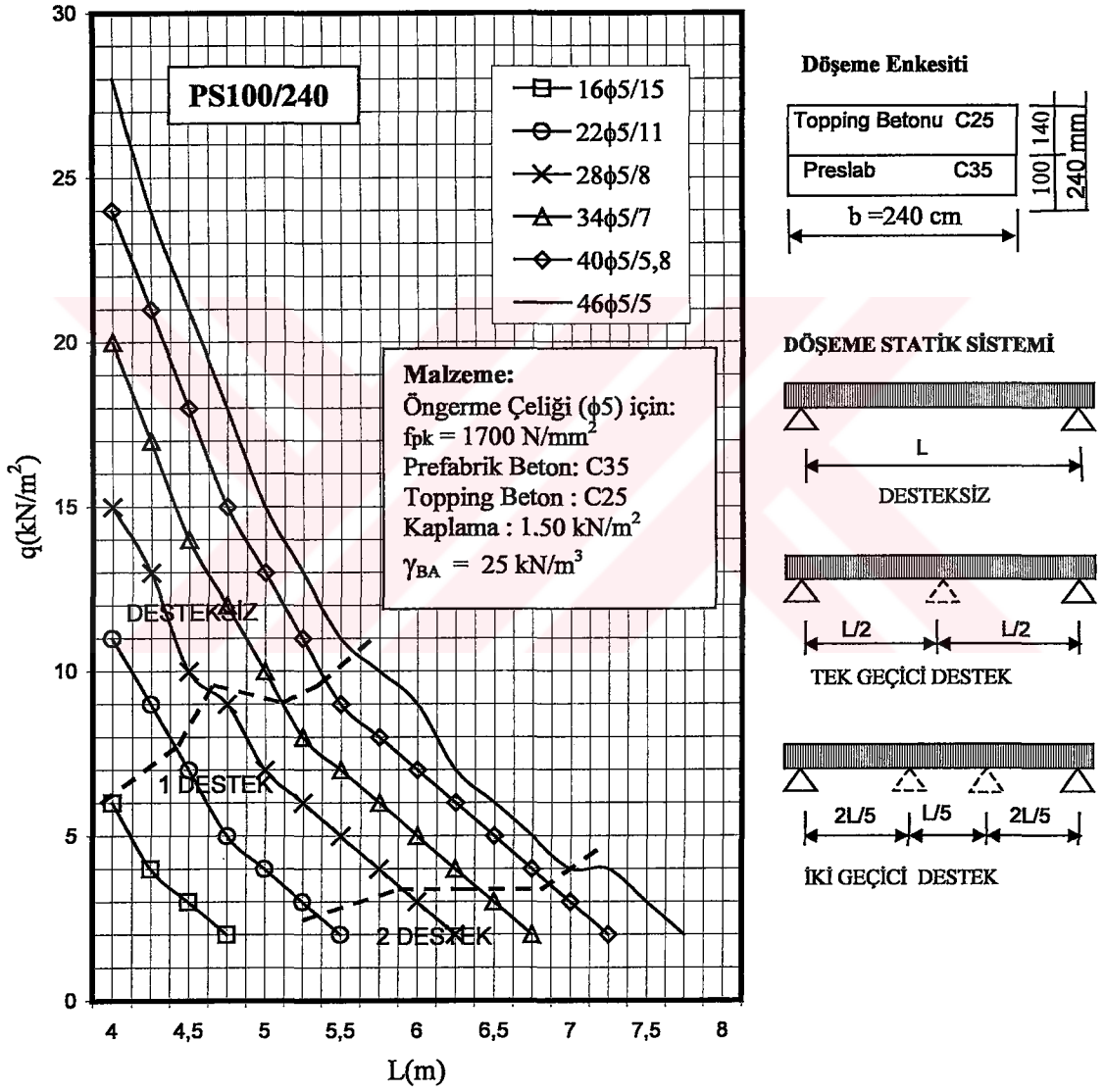
Şekil 8.13 PS100/200 döşemesinde öngerilme donatı sayısı – açıklık – hareketli yük ilişkisi

8.14 PS100/220 Döşemesinde Öngerilme Donatı Sayılarına Göre Açıklık - Hareketli Yük İlişkisi Abağı



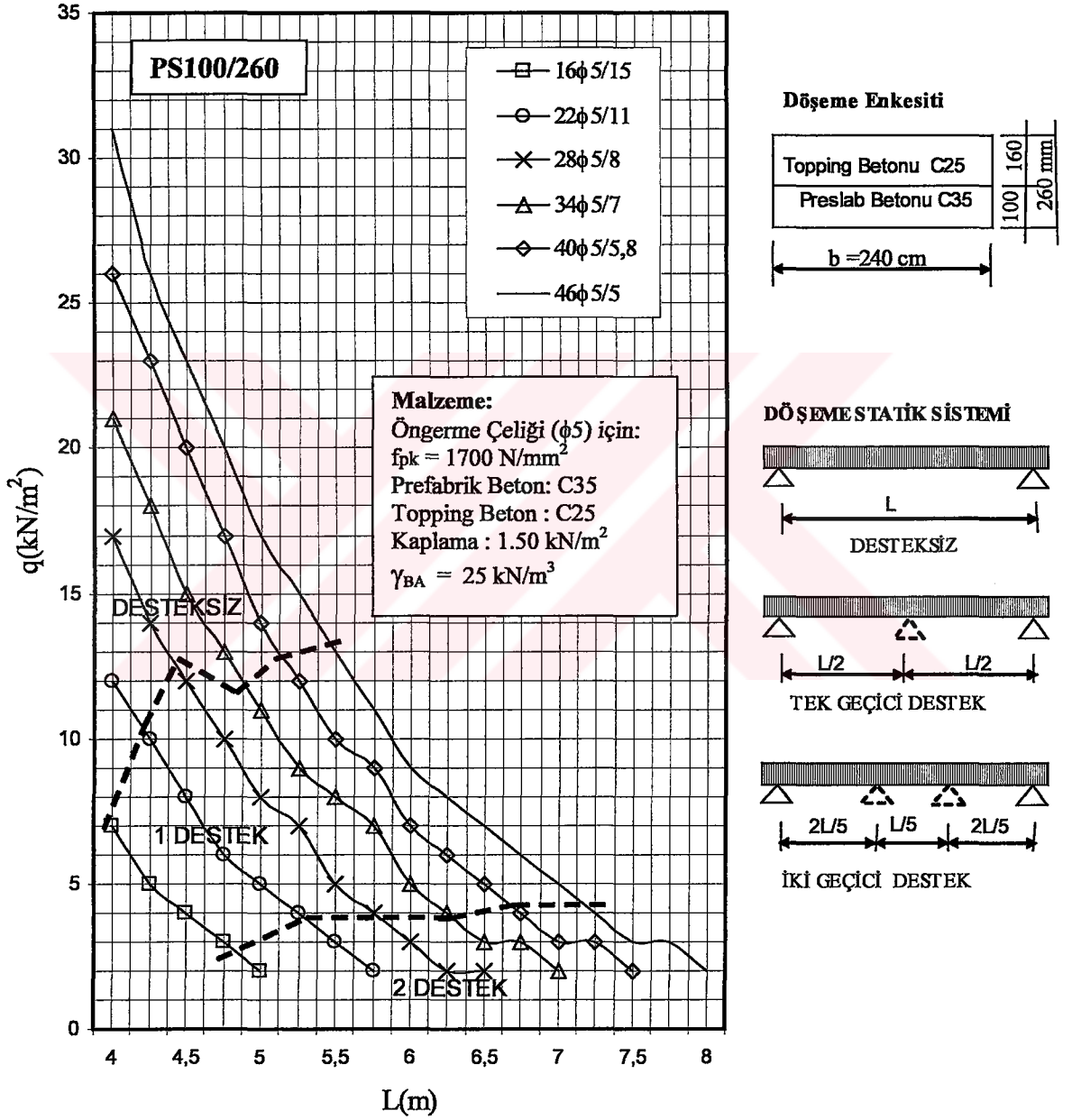
Şekil 8.14 PS100/220 döşemesinde öngerilme donatı sayısı – açıklık – hareketli yük ilişkisi

8.15 PS100/240 Döşemesinde Öngerilme Donatı Sayılarına Göre Açıklık - Hareketli Yük İlişkisi Abağı



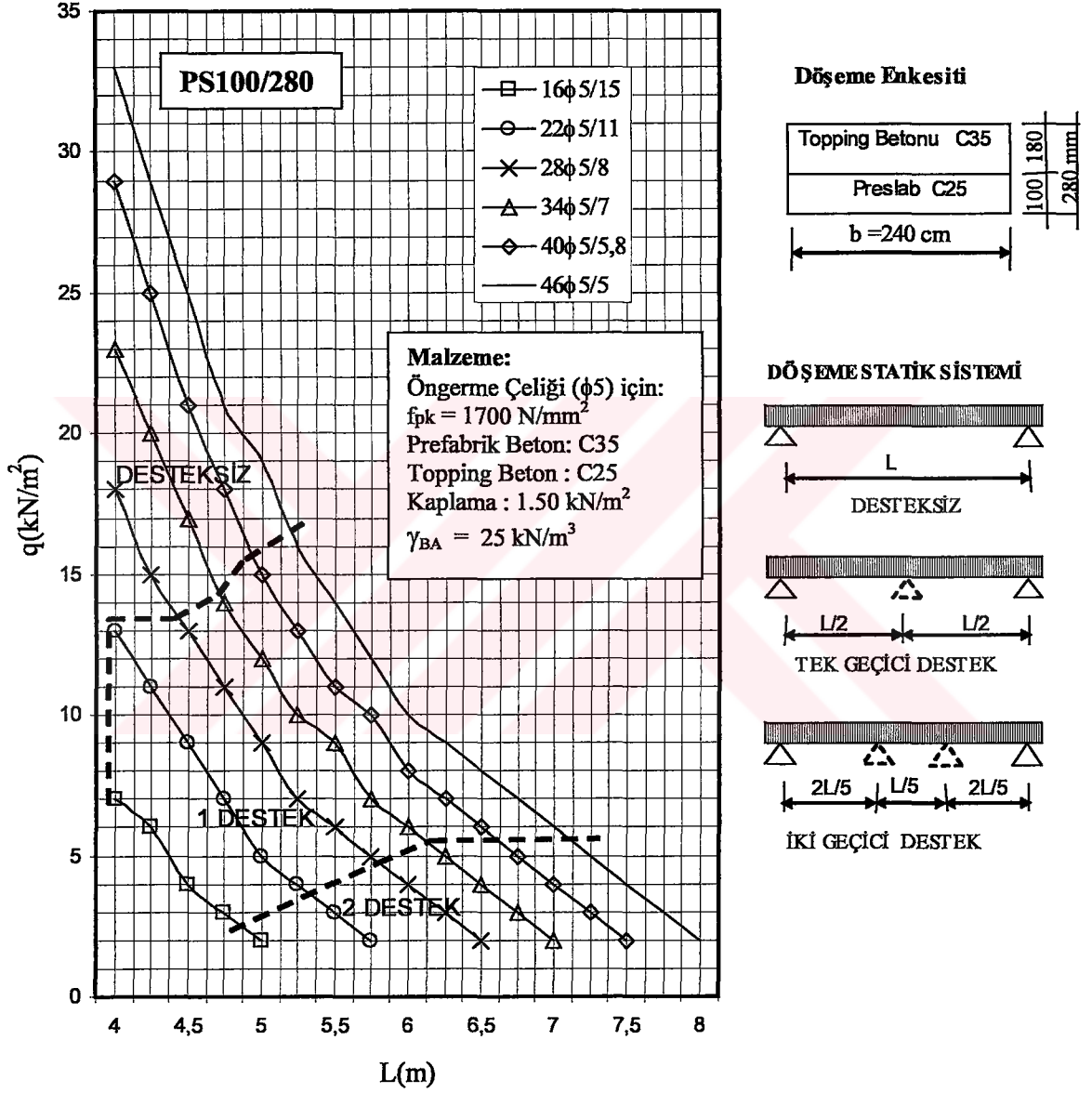
Şekil 8.15 PS100/240 döşemesinde öngerilme donatı sayısı – açıklık – hareketli yük ilişkisi

8.16 PS100/260 Döşemesinde Öngerilme Donatı Sayılarına Göre Açıklık - Hareketli Yük İlişkisi Abağı



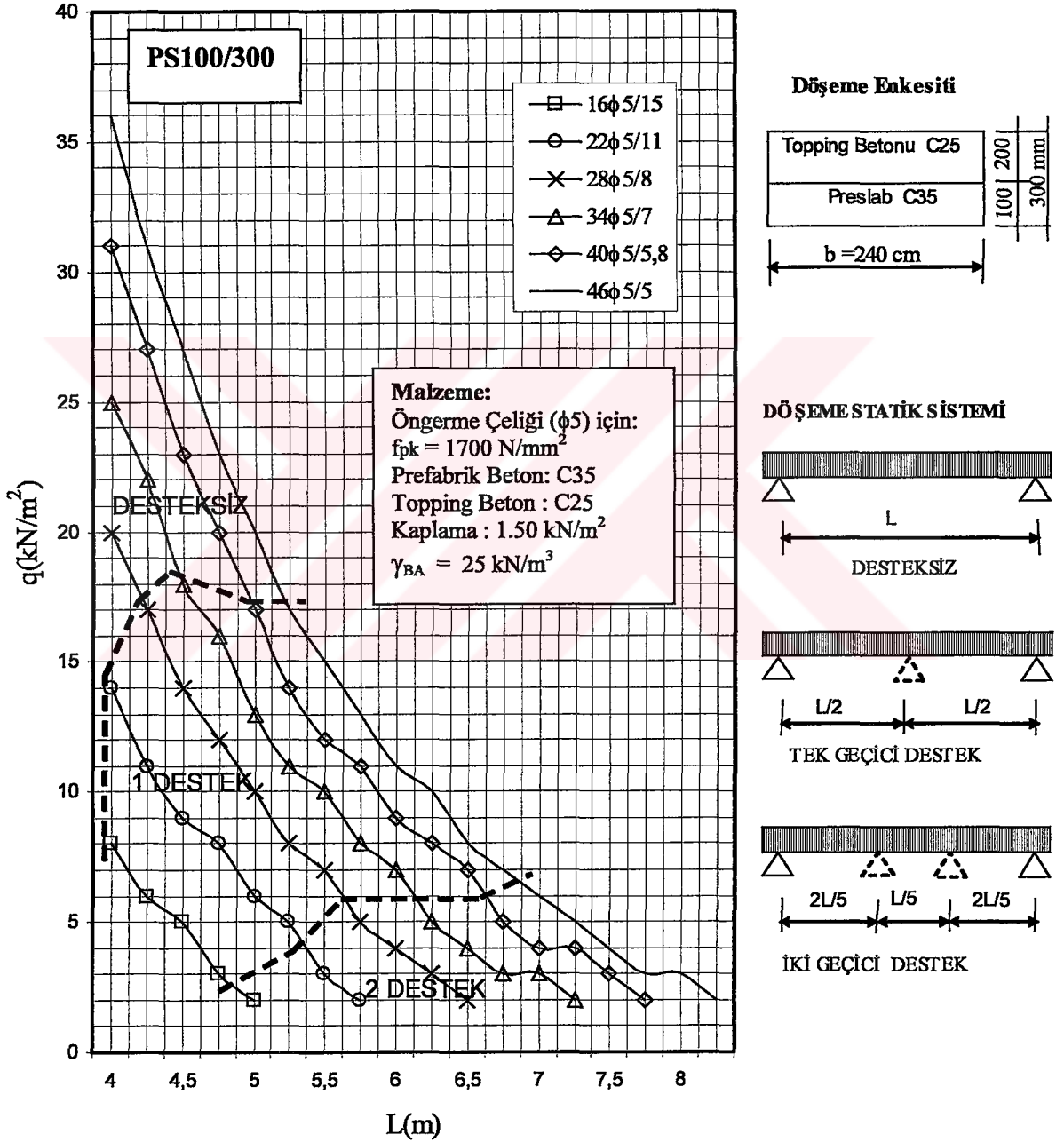
Şekil 8.16 PS100/260 döşemesinde öngerilme donatı sayısı – açıklık – hareketli yük ilişkisi

8.17 PS100/280 Döşemesinde Öngerilme Donatı Saylarına Göre Açıklık - Hareketli Yük İlişkisi Abağı



Şekil 8.17 PS100/280 döşemesinde öngerilme donatı sayısı – açıklık – hareketli yük ilişkisi

8.18 PS100/300 Döşemesinde Öngerilme Donatı Sayılarına Göre Açıklık - Hareketli Yük İlişkisi Abağı



Şekil 8.18 PS100/300 döşemesinde öngerilme donatı sayısı – açıklık – hareketli yük ilişkisi

9. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, önce kalıpsız, iskelesiz döşeme yapım tekniğiyle inşa edilen kompozit prefabrike döşeme sistemlerinin kullanım yerleri, malzeme özellikleri, yapım teknikleri, üstünlükleri ve hesap esasları hakkında genel bilgiler verilmiştir.

Sonra, kompozit önerilmeli prefabrike döşeme sistemlerinin hesapları yapım aşamalarının desteksiz, tek ve iki geçici destekli olması durumlarına göre ayrı ayrı ele alınmış ve her bir durumda aktarma, montaj, işletme ve taşıma gücü aşamaları için hesap bağıntıları oluşturulmuştur.

Bu bağıntılar kullanılarak farklı sayıda önerilme donatılarına sahip çeşitli kalınlıklardaki prefabrike döşemelerde topping betonu kalınlığı değiştirilerek her bir kompozit prefabrike döşeme için taşıma kapasitesi belirlenerek açıklık – hareketli yük ilişkilerini veren (8.1, 8.2, 8.3, 8.4, 8.5, 8.6, 8.7, 8.8, 8.9, 8.10, 8.11, 8.12, 8.13, 8.14, 8.15, 8.16, 8.17, 8.18 nolu) abaklar oluşturulmuştur.

Bu abaklar kullanılarak, teklif ve projelendirme aşamasında, önerilme hesabı yapılmaksızın açıklık ve hareketli yük belli iken kolaylıkla döşeme kalınlıklarını ve önerilme donatı sayılarını elde etmek mümkün olmaktadır.

Ayrıca aynı açıklık ve hareketli yükler altında farklı kalınlıklardaki döşemeler için önerilme donatı sayıları abaklardan belirlendikten sonra sonuçlar karşılaştırılarak çok kısa sürede optimum çözüm elde edilebilir.

Abakların incelenmesiyle;

- Bu tür döşeme sistemlerinde bir veya iki adet geçici destek kullanılarak aynı döşeme ve önerilme donatısı ile daha büyük açıklıkların geçilebilmesinin mümkün olduğu,
- Bu tür döşemelerle 7-8 m'ye kadar açıklıkların geçilebildiği görülmektedir.

Bu çalışmada basit kiriş olarak mesnetlenmiş kompozit önerilmeli prefabrike döşemeler incelenmiş olup başka çalışmalarda bir ve iki kenarı sürekli döşemelerin de ele alınarak incelenmesi pratik uygulamalar açısından oldukça yararlı olacaktır.

KAYNAKLAR

CSTB (1984), CPT Planchers, Title II, Paris

CSTB (1977), Preliminary Technical Assesment (ATP) of Preslab Flooring System, Paris

TS 3233 (1979), Öngerilmeli Beton Hesap ve Yapım Kuralları, Ankara

TS 500 (2000) , Betonarme Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları, Ankara

Zorbozan M. (1990), Öngerilmeli Beton Ders Notları ,YTÜ İnş. Fak., İstanbul

Zorbozan M. (1998), Boşluklu Döşemelerde Açıklık ve Yüke Göre Öngerilme Donatıları, Gök İnşaat Yayınları., İstanbul

Özden K. , Eren İ. , Trupia A. L. , Öztürk T. , (1988), Öngerilmeli Beton, İ.T.Ü İnşaat Fakültesi, İstanbul.



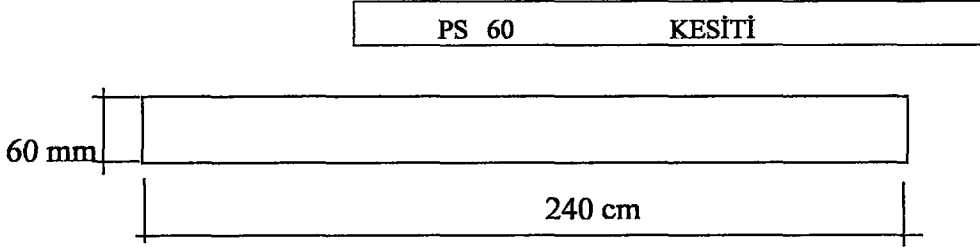
EKLER

Ek 1 Kompozit Döşeme Hareketli Yük Taşıma Kapasitesini Hesaplamak İçin
Hazırlanan Program



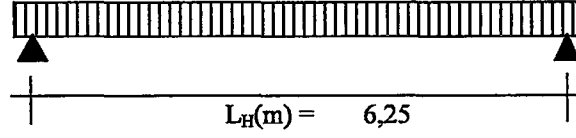
Ek 1 Kompozit Döşeme Hareketli Yük Taşıma Kapasitesini Hesaplamak İçin Hazırlanan Program

1.DÖŞEME ÖZELLİKLERİ VE HESAP YÜKLERİ



SEÇİLEN DÖŞEME ÖZELLİKLERİ			
Döşeme Kalınlığı :	6	cm	Mes. Oturma Genişliği: 10 cm
Döş. Enkesit Uzun :	240	cm	Topping Kalınlığı : 10,00 cm
Statik Hesap Açık.Uzun. :	6,25	m	
YÜKLER			
Sabit Yükler			
Döşeme Yükü :	1,50	kN/m ²	Kaplama Yükü : 1,50 kN/m ²
Topping Yükü :	2,50	kN/m ²	Duvar Yükü : 0 kN/m ²
Hareketli Yükler			
Eşit Yayılı Har. Yük :	3,50	kN/m ²	
HESAP YÜKLERİ			
Döş. Öz Yükü (G ₁) :	3,60	kN/m	Top. Sabit Yük (G) : 13,20 kN/m
Topping Yükü (G ₂) :	6,00	kN/m	Top. HareketliYük (Q): 8,40 kN/m
Kap+Duv Yükü (G ₃) :	3,60	kN/m	Pd =1,4G +1,6Q 31,92 kN/m

2.STATİK HESAP



Kesit No	L_x (m)	M_{G1} (kNm)	M_{G2} (kNm)	M_{G3} (kNm)	M_Q (kNm)	M_{G+Q} (kNm)	$M_{1,4G+1,6Q}$ (kNm)	V_d (kN)	X_{G2} (kNm)
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	99,75	0,00
2	3,13	14,09	1,88	17,58	41,02	105,47	155,86	0,00	1,88

3.MALZEME

BETON		ÖNGERİLME ÇELİĞİ				As (cm ²)
Prefabrike Beton : C 35			Tel Çapı(f)	Alan(cm ²)	Tel Ad.(n)	
Topping Betonu : C 25		Alt Öng. Donatısı:	5	0,1963	46	9,0275
j Günlük Bet. Mukav. %'si : 75		Üst Öng. Donatısı:	5	0,1963	0	0,0000
Elastisite Modülü $E_p =$		33200				
Elastisite Modülü $E_T =$		30300				

3.1 Beton İçin Sınır Gerilmeler:

3.1.a Prefabrike Beton Aktarmada (t=0):			
Basınç Güvenlik Gerilmesi ; $\sigma_b = 0,60 * f_{cj,k}$	=	15,75	MPa
Açıkl.Çekme Güv. Ger. ; $\sigma_{ca} = 0,25 * (f_{cj,k})^{0,5}$	=	1,28	MPa
Mesnet.Çekme Güv. Ger. ; $\sigma_{ca} = 0,50 * (f_{cj,k})^{0,5}$	=	2,56	MPa

3.1.b Prefabrike Beton İşletme Aşamasında (t $\rightarrow \infty$):			
Basınç Güvenlik Gerilmesi ; $\sigma_b = 0,45 * f_{ck}$	=	15,75	MPa
Çekme Güv. Ger. ; $\sigma_{ca} = 0,50 * (f_{ck})^{0,5}$	=	2,96	MPa
Hesaplarda Alınacak Max. Beton Çekme Ger.	=	1,00	MPa
Top.Beton Basınç Güv. Ger. ; $\sigma_b = 0,45 * f_{ck}$	=	11,25	MPa

3.1.c Mr Taşıma Gücü Hesabında:			
Prefabrik Beton Hes. Dayanımı ; $f_{cd} = f_{ck} / 1,4$	=	25,00	MPa
Topping Beton Hes. Dayanımı ; $f_{cd} = f_{ck} / 1,5$	=	16,67	MPa

3.2 Öngerilme Çeliği İçin Sınır Gerilmeler:

	Tel Çapı F (mm)	GERİLMELER (MPa)				Mr Taşıma Gücü Hesabında
		Min.Kop. f_{pk}	İlk Germe $S_{s,ilk}$	t=0 $S_{s,0}$	(t $\rightarrow \infty$) $S_{s,\infty}$	
Alt Öng. Donat.	5	1700	1275	1190	1020	$f_{pd} = f_{pk} / 1,15$
Üst Öng. Donat.	5	1700	1275	1190	1020	$f_{pd} = f_{pk} * (1 - 0,4 * r_p * f_{pd} / f_{cd})$

4.PREFABRİKE DÖŞEMENİN KESİT ÖZELLİKLERİ

Kesit Özelliği	Birim	Prefabrik Kesit		Kompozit Kesit	
		Sembol	Değer	Sembol	Değer
Döşeme Yüksekliği :	cm	h_p	6	h_k	16,00
Döşeme Genişliği :	cm	B_t	240	B_t	240
Kesit Alanı :	cm ²	A_p	1440	A_k	3630,36
Ağırlık Merk. Alt Kenara Uzaklığı:	cm	y_p	3	y_k	7,83
Ağırlık Merk. Üst Kenara Uzaklığı:	cm	$h_p - y_p$	3	$h_k - y_k$	8,17
Atalet Momenti :	cm ⁴	I_p	4320	I_k	78177,31
Alt Kenar İçin Mukav. Momenti:	cm ³	W_{pa}	1440	W_{ka}	9988,46
Üst Kenar İçin Mukav. Momenti:	cm ³	W_{pu}	1440	W_{ku}	9565,04
Alt Donatının Alt Kenara Uzaklığı:	cm	D_{p1}	1,75	D_{k1}	1,75
Üst Donatının Üst Kenara Uzaklığı:	cm	D_{p2}	0	D_{k2}	0,00

5.ÖNGERİLME HESABI

Aktarmada (t=0):

$$\begin{aligned}
 P_{ü,0} &= n_{\bar{u}} * A_s * \sigma_{s,0} &= & 0,00 \quad \text{kN} \\
 P_{a,0} &= n_{\bar{a}} * A_s * \sigma_{s,0} &= & 1074,27 \quad \text{kN} \\
 N_{po} &= P_{\bar{u}} + P_{\bar{a}} &= & 1074,27 \quad \text{kN} \\
 e_p &= (P_{a,0} * (y_p - D_{p1}) - P_{ü,0} * (h_p - y_p - D_{p2})) / N_{po} &= & 1,25 \quad \text{cm} \\
 M_{po} &= N_{po} * e_p &= & 13,43 \quad \text{kNm}
 \end{aligned}$$

$$\sigma_{üst} = (N_{po} / A_p) - (M_{po} / W_{pu}) + (M_{G1} / W_{pu})$$

$$\sigma_{alt} = (N_{po} / A_p) + (M_{po} / W_{pa}) - (M_{G1} / W_{pa})$$

İşletme Aşamasında (t → ∞):

$$\begin{aligned}
 P_{ü,\infty} &= n_{\bar{u}} * A_s * \sigma_{s,\infty} &= & 0,00 \quad \text{kN} \\
 P_{a,\infty} &= n_{\bar{a}} * A_s * \sigma_{s,\infty} &= & 920,81 \quad \text{kN} \\
 N_{p\infty} &= P_{\bar{u},\infty} + P_{\bar{a},\infty} &= & 920,81 \quad \text{kN} \\
 M_{p\infty} &= N_{p\infty} * e_p &= & 11,51 \quad \text{kNm}
 \end{aligned}$$

$$\sigma'_{üst} = (N_{po} / A_p) - (M_{po} / W_{pu}) + ((M_{G1} + M_{G2}) / W_{pu}) + ((M_{G3} + M_Q) / I_k) * (h_p - y_k)$$

$$\sigma'_{alt} = (N_{po} / A_p) + (M_{po} / W_{pa}) - ((M_{G1} + M_{G2}) / W_{pa}) - ((M_{G3} + M_Q) * y_k / I_k)$$

$$\sigma_{t,üst} = ((M_{G3} + M_Q) * (h_k - y_k) / I_k)$$

6.TAŞIMA GÜCÜ KONTROLÜ

$A_{s,a}$	=	9,0275	cm ²	
$A_{s,ü}$	=	0	cm ²	
$A_{sp} = A_{s,a} + A_{s,ü}$	=	9,0275	cm ²	
$\rho_p = A_{sp}/A_p$	=	0,0063		
f_{pk}	=	1700	Mpa	
f_{cd}	=	25,00	Mpa	
$f_{pd} = f_{pk}/1,15$	=	1478,26	Mpa	
$f_{pd'} = f_{pd} * (1 - 0,4 * r_p * f_{pd}/f_{cd})$	=	1259,07	Mpa	< 1420 Mpa
$P_{u,alt} = f_{pd'} * A_{s,a}$	=	1136,62	kN	
$a = P_{u,alt}/(0,85 * f_{cd} * b)$	=	0,22	cm.	

$$M_r = P_{u,alt} * ((h_k - D_{k1}) - a/2)$$

7.MESNET BÖLGESİNDE KESME KUVVETİ TAŞIMA GÜCÜ HESABI

Toppingsız Vr Hesabı:

A_p	=	1440	cm ²
b_w	=	240	cm
I_p	=	4320	cm ⁴
S	=	4320	cm ³
f_{ctk}	=	2,10	Mpa
f_{ctd}	=	1,50	Mpa
$\sigma_{sü}$	=	1020,00	Mpa
n_u	=	0,00	adet
$A_{sü}$	=	0,00	Mpa
σ_{s2}	=	1020,00	Mpa
n_a	=	46,00	adet
A_{sa}	=	9,03	cm ²

$\sigma_{cpm} = (\sigma_{pü} * n_u * A_{sü} + \sigma_{pa} * n_a * A_{sa}) / A_p =$			2,94	N/mm ²
--	--	--	------	-------------------

$\sigma_{s,a}$	=	1020,00	Mpa
l_{bp}	=	242,86	mm
h_p	=	60	mm
a	=	50	mm
l_x	=	80	mm
a	=	0,27	

$V_r = I * b_w * (f_{ctd}^2 + a * \sigma_{cpm} * f_{ctd})^{0,5} / S =$	446,50254	kN > Vd = 99,75	kN
--	-----------	-----------------	----

Kesit No	Lx (m)	Gerilmeler (Mpa)				
		Aktarmada		Aktarmada		
		Destekli (t=0)		Desteksiz (t=0)		
		Prefabrike Beton		Prefabrike Beton		Topping
		$\sigma_{üst,2}$	$\sigma_{alt,2}$	$\sigma_{üst,3}$	$\sigma_{alt,3}$	$\sigma_{t,üst3}$
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	3,13	4,63	10,30	4,30	8,88	1,41
Max. Beton Gerilme Sınırları		0,00	15,75	15,75	-2,96	11,25

Kesit No	Lx (m)	Gerilmeler (Mpa)					Eğilmede Taşıma Gücü Kontrolü	
		Aktarmada		İşletmede			$M_d < M_r$	
		(t=0)		(t $\rightarrow \infty$)			$M_d < M_r$	
		Prefabrike Beton		Prefabrike Beton		Topping	M_d	M_r
		$\sigma_{üst,1}$	$\sigma_{alt,1}$	$\sigma_{üst,4}$	$\sigma_{alt,4}$	$\sigma_{t,üst4}$	(kNm)	(kNm)
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	160,70
2	3,13	7,92	7,00	5,47	5,91	6,32	155,86	
Max. Beton Gerilme Sınırları		-1,28	15,75	15,75	-2,96	11,25		

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	12.02.1979	
Doğum yeri	Ağrı- Patnos	
Lise	1994 -1997	Küçükçekmece Marmara Lisesi
Lisans	1997- 2001	Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fak. İnşaat Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans	2002-	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Müh. Anabilim Dalı, Yapı Programı.

Çalıştığı Kurumlar

2002-2003	Kare İnş Ltd. Şti.
2003-2004	Uzunlar İnş. A.Ş.
2004-Devam ediyor	DSİ Genel Müdürlüğü 17. Bölge Müh.

