



# PANELTON TASARIM EL KİTABI

## **İçindekiler**

1.Tanım

2.Tarihçe

3.Panelton Tipleri

4.Nakliye, Stoklama ve Montaj

5.Tasarım

5.1. Standartlar

5.2. Yük Analizi

5.3. Malzeme seçimi

5.4. Öngerme Kuvveti Belirlenmesi

5.5. Gerilme Analizleri

5.6. Taşıma Gücü

5.7. Kesme ve Birleşik Kayma Analizleri

5.8. Sehim Kontrolleri

5.9 Yük Dağılımı

5.10 Diyafram Etkisi

6. Örnek hesap dosyası

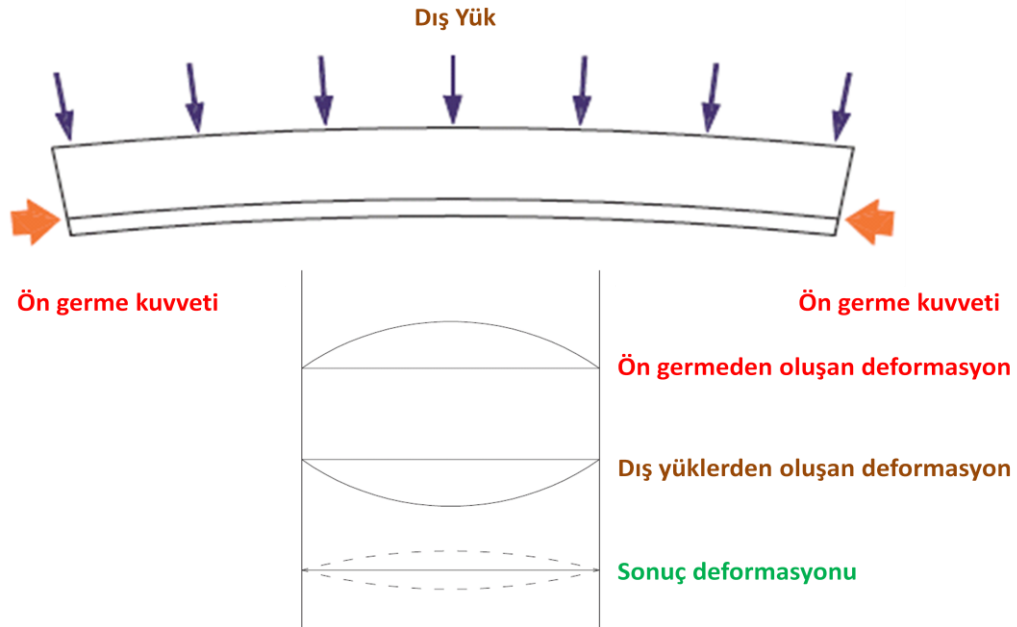
## 1. Tanım:

Panelton öngerilmeli boşluklu döşeme elemanı, ön gerilme teknolojisinin kullanıldığı, endüstriyel ortamda seri olarak üretilen bir yapı elemanıdır.



**Şekil 1 :** Panelton, öngerilmeli boşluklu döşeme elemanı

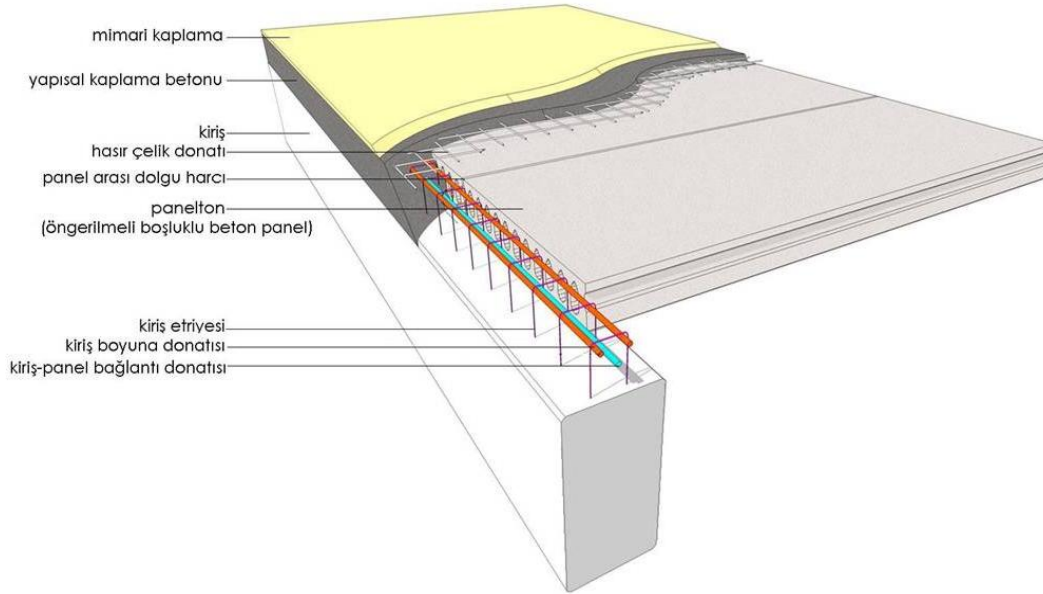
Genellikle 100-200 m. uzunluğundaki yataklarda tek parça olarak üretilen ve proje boyutlarına göre kesilen boşluklu döşeme elemanları, yapılarda hızlı imalat, daha büyük yük kapasitesi veya açıklık ve ısı yalıtımı gibi özellikleri sağlar. Panelton sadece öngerme halatları ile donatılarak üretilen özel bir yapı elemanıdır. Kullanılacağı açıklık ve yüklere göre çeşitli kalınlıklarda ve farklı kesitlerde üretilir. Döşeme elemanlarının alt yüzlerine yakın bir bölgede konumlanan öngerme halatları gerilerek elemana üzerine yük almadan önceden bir gerilme verilir ve bu sayede yük etkisi ile oluşan gerilmeler öngerilme kuvvetinin yarattığı iç gerilmeler ile dengelenir. Bu sayede başka herhangi bir donatı kullanılmadan yayılı veya tekil, her türlü yük durumunu karşılayabilmek mümkündür.



**Şekil 2:** Öngerme kuvveti ile dış yüklerin karşılanması

Panelton döşeme, çatı, konsol döşeme, duvar, taşıyıcı duvar, istinat duvarı ve köprü döşemesi olarak kullanılabilir.

Panelton döşeme elemanları üzerlerine minimum 5 cm. kalınlığında yük yayma betonu dökülerek, döşeme sistemini oluşturan elemanların bir arada çalışması sağlanır. Bu beton kaplama, panellerdeki ters sehimleri dengeler, kesme kapasitesini artırır, yük yayılımını ve dağılımını sağlar, panelleri koruyucu bir tabaka görevi görür. Topping olarak da adlandırılan bu kaplama en az Q188/188 hasır çelik ile donatılır. Proje gereklerine göre çeşitli noktalarda farklı donatılarda projesine göre topping içine yerleştirilebilir.



**Şekil 3:** Kirişe oturan tipik bir Panelton birleşim detayı

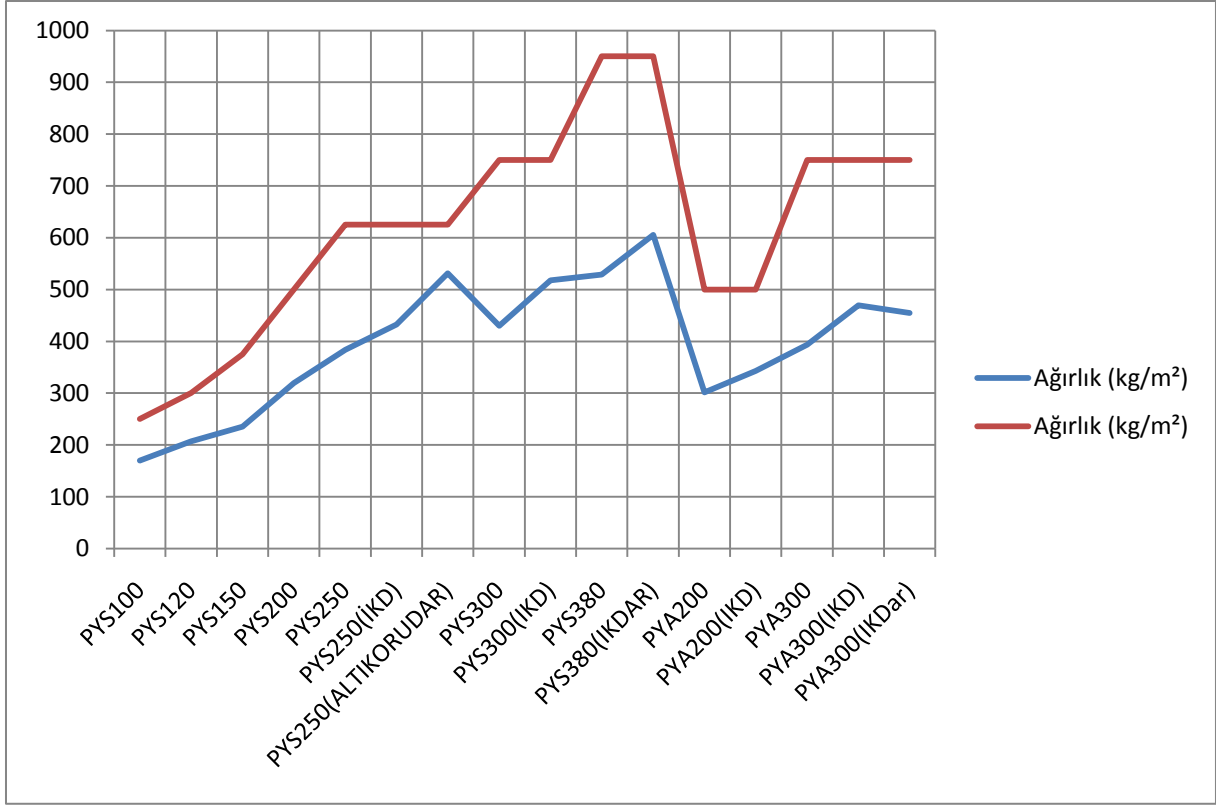
## 2.Tarihçe:

Alman mühendis Otto Kuen 1934 yılında mekanize, uzun yataklı prefabrike beton eleman üretim sistemini geliştirmiştir. Bu sistem kullanılarak mekanize ön gerilmeli beton döşeme üretimleri 1950'li yıllarda dünya çapında başlamıştır. 2.Dünya Savaşı'ndan sonra ortaya çıkan büyük yapılaşma ihtiyacı, batı ve doğu bloğu ülkelerinde prefabrike yapı sistemleri, özellikle ön gerilmeli beton boşluklu döşeme elemanları kullanılarak karşılanmıştır.

Yapı Merkezi Prefabrikasyon A.Ş. Panelton adı ile 1984 yılından beri İstanbul ve Lüleburgaz'daki iki tesisinde yılda 200.000 m2 kapasite ile ön gerilmeli boşluklu döşeme elemanı üretmektedir. Toplam döşeme ve duvar üretimi 2.8 milyon m2'yi aşmıştır.

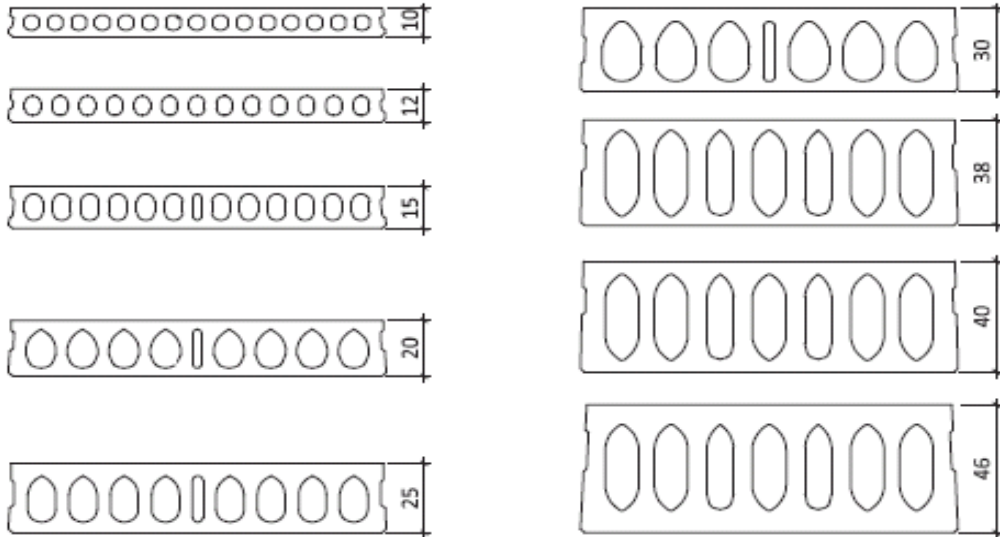
## 3. Panelton Tipleri:

Panelton çok çeşitli kesitlerde ve kalınlıklarda üretilebilmektedir. Boşluklu yapısı sayesinde kesit alanı ve birim alan ağırlığı azalırken atalet momentindeki azalma daha düşük bir orandadır. Bu sayede Panelton eşleniği dolu kesitlere göre %40'a kadar daha hafif bir döşeme çözümü sunar.



**Şekil 4:** Aynı kalınlıkta Panelton (mavi) – Yerinde dökme döşeme(kırmızı) ağırlık kıyaslaması

Panelton tipleri 10 – 46. Cm kalınlıklar arasında çeşitli ölçülerdedir. Üretim yöntemine bağlı olarak farklı yüksekliklerde birden fazla tipte kesit üretilmesi söz konusudur. En genel panelton tipleri Şekil 5’de tanımlanmıştır.



**Şekil 5:** Panelton kesitleri

Panelton kesit özellikleri Tablo 1’de verilmiştir. Bu tabloda sırası ile kesit birim ağırlığı, alanı, tarafsız eksenin alt ve üst kenara mesafeleri, atalet momenti, genişlikleri, yükseklikleri, mukavemet momentleri ve tarafsız eksendeki dolu kesit mesafesi verilmiştir.

PANELTON KESİT ÖZELLİKLERİ											
PANELTON TİPİ	Ağırlık (kg/m <sup>2</sup> )	Ağırlık (kg/m)	Alan (cm <sup>2</sup> )	Y <sub>D</sub> (cm)	Y <sub>T</sub> (cm)	I (cm <sup>4</sup> )	b (cm)	h (cm)	S <sub>D</sub> (cm <sup>3</sup> )	S <sub>T</sub> (cm <sup>3</sup> )	b <sub>w</sub> (cm)
PYS100	170	204	851	4.99	5.01	9242	120	10	1852	1845	44.84
PYS120	207	248	1035	5.99	6.01	15844	120	12	2646	2635	52.00
PYS150	236	283	1179	7.35	7.65	29661	120	15	4036	3877	45.73
PYS200	319	383	1596	9.91	10.09	70381	120	20	7099	6979	47.31
PYS250	384	460	1918	12.85	12.15	135357	120	25	10537	11137	42.26
PYS250(İKD)	433	519	2164	12.72	12.28	139948	120	25	11004	11395	60.06
PYS250(ALTİKORUDAR)	531	637	2656	12.53	12.47	148986	120	25	11888	11950	95.67
PYS300	430	516	2150	15.58	14.42	223906	120	30	14368	15532	37.00
PYS300(İKD)	518	622	2590	15.31	14.69	237671	120	30	15524	16179	62.42
PYS380	529	635	2645	19.13	18.87	427983	120	38	22369	22685	48.49
PYS380(İKDAR)	605	727	3027	19.01	18.99	455876	120	38	23979	24008	59.90
PYA200	302	362	1508	10.29	9.71	68569	120	20	6661	7064	37.72
PYA200(İKD)	343	411	1713	10.18	9.82	71094	120	20	6982	7241	56.65
PYA300	394	473	1969	15.52	14.48	208272	120	30	13415	14388	39.01
PYA300(İKD)	470	564	2349	15.32	14.68	222509	120	30	14527	15154	57.82
PYA300(İKDAR)	455	546	2273	15.33	14.67	221371	120	30	14443	15087	52.22
PYS400	577	692	2885	20.11	19.88	518771	120	40	25797	26095	48.56
PYS400(İKDAR)	653	784	3267	20.02	19.95	546222	120	40	27289	27380	59.96
PYS460	709	850	3543	22.58	23.42	839584	120	46	37183	35849	46.4
PYS460(İKDAR)	785	942	3925	22.60	23.40	867195	120	46	38371	37060	57.96

**Tablo 1 :** Panelton kesit özellikleri

#### 4. Nakliye, Stoklama ve Montaj:

Panelton, iki ucundan basit mesnetli, tek yönde çalışan bir döşeme elemanıdır. Tasarımı bu kriterlere göre yapılır. Tasarımdan servis safhasına kadar geçen tüm aşamalarda bu özellik dikkate alınarak taşınır, nakledilir ve monte edilir.

Üretimi biten paneller mesnet bölgelerinden tutularak kaldırılır ve kendilerine uç bölgelerinden mesnet teşkil edecek ahşap veya benzeri sert malzemeden yapılmış takozlar üzerine oturtulurlar. Paneller kalınlıklarına göre üst üste belirli sayıda stoklanabilir.



**Şekil 6:** Ahşap mesnet takozu



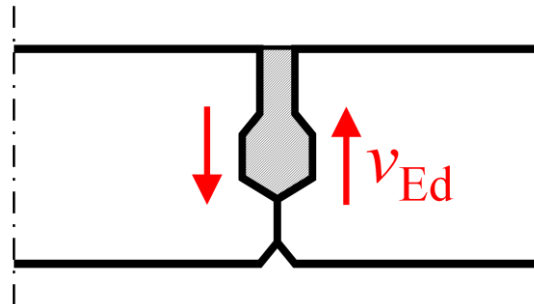
**Şekil 7:** Mesnetlerinden tutularak kaldırılan Panelton

Stoktan sahaya nakledilen paneller benzer şekilde araç üzerinde de üst üste ve uygun mesnet koşullarında yerleştirilir. Montaj için araçtan yine uç noktalarından halat veya özel aparatlar ile kaldırılır. Panellerin üzerine oturacağı yapı elemanlarının yüzeylerinin düzgün olması gereklidir. Bu düzgün ve pürüzsüz yüzeyi sağlamak için neopren mesnet bantları kullanılır.



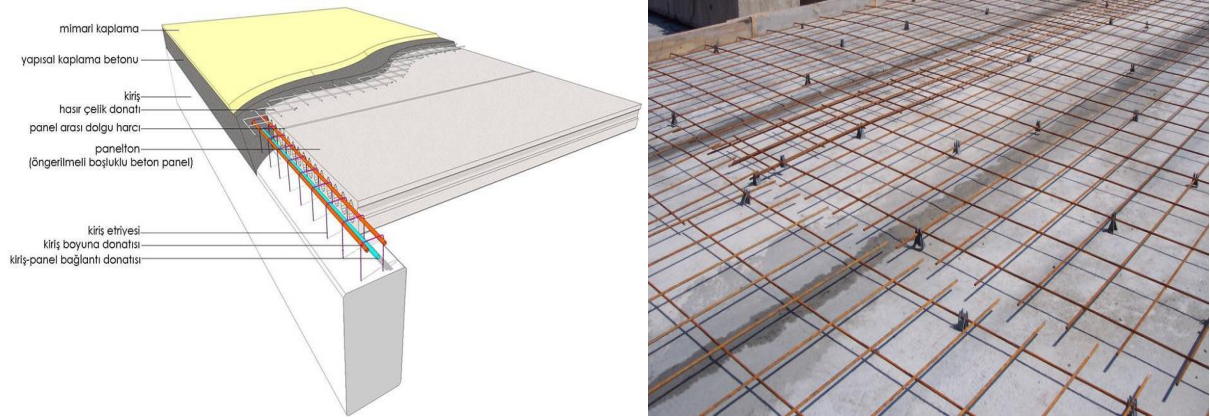
**Şekil 8:** Neopren mesnet bandı

3-5mm. Kalınlıklı 5-10 cm. genişlikteki bu bantlar panellerin oturacağı yüzeylere yerleştirilir ve üzerlerine panel montajı yapılır. Paneller birbirlerine bitştirilir. Panellerin yanlarında bulunan özel bir detay sayesinde panellerin alt yüzleri birbirlerine boyunca temas ederken üst yüzeyde 1cm.lik bir boşluk kalır. Bu boşluk özel bir harç ile doldurularak bir kesme anahtarı oluşturulur. Bu anahtar sayesinde paneller bir arada çalışmaya başlar ve üzerlerindeki yükleri paylaşmaya başlarlar.



**Şekil 9:** Panellerin yan yüzlerindeki kesme anahtarı çalışma prensibi

Daha sonra paneller üzerine dökülen yük yayma betonu topping ile tam bir birliktelik sağlanır.



**Şekil 10:** Topping (Yapısal kaplama betonu)

## 5.Tasarım:

Öngerilmeli boşluklu döşeme elemanı tasarımı 10 aşamadan oluşmaktadır. Eleman bazında yapılan bu kontrollerden sonra tüm yapı sistemi için yapılması gereken çeşitli kontroller de vardır. Bunlar yüklerin dağılımı, diyafram etkileri ve boşluk bölgeleri ile ilgili tahkikleri içerir.

### 5.1.Standartlar:

Ön gerilmeli boşluklu döşeme tasarımı sürecinde çok çeşitli standartlardan faydalanılmaktadır. Bu standartlar ;

- 1- TS 3233 Öngerilmeli Beton Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları. (1979)
- 2- ACI 318 Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary. (2008)
- 3- PCI Design Handbook, Precast and Prestressed Concrete 6th Edition. (2004)
- 4- CPCI Canadian Design Manual 4th Edition. (2007)
- 5- Eurocode 2 Design Of Concrete Structures. (2005)
- 6- TS 9967 - Yapı Elemanları Taşıyıcı Sistemler ve Binalar-Prefabrike Betonarme ve Öngerilmeli Betondan-Hesap Esasları ile İmalat ve Montaj Kuralları
- 7- TS EN 1168 Öndökümlü Beton Mamuller – Boşluklu Döşeme Elemanları.
- 8- TS EN 13369 Öndökümlü Beton Mamuller-Genel Kurallar

### 5.2.Yük Analizi:

Yapı kullanım amacına göre yük tanımlamaları TS 498’de detaylı olarak verilmiştir. Araç yükleri ile ilgili olarak da Karayolları Şartnamesi veya AASHTO standardı kullanılabilir. Özel yük durumları için kullanıcı ile irtibata geçilmeli ve yükler net bir şekilde tanımlanmalıdır. Yüklemeler doğru bir şekilde yapılmalı, ilgili yük kombinasyonları taşıma gücü hesapları için kurulmalıdır.



Döşeme hesaplarında en sık karşılaşılan yük durumları ölü yükler için;

- Zati
- Yapısal kaplama (topping)
- Mimari kaplama
- Bölme Duvarları

Hareketli yükler içinse;

- Yayılı
- Tekil
- Kar
- Su
- Araç
- Raf

şeklindedir.

### 5.3. Malzeme Seçimi:

Ön gerilmeli boşluklu döşeme elemanları temel olarak iki bileşenden oluşur. Bunlar beton ve ön germe halatıdır. Kullanılan minimum beton sınıfı C30 dur. Beton sıfır slump olarak da tanımlanan kuru kıvam betondur ve sıkıştırma tokmaktama yöntemi ile yapılır. Daha yüksek beton sınıfları kullanmak da mümkün olmakla birlikte malzemenin gevrekleşmesi nedeni ile tercih edilmez.

Ön germe hatları ise halat, toron, tel, demet gibi isimler alırlar. TS 5680 Çelik Demetler (Toronlar) Öngerilmeli Beton İçin ile tanımlanmış olan ön germe halatlarının 7 telden oluşan tipi ön germeli boşluklu döşeme panellerinde en çok kullanılan tiptir.



**Şekil 11:** Ön germe halatı. 7 telli tip.

#### 5.4 Ön germe Kuvveti Belirlenmesi

Döşeme elemanları maruz kaldıkları tüm yükleri üzerlerine belirli bir çekme kuvveti uygulanmış olan ön gerilme halatlarının bu kuvveti gerilme olarak betona aderans vasıtasıyla aktarması sayesinde taşırlar. Ön germe işlemi çok yüksek akma ve kopma dayanımına sahip halatlara akma dayanımlarının belli oranlarında kuvvet uygulanarak çekilmeleri, gerilmeleri ile yapılır. Bu kuvvetin hesaplanması, elemanın üzerindeki yüklere ve zati ağırlığına bağlıdır. Kesitte oluşan iç kuvvetler hesaplanır ve elemanın tarafsız eksenine göre bu kesit tesirlerini karşılayacak kuvvet hesaplanır. Daha sonra bu kuvvetin uygulanabileceği miktarda ön germe halatı seçilir ve seçilen halat miktarına göre belirlenen ön germe yüzdesine bağlı kuvvete göre kesitte oluşan iç kuvvetler tekrar hesaplanır.

#### 5.5 Ön germe Kuvveti Kayıpları

Ön germe işlemi yapılmış ve üretimi bitirilmiş, montajı tamamlanmış ve kullanıma alınmış ön gerilmeli boşluklu döşeme elemanlarında çeşitli ön germe kuvveti kayıpları söz konusudur. Bu kayıplar üretim ve kullanımda çeşitli aşamalarda meydana gelirler. Tasarım esnasında bu kayıpları göz önüne almak ve kaybedilen kuvvetten ötürü azalan taşıma kapasitelerini hesaplamak, bu azalmış kapasitelere göre ihtiyaç varsa halat alanı veya ön germe kuvvetlerini arttırmak gereklidir. Güncel ACI 318 ve PCI versiyonlarında kayıp hesaplamaları açıklanmıştır. TS 3233'de ise bir hesap yöntemi belirtilmemiş olup, geçerli bir yöntem ile hesaplanmadığı sürece kayıplar ve oranları şu şekilde belirlenmiştir.

Betonun ön germe esnasında elastik kısalması: Ön germe halatlarının çekme esnasında boyları uzar. Beton ile tam aderans sağladıklarında halatlar geri boşaltılır ve bu kuvveti betonda basınç gerilmesi oluşturacak şekilde aktarırlar. Bu esnada halatlar eski boylarına dönmeye çalışırlar. Ancak çelik kadar esnek olmayan ve kesit olarak rijit olan beton bu kısalmayı bir miktar engeller. Ne var ki yüksek ön germe kuvveti halatlar ile birlikte beton kesiti de bir miktar kısaltır. Bu kısaltmaya bağlı olarak bir miktar kuvvet kaybedilmiş olur. TS 3233'e göre bu kayıp toplam ön germe kuvvetinin %3'ü kadardır.

Betonda Rötire (büzülme) : Rötire, büzülme, kılcal çatlak oluşumu anlamına gelir. Taze veya prizini almamış betonun hidrasyon ısı ile su kaybederek veya ortam ile sıcaklık farklarından dolayı büzülerek çatlaması durumudur. Diğer bir deyişle rötire, yük etkisi olmadan betonda su kaybı sonucu ortaya çıkan bir deformasyondur. Rötire çatlaklarını engellemek için beton henüz tazeyken sulanır veya oluşması muhtemel rötire çatlaklarını belirli noktalara yönlendirmek için üretilen ürünler üzerinde çentikler oluşturulur. Betondaki bu beklenmeyen şekil değişimi ön germe kuvvetinin bir kısmının kaybına neden olur. TS 3233'e göre bu kayıp %7 düzeyindedir.

Betonun sünmesi: Beton yapı elemanları dış çevrenin etkisi sonucu zamanla deformasyona uğrarlar. Yük etkisi altındaki betonda ilk anda oluşan deformasyon ani ve elastiktir, daha sonra zamana bağlı deformasyonlar oluşur. İlk anda oluşan deformasyonlar elastik, daha sonra oluşanlar ise sünme olarak adlandırılır. Betonun sünme deformasyonu temel sünme ve kuruma sünmesi olarak iki kısma ayrılır. Çevre ile su alış verişinin olmadığı durumda ve yük etkisi altında oluşan deformasyonlar temel sünme, değişen nem ortamında ve yük etkisinde oluşan deformasyonlar ise kuruma sünmesi olarak adlandırılır. Sünme ile rötire arasındaki fark rötire oluşumunda herhangi bir yük etkisinin olmayışıdır. TS 3233'de sünme kayıpları %6 düzeyinde ön görülmüştür.

Ön germe halatlarının gevşemesi: Ön germe halatları ile ilgili TS 5680'de de tanımlandığı gibi çeşitli gevşeme değerleri vardır. Ön germe halatlarının gevşememesi ve üzerlerindeki gerilmeyi kaybetmemesi tasarıma esas unsurdur. Ne var ki tüm ön germe halatları zamana bağlı olarak bir miktar gevşeme yaparlar. Bu değerler çeşitli testler ile belirlenmiş ve sınırlandırılmıştır. Ön gerilmeli beton teknolojisinin kullanıldığı yapı elemanlarında çok düşük gevşemeli ön germe halatları kullanılır. TS 3233'e göre bu gevşeme nedeni ile ortaya çıkan kuvvet kaybı %1 dolayındadır.

### 5.5 Gerilme Analizleri:

Hesaplanan iç kuvvetler ve ön gerilme kuvvetinin kesitte oluşturduğu toplam kesit tesirleri elemanın açıklık ve mesnet, alt ve üst yüzeylerinde ayrı ayrı hesaplanır. Elemanların üretiminden montaj alanına sevkine kadar geçen süre boyunca oluşan gerilmeler "Transfer Gerilmeleri", yapısal kaplama betonu dökülüp döşeme hizmet vermeye başladığı andan itibaren oluşan gerilmelerde "Servis Gerilmeleri" olarak adlandırılır. Her iki durum içinde elemanın açıklık ve mesnetlerindeki alt ve üst bölge gerilmeleri kontrol edilmeli, yapısal kaplama betonunun zarar görmemesi için servis gerilmeleri aşamasında kaplama üzeri gerilmesi de ayrıca gözden geçirilmelidir.

TRANSFER				SERVİS			
MESNET		AÇIKLIK		MESNET		AÇIKLIK	
ALT	ÜST	ALT	ÜST	ALT	ÜST	ALT	ÜST
basınç	çekme	basınç	çekme	b/ç	b/ç	çekme	basınç

**Şekil 12:** Gerilme durumları ve bölgelerinde ortaya çıkan olası gerilme çeşitleri

Gerilme durumları için sınır değerleri gösteren tablo aşağıdaki gibidir.

Transfer Gerilmeleri sınır değerleri		Servis Gerilmeleri sınır değerleri	
Basınç Gerilmesi	Çekme Gerilmesi	Basınç Gerilmesi	Çekme Gerilmesi
0.6 fck	1.6√fck mesnette	0.45 fck	1.6√fck
	0.8√fck açıklıkta		

**Tablo 2:** Emniyet gerilmesi değerleri

Bu değerler TS 3233'de belirtilmiştir ve ACI 318'in güncel sürümleri ile de birebir örtüşmektedir.

### 5.6 Taşıma Gücü :

Eğilme elemanlarında taşıma gücü yöntemi ile yapılan tasarımlarda etkin yüklemeler 1.4G + 1.6Q kombinasyonu ile arttırılır. Eğilme taşıma gücü Mr değerinin, en elverişsiz yükleme durumundan elde edilen hesap momenti Md'den büyük olduğu gösterilmelidir. Kesitin taşıma gücü;

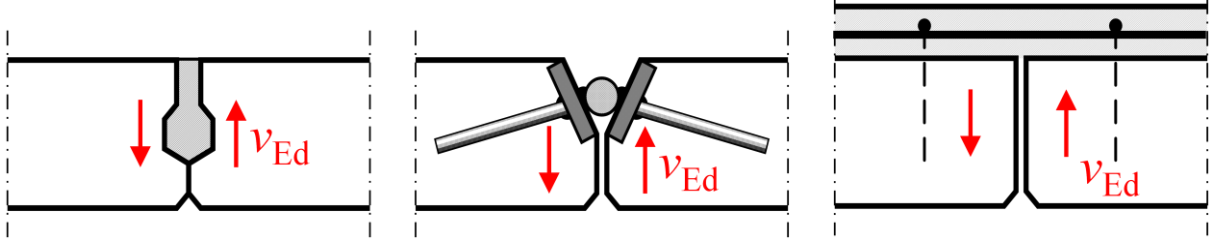
$$Mr = Aps \times fps \times (d - \frac{a}{2}) \text{ (TS 3233)}$$

$$Mr = 0.90 \times fps \times Aps \times (d - \frac{a}{2}) \text{ (ACI 318 \& PCI) formülleri ile hesaplanabilir.}$$

Bu eşitliklerde Aps ön germe halatı toplam alanını, fps ise kayıplardan sonra azaltılmış ön germe halatı hesap dayanımı değerini temsil eder.



Panellerin bir arada çalışmasını sağlamak amacı ile iki panelin derz arasına çeşitli detay uygulamaları yapılır. Bu sayede panellerin birbirlerine kesme kuvveti aktarması sağlanır. Derzler grout harcı ile doldurulabilir, kaynaklı birleşimler yapılabilir veya sadece topping vasıtası ile yük aktarımı sağlandığı kabul edilir.



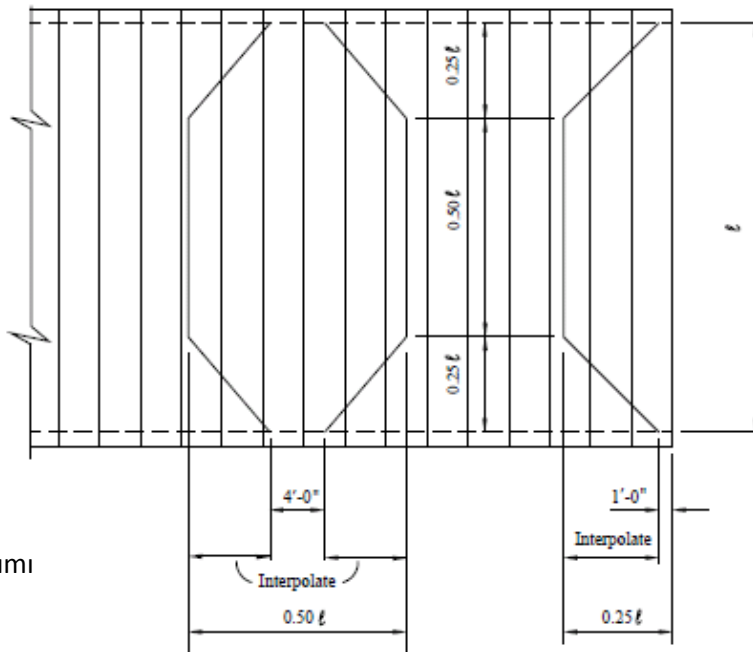
Şekil 14: Panel birleşimi derz detayları.

### 5.8 Sehim Kontrolleri

Ön gerilmeli boşluklu döşeme elemanlarında sehim hesapları ilgili yönetmelik ve standartlarca yapılır. Geleneksel döşeme sehim hesaplarından farklı olarak ön germe kuvvetinden doğan ter sehim – kambur- hesaplanır ve ani yükleme sehimleri ile süperpoze edilir. Zamana bağlı ön germe kuvveti kayıpları düşünülerek iç ve dış yüklerden oluşan sehimler standartlarda belirtilen katsayılar ile artırılarak nihai sehimler hesaplanır.

### 5.9 Yük Dağılımı

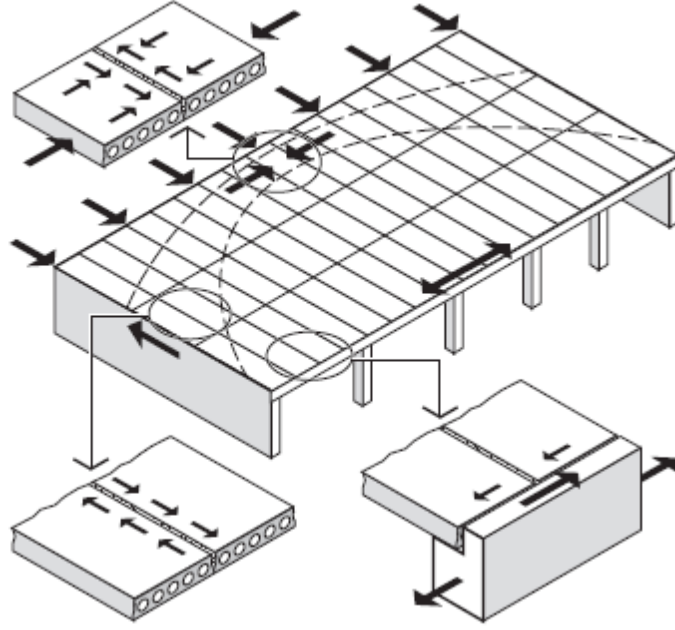
Prefabrik döşeme elemanları kompozit kesitlere dönüşsün veya dönüşmesin, birbirleri ile bağlantıları kurulduğu andan itibaren üzerlerine etkiyen yükleri paylaşmaya başlarlar. Bu konu ile ilgili detaylı bilgi PCI Hollow Core Design Manual'da bulunabilir. Prensip olarak panellere etkiyen yükler kesme kamaları ve yapısal kaplama ile yanlarındaki panellere yayılmaktadır. Tüm bu yük dağılımı döşemenin geometrisine bağlıdır.



Şekil 15: Yük dağılımı

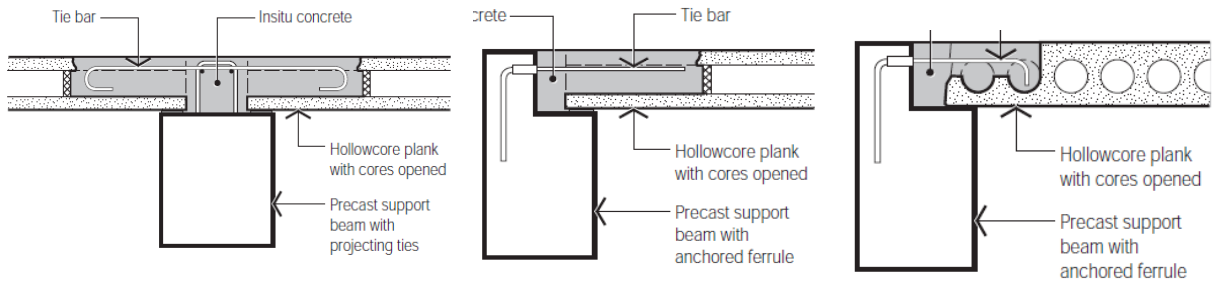
## 5.10 Diyafram Etkisi

Ön gerilmeli boşluklu döşeme elemanları ile oluşturulan döşemeler yatay deprem veya rüzgar yüklerini, bir arada çalışmalarında her iki döşeme yönünde bağlı buldukları kirişlere iletirler. Ancak bu yük aktarımının sağlıklı bir şekilde gerçekleşmesi için gerekli bağlantıların yapılmış olması ve doğru detaylandırılması gereklidir. Döşemelerin üzerine uygulanan yapısal kaplama betonu bu yüklerin aktarımında kilit rol oynamaktadır. Bu bağlantılar ile ilgili tipik detaylar Şekil 17’de gösterilmiştir.



**Şekil 16:** Rijit diyafram oluşturan döşeme- kiriş ve döşeme- perde bağlantıları

Yapısal kaplama betonu döşeme panelleri ile döşemelerin mesnetlendiği kiriş veya perdeler ile doğru ve yeterli bir şekilde bağlanırsa rijit diyafram döşeme kabulü yapılabilir.



**Şekil 17:** Tipik panel-kiriş bağlantı detayları. Soldan sağa sırası ile; Ara mesnet, kenar mesnet, panele dik yönde bağlantı

# Örnek Hesap

## MALZEME ÖZELLİKLERİ

### Kullanılacak Beton Özellikleri

Panelton Malzemesi Beton :=

Topping Malzemesi Betontop :=   $h_{top} :=$

### Kullanılacak Öngerme Demeti Özellikleri

ÖngermeÇelik := "ASTM 270K"

Seçilen Öngerme Halatı Demet<sub>tipi</sub> :=

## GEOMETRİK ÖZELLİKLER

Seçilen Panelton Tipi: Panelton<sub>tip</sub> :=

Panelton Mesnetlenme Boyu:  $L_{sag} :=$    $L_{sol} :=$

Panelton Boyu:  $L_{panel} :=$

Panel genişliği (cm)

# DÖŞEMEYE GELEN YÜKLERİN GİRİLMESİ

## BAŞLANGIÇ YÜKLERİ

### Panelton zati ağırlığı:

$$g_{panel} = 0.236 \cdot \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2}$$

$$P_{panel} := g_{panel} \cdot b_{panel}$$

$$P_{panel} = 0.283 \cdot \frac{\text{tonf}}{\text{m}}$$

### Topping Betonu (cm.):

$$h_{top} = 5$$

$$g_{top} := h_{top} \cdot \text{cm} \cdot \gamma_{bet}$$

$$g_{top} = 0.12 \cdot \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2}$$

$$P_{top} := g_{top} \cdot b_{panel}$$

$$P_{top} = 0.144 \cdot \frac{\text{tonf}}{\text{m}}$$

## SERVİS YÜKLERİ

Kaplama Yuku  
ton / m2:

$$g_{kap} :=$$

$$G_{kap} := g_{kap} \cdot \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2} \cdot b_{panel}$$

$$G_{kap} = 0.000 \cdot \frac{\text{tonf}}{\text{m}}$$

Hareketli Yük  
ton / m2:

$$q_{har} :=$$

$$Q_{har} := q_{har} \cdot \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2} \cdot b_{panel}$$

$$Q_{har} = 0.600 \cdot \frac{\text{tonf}}{\text{m}}$$

Kar Yüğü  
ton / m2:

$$q_{kar} :=$$

$$Q_{kar} := q_{kar} \cdot \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2} \cdot b_{panel}$$

$$Q_{kar} = 0.000 \cdot \frac{\text{tonf}}{\text{m}}$$

## PANEL ÜZERİNDE DUVAR VAR İSE DUVAR YÜKÜ

(Duvar yoksa sadece yük değerini "0" yapınız)

Duvarın Sol Mesnete Olan Uzaklığı (m)

$$a :=$$

Duvarın Sol Mesnete Olan Uzaklığı (m)

$$c :=$$

Duvarın Boyu

$$b := L_{hes} - a \cdot m - c \cdot m$$

$$b = 4.9 \cdot m$$

Duvar Yüğü

$$g_{duv} := 0 \frac{\text{tonf}}{\text{m}}$$

$P_{duvar} := g_{duv}$

$$P_{duvar} = 0.00 \cdot \frac{\text{tonf}}{\text{m}}$$

1. Tekil Yüğü :

$$P_{Tekil1} := 0 \text{tonf}$$

1. Tekil Yüğü Sol Mesnete Olan Uzaklığı

$$a_1 := 0 \text{m}$$

1. Tekil Yüğü Sağı Mesnete Olan Uzaklığı

$$b_1 := L_{hes} - a_1$$

$$b_1 = 6.9 \cdot \text{m}$$

2. Tekil Yüğü :

$$P_{Tekil2} := 0 \text{tonf}$$

2. Tekil Yüğü Sol Mesnete Olan Uzaklığı

$$a_2 := 0 \text{m}$$

2. Tekil Yüğü Sağı Mesnete Olan Uzaklığı

$$b_2 := L_{hes} - a_2$$

$$b_2 = 6.9 \cdot \text{m}$$

3. Tekil Yüğü :

$$P_{Tekil3} := 0 \text{tonf}$$

3. Tekil Yüğü Sol Mesnete Olan Uzaklığı

$$a_3 := 0 \text{m}$$

3. Tekil Yüğü Sağı Mesnete Olan Uzaklığı

$$b_3 := L_{hes} - a_3$$

$$b_3 = 6.9 \cdot \text{m}$$

4. Tekil Yüğü :

$$P_{Tekil4} := 0 \text{tonf}$$

4. Tekil Yüğü Sol Mesnete Olan Uzaklığı

$$a_4 := 0 \text{m}$$

4. Tekil Yüğü Sağı Mesnete Olan Uzaklığı

$$b_4 := L_{hes} - a_4$$

$$b_4 = 6.9 \cdot \text{m}$$

5. Tekil Yüğü :

$$P_{Tekil5} := 0 \text{tonf}$$

5. Tekil Yüğü Sol Mesnete Olan Uzaklığı

$$a_5 := 0 \text{m}$$

5. Tekil Yüğü Sağı Mesnete Olan Uzaklığı

$$b_5 := L_{hes} - a_5$$

$$b_5 = 6.9 \cdot \text{m}$$

6. Tekil Yüğü :

$$P_{Tekil6} := 0 \text{tonf}$$

6. Tekil Yüğü Sol Mesnete Olan Uzaklığı

$$a_6 := 0 \text{m}$$

6. Tekil Yüğü Sağı Mesnete Olan Uzaklığı

$$b_6 := L_{hes} - a_6$$

$$b_6 = 6.9 \cdot \text{m}$$



### MOMENT HESAP DEĞERLERİ

$$M_{zati} = 1.735 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$$

$$V_{zati}(0.0\text{m}) = 0.99 \cdot \text{tonf}$$

$$M_{zat} \left( \frac{L_{hes}}{2} \right) = 1.6854 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$$

$$V_{zat}(0.0\text{m}) = 0.98 \cdot \text{tonf}$$

$$M_{top} \left( \frac{L_{hes}}{2} \right) = 0.86 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$$

$$V_{top}(0.0\text{m}) = 0.50 \cdot \text{tonf}$$

$$M_{kap} \left( \frac{L_{hes}}{2} \right) = 0.00 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$$

$$V_{kap}(0.0\text{m}) = 0.00 \cdot \text{tonf}$$

$$M_{har} \left( \frac{L_{hes}}{2} \right) = 3.571 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$$

$$V_{har}(0.0\text{m}) = 2.07 \cdot \text{tonf}$$

$$M_{kar} \left( \frac{L_{hes}}{2} \right) = 0.00 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$$

$$V_{kar}(0.0\text{m}) = 0.00 \cdot \text{tonf}$$

$$M_{duv} \left( \frac{L_{hes}}{2} \right) = 0.00 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$$

$$V_{duv}(0.0\text{m}) = 0 \cdot \text{tonf}$$

$$M_{Tekil1}(a_1) = 0.00 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$$

$$V_{Tekil1}(0\text{cm}) = 0 \cdot \text{tonf}$$

$$M_{Tekil2}(a_2) = 0.00 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$$

$$V_{Tekil2}(0.0\text{cm}) = 0 \cdot \text{tonf}$$

$$M_{Tekil3}(a_3) = 0.00 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$$

$$V_{Tekil3}(0.0\text{cm}) = 0 \cdot \text{tonf}$$

$$M_{Tekil4}(a_4) = 0.00 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$$

$$V_{Tekil4}(0.0\text{cm}) = 0 \cdot \text{tonf}$$

$$M_{Tekil5}(a_5) = 0.00 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$$

$$V_{Tekil5}(0.0\text{cm}) = 0 \cdot \text{tonf}$$

$$M_{Tekil6}(a_6) = 0.00 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$$

$$V_{Tekil6}(0.0\text{cm}) = 0 \cdot \text{tonf}$$



## Yük Katsayıları

$$\beta_1 := 1.4$$

$$\beta_2 := 1.60$$

$$M_u(y) := \beta_1 \cdot (M_{zat}(y) + M_{top}(y) + M_{kap}(y) + M_{duv}(y)) + \beta_2 \cdot (M_{har}(y) + M_{kar}(y) + M_{Tekil}(y))$$

$$V_u(y) := \beta_1 \cdot (V_{zat}(y) + V_{top}(y) + V_{kap}(y) + V_{duv}(y)) + \beta_2 \cdot (V_{har}(y) + V_{kar}(y) + V_{Tekil}(y))$$

$$M_{sunme} := M_{top} \left( \frac{L_{hes}}{2} \right) + M_{duv} \left( \frac{L_{hes}}{2} \right) + M_{kap} \left( \frac{L_{hes}}{2} \right)$$

$$M_{sunme} = 0.86 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$$

$$M_{montaj} := M_{zat} \left( \frac{L_{hes}}{2} \right) + M_{top} \left( \frac{L_{hes}}{2} \right)$$

$$M_{montaj} = 2.54 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$$

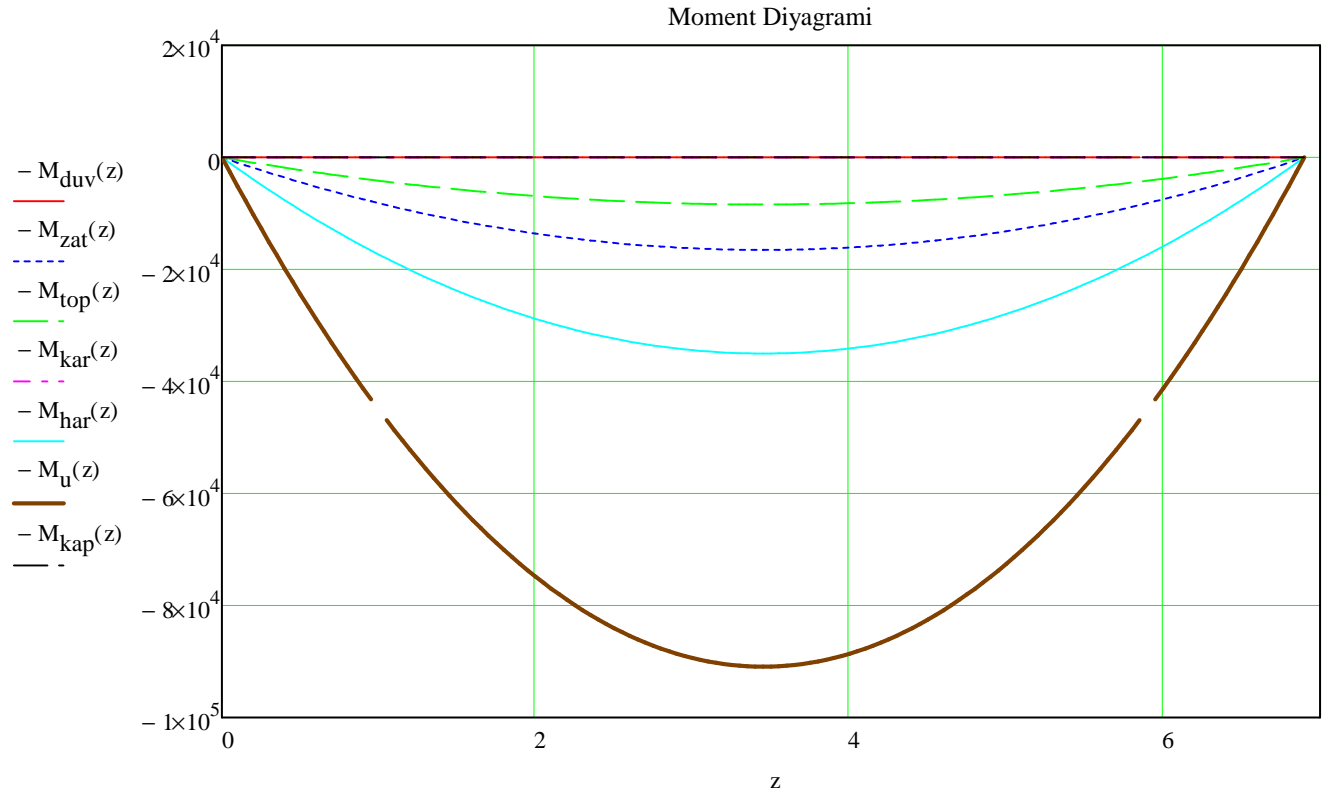
$$M_{servis} := M_{kar} \left( \frac{L_{hes}}{2} \right) + M_{duv} \left( \frac{L_{hes}}{2} \right) + M_{har} \left( \frac{L_{hes}}{2} \right) + M_{kap} \left( \frac{L_{hes}}{2} \right) + M_{Tekil} \left( \frac{L_{hes}}{2} \right)$$

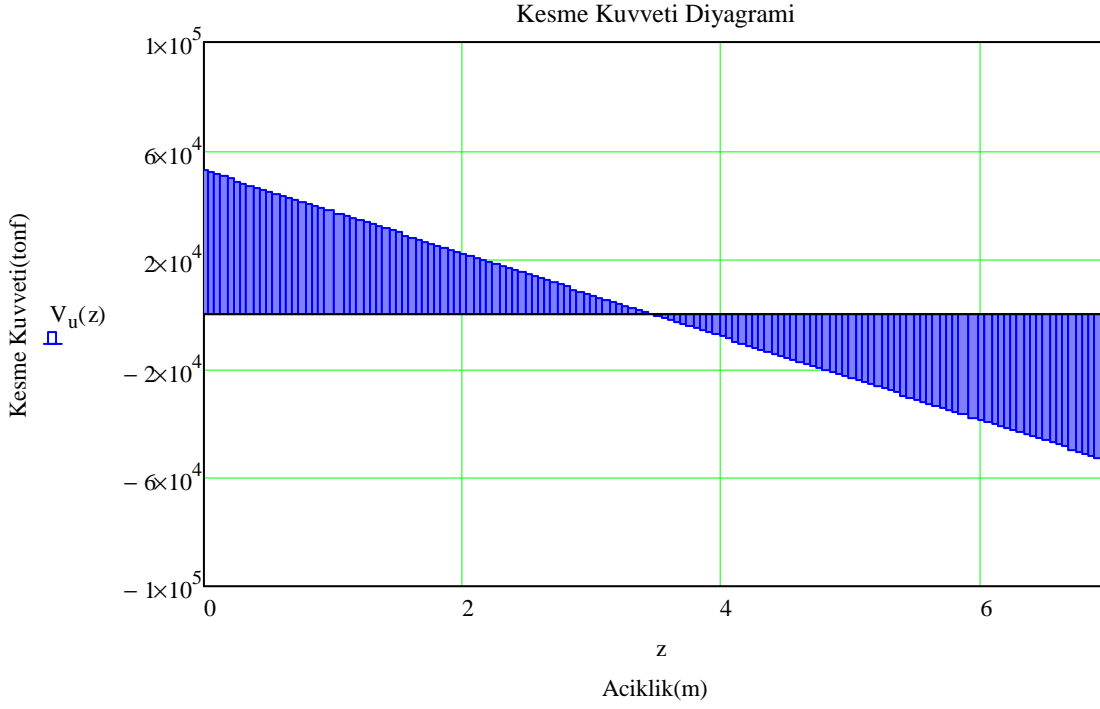
$$M_{servis} = 3.57 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$$

$$M_{des} := M_{montaj} + M_{servis}$$

$$M_{des} = 6.11 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$$

$$M_u \left( \frac{L_{hes}}{2} \right) = 9.273 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$$





## 1-) GEREKLİ ÖNGERME KUVVETİ HESABI

Verilecek Öngerme Kuvveti Oranı:  $\xi := 0.65$

Öngr. D. Kesit Ağ. Mer. uzaklığı  $e_f := Y_{yalt} - h_{pas} - \frac{\phi}{2}$   $e_f = 4.873 \cdot \text{cm}$   $d := h_{panel} - h_{pas} - \frac{\phi}{2}$   $d = 12.52 \cdot \text{cm}$

$$f_c := f_{ck_{servis}} \quad f_t := 1.60 \cdot \sqrt{f_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \quad f_t = 27.98 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad (\text{TS } 3233-9.12)$$

$$F_f := \frac{\left( \frac{M_{montaj}}{S_{yalt}} + \frac{M_{servis}}{S_{kalt}} \right) - f_t}{\frac{1}{A_y} + \frac{e_f}{S_{yalt}}} \quad F_f = 43.1 \cdot \text{tonf}$$

%65 öng.ile verilen ilk kuvvet

$$F_{01} := \xi \cdot A_{\phi} \cdot f_{pu} \quad F_{01} = 6630.156 \cdot \text{kgf}$$

başlangıçta %10 kayıpla öngerme kuvveti

$$F_{0i} := 0.9 \cdot F_{01} \quad F_{0i} = 5967.14 \cdot \text{kgf}$$

$$F_{f17} := (1.0 - 0.17) \cdot F_{01} \quad F_{f17} = 5503.029 \cdot \text{kgf} \quad f_{f17} := \frac{F_{f17}}{A_{\phi}} \quad f_{f17} = 984.07 \cdot \text{MPa}$$

Gerekli Öngerme Halatı Sayısı  $n := \frac{F_f}{F_{f17}}$

%65 öngerme yüzdesi ile Gereken Öngerme Kuvveti :

$$F_f = 43065.65 \cdot \text{kgf}$$

%17 ilk öngerme kaybı yüzdesi ile Etkin Öngerme :

$$F_{f17} = 5503.03 \cdot \text{kgf}$$

**GEREKLİ HALAT SAYISI**

$$n = 7.83 \cdot \text{adet}$$

**HALAT ADEDİ SEÇİNİZ**

$$n_{seç} := 8 \cdot \text{adet}$$

## 2-) ÖNGERME KAYIPLARININ REEL HESABI (PCI 4.5)



$$F_{fson} := n_{seç} \cdot (A_{\phi} \cdot f_{pu}) \quad \boxed{F_{fson} = 81.60 \cdot \text{tonf}}$$

### 7.1-) Elastik Kısılma Kayıplarının Hesabı

$$F_{fi} := \xi \cdot F_{fson} \quad \boxed{F_{fi} = 116.94 \cdot \text{k}}$$

$$\boxed{E_{ci} = 4387 \cdot \text{ksi}}$$

$$\text{Öngermeli Eleman için} \quad \boxed{K_{es} := 1}$$

$$\text{Öngermeli Eleman için} \quad \boxed{K_{cir} := 0.90}$$

$$f_{cir} := K_{cir} \cdot \left[ \frac{F_{fi}}{A_y} + F_{fi} \cdot \frac{(e_f)^2}{I_y} \right] - \frac{M_{zati}}{I_y} \cdot e_f$$

$$ES := K_{es} \cdot \frac{E_s}{E_{ci}} \cdot f_{cir}$$

PCI Eq. 4.5.1

$$\boxed{f_{cir} = 0.714 \cdot \text{ksi}}$$

$$\boxed{ES = 4.63 \cdot \text{ksi}}$$

### 7.2-) Betonun Sünmesi Sonucundaki Kayıpların Hesabı

$$\boxed{E_c = 4612 \cdot \text{ksi}}$$

$$\boxed{E_c = 4612 \cdot \text{ksi}}$$

$$\boxed{E_s = 28447 \cdot \text{ksi}}$$

$$f_{cds} := \frac{M_{sunme}}{I_y} \cdot e_f \quad f_{cds} = 0.20 \cdot \text{ksi}$$

$$\boxed{K_{cr} := 2.0} \quad \text{Normal Ağırlıkta Betondan İmal Edilen Öngerilmeli Elemanlar için}$$

Eq. 4.5.5

$$CR := K_{cr} \cdot \frac{E_s}{E_c} \cdot (f_{cir} - f_{cds}) \quad \boxed{CR = 6.339 \cdot \text{ksi}}$$

Eq. 4.5.4

### 7.3-) Betonun Rötresi Sonucundaki Kayıpların Hesabı

$$RH := 55 \quad \text{Çevredeki Görelî Nem Oranı}$$

$$K_{sh} := 1.0 \quad \text{Öngerilmeli Elemanlar için}$$

$$\kappa := \frac{A_y}{2(b_{panel} + h_{panel})} \quad \kappa = 1.719 \cdot \text{in}$$

HACİM  
YÜZEY DEĞERİ

$$SH := 8.2 \cdot 10^{-6} \cdot K_{sh} \cdot E_s \cdot \frac{1 \cdot \text{in} - 0.06 \cdot \kappa}{\text{in}} \cdot (100 - RH)$$

$$\boxed{SH = 9.414 \cdot \text{ksi}}$$

PCI Fig.3.3.2 DEN. ANCAK BU ABD İÇİN OLDUĞUNDAN GÖRELİ NEM ORANI İSTANBUL İÇİN YAKLAŞIK 55 ALINMIŞTIR.

#### 7.4-) Öngerme Halatının Gevşemesi Sonucundaki Kayıpların Hesabı

$$TT(K_{Re}, J) := \begin{pmatrix} 20000 & 0.15 \\ 18500 & 0.14 \\ 5000 & 0.040 \\ 4630 & 0.037 \end{pmatrix}$$

PCI TABLE 4.5.1

$$\xi = 0.65 \quad \text{için} \quad C_{\xi} := 0.53$$

$$K_{Re} := 5000\text{psi} \quad j := 0.04 \quad 270 \text{ GRADE LOW RELAXATION STRAND}$$

$$RE := [K_{Re} - j \cdot (SH + CR + ES)] \cdot C_{\xi} \quad RE = 2.218 \cdot \text{ksi}$$

#### 7.5-) Toplam Öngerme Kayıplarının Hesabı

$$TOK := ES + CR + SH + RE$$

$$TOK = 22.602 \cdot \text{ksi} \quad \frac{TOK}{\xi \cdot f_{pu}} = 0.131$$

$$\%kayıp := \begin{cases} \frac{TOK}{\xi \cdot f_{pu}} & \text{if } \frac{TOK}{\xi \cdot f_{pu}} > 0.10 \\ 0.1 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$C(\xi, C_{\xi}) =$$

0.80	1.28
0.79	1.22
0.78	1.16
0.77	1.11
0.76	1.05
0.75	1.00
0.74	0.95
0.73	0.90
0.72	0.85
0.71	0.80
0.70	0.75
0.69	0.70
0.68	0.66
0.67	0.61
0.66	0.57
0.65	0.53
0.64	0.49
0.63	0.45
0.62	0.41
0.61	0.37

▲ TOPLAM KAYIP= ELASTİK KISALMA + SÜNME + RÖTRE + TEL GEVŞEMESİ

$$\%kayıp = 13.14\% \quad \text{(Toplam Öngerme Kayıpları)}$$

$$F_{f1} := (1.0 - \%kayıp) \cdot F_{01} \quad F_{f1} = 5758.699 \cdot \text{kgf} \quad f_{f1} := \frac{F_{f1}}{A_{\phi}} \quad f_{f1} = 1029.79 \cdot \text{MPa}$$

$$P_{TIP} := (\text{Panelton}_{tip} \text{ Demet}_{tipi} n_{seç})$$

$$w_{\phi} := \text{Demet}_{ii,5} \frac{\text{kg}}{\text{m}} \cdot n_{seç}$$

$$P_{TIP} = ("PYS 150" "D6" 8)$$

#### Bir Halattaki Öngerme Kuvveti

$$\%65 \text{ öngerme} \quad F_{01} = 6630.156 \cdot \text{kgf}$$

$$\%10 \text{ kayıp ile} \quad F_{0i} = 5967.14 \cdot \text{kgf}$$

$$\text{Nihayi} \quad F_{f1} = 5758.7 \cdot \text{kgf}$$

$$w_{\phi} = 3.44 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Seçilen tipteki tel miktarı (1 metresi için)

### 3-) GERILME KONTROLLERİ



#### 2.1-) Mesnette Gerilme Kontrolü

##### 2.1.1-) Transferde

$$F_{i1} := (1 - 0.10) \cdot F_{01}$$

$$F_{i1} = 5.9671 \cdot \text{tonf}$$

**%10: Transferden hemen sonra oluşan kayıpları dikkate almak için**

$$P_0 := n_{\text{seç}} \cdot F_{i1}$$

$$P_0 = 47.7371 \cdot \text{tonf}$$

$$e_f = 4.873 \cdot \text{cm}$$

$$f_{\text{üstö}} := \frac{P_0}{A_y} - \frac{P_0 \cdot e_f}{S_{y\text{üst}}}$$

$$f_{\text{üstö}} = -19.513 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$f_{\text{altö}} := \frac{P_0}{A_y} + \frac{P_0 \cdot e_f}{S_{y\text{alt}}}$$

$$f_{\text{altö}} = 98.139 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$l_t := 50 \cdot \phi$$

$$l_t = 47.65 \cdot \text{cm}$$

**Mesnette Gerilme Kontrolünün Yapıldığı mesafe**

$$M_{\text{zatismesnet}} := g_{\text{panel}} \cdot b_{\text{panel}} \cdot \frac{l_t}{2} \cdot (L_{\text{panel}} \cdot m - l_t)$$

$$M_{\text{zatismesnet}} = 0.44 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$$

$$f_{\text{üst}} := \frac{M_{\text{zatismesnet}}}{S_{y\text{üst}}}$$

$$f_{\text{alt}} := -\frac{M_{\text{zatismesnet}}}{S_{y\text{alt}}}$$

$$f_{\text{uston}} := f_{\text{üstö}} + f_{\text{üst}}$$

$$f_{\text{uston}} = -8.161 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$f_{\text{alton}} := f_{\text{altö}} + f_{\text{alt}}$$

$$f_{\text{alton}} = 87.232 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{emn1} := \begin{cases} \text{"OK"} & \text{if } f_{\text{alton}} > 0 \wedge f_{\text{alton}} \leq 0.6 f_{ck_{\text{transfer}}} \\ \text{"OK"} & \text{if } f_{\text{alton}} < 0 \wedge f_{\text{alton}} \geq -1.60 \cdot \sqrt{f_{ck_{\text{transfer}}} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \\ \text{"Transferde Mesnet -ALT- Gerilmesi Sınırı Geçiyor !!!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{"OK"} \quad \text{if } f_{\text{alton}} < 0 \wedge f_{\text{alton}} \geq -1.60 \cdot \sqrt{f_{ck_{\text{transfer}}} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}$$

$$\text{emn1} = \text{"OK"}$$

"Transferde Mesnet -ALT- Gerilmesi Sınırı Geçiyor !!!" otherwise

$$f_{\text{ealton}} := \begin{cases} (0.6 \cdot f_{ck_{\text{transfer}}}) & \text{if } f_{\text{alton}} > 0 \\ \left( -1.6 \sqrt{f_{ck_{\text{transfer}}} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \right) & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$f_{\text{ealton}} = 152.957 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{emn2} := \begin{cases} \text{"OK"} & \text{if } f_{\text{uston}} > 0 \wedge f_{\text{uston}} \leq 0.6 f_{ck_{\text{transfer}}} \\ \text{"OK"} & \text{if } f_{\text{uston}} < 0 \wedge f_{\text{uston}} \geq -1.60 \cdot \sqrt{f_{ck_{\text{transfer}}} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \\ \text{"Transferde Mesnet -ÜST- Gerilmesi Sınırı Geçiyor !!!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{"OK"} \quad \text{if } f_{\text{uston}} < 0 \wedge f_{\text{uston}} \geq -1.60 \cdot \sqrt{f_{ck_{\text{transfer}}} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}$$

$$\text{emn2} = \text{"OK"}$$

"Transferde Mesnet -ÜST- Gerilmesi Sınırı Geçiyor !!!" otherwise

$$f_{\text{euston}} := \begin{cases} (0.6 \cdot f_{ck_{\text{transfer}}}) & \text{if } f_{\text{uston}} > 0 \\ \left( -1.6 \sqrt{f_{ck_{\text{transfer}}} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \right) & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$f_{\text{euston}} = -25.546 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

## 2.1.2-) Serviste

$$P_s := n_{\text{seç}} \cdot F_{f1}$$

$$P_s = 46.07 \cdot \text{tonf}$$

Aderans boyu 50\*D alınmıştır.  $l_{\text{transfer}} := 50 \cdot \phi$

$$l_{\text{net}} := l_{\text{transfer}}$$

$$l_{\text{transfer}} = 47.65 \cdot \text{cm}$$

$$l_{\text{net}} = 47.65 \cdot \text{cm}$$

$$f_{\text{üst}} := \frac{P_s}{A_y} - \frac{P_s \cdot e_f}{S_{y\text{üst}}} + \frac{M_{\text{zat}}(l_{\text{net}})}{S_{y\text{üst}}} + \frac{M_{\text{top}}(l_{\text{net}})}{S_{y\text{üst}}} + \left( \frac{M_{\text{kar}}(l_{\text{net}}) + M_{\text{duv}}(l_{\text{net}}) + M_{\text{har}}(l_{\text{net}}) + M_{\text{kap}}(l_{\text{net}})}{I_k} \right) \cdot Y_{\text{küst}}$$

$$f_{\text{üst}} = 9.818 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$f_{\text{alts}} := \frac{P_s}{A_y} + \frac{P_s \cdot e_f}{S_{y\text{alt}}} - \frac{M_{\text{zat}}(l_{\text{net}})}{S_{y\text{alt}}} - \frac{M_{\text{top}}(l_{\text{net}})}{S_{y\text{alt}}} - \frac{M_{\text{kar}}(l_{\text{net}}) + M_{\text{duv}}(l_{\text{net}}) + M_{\text{har}}(l_{\text{net}}) + M_{\text{kap}}(l_{\text{net}})}{I_k} \cdot Y_{\text{kalt}}$$

$$f_{\text{alts}} = 64.747 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{emn5} := \begin{cases} \text{"OK"} & \text{if } f_{\text{alts}} > 0 \wedge f_{\text{alts}} \leq 0.45 f_{\text{ck\_servis}} \\ \text{"OK"} & \text{if } f_{\text{alts}} < 0 \wedge f_{\text{alts}} \geq -1.60 \cdot \sqrt{f_{\text{ck\_servis}} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \\ \text{"Transferde Mesnet -ALT- Gerilmesi Sınırı Geçiyor !!!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{emn5} = \text{"OK"}$$

$$f_{\text{ealts}} := \begin{cases} (0.45 \cdot f_{\text{ck\_servis}}) & \text{if } f_{\text{alts}} > 0 \\ \left( -1.6 \sqrt{f_{\text{ck\_servis}} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \right) & \text{otherwise} \end{cases} \quad f_{\text{ealts}} = 137.662 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{emn6} := \begin{cases} \text{"OK"} & \text{if } f_{\text{üst}} > 0 \wedge f_{\text{üst}} \leq 0.45 f_{\text{ck\_servis}} \\ \text{"OK"} & \text{if } f_{\text{üst}} < 0 \wedge f_{\text{üst}} \geq -1.60 \cdot \sqrt{f_{\text{ck\_servis}} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \\ \text{"Transferde Mesnet -ÜST- Gerilmesi Sınırı Geçiyor !!!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{emn6} = \text{"OK"}$$

$$f_{\text{eüst}} := \begin{cases} (0.45 \cdot f_{\text{ck\_servis}}) & \text{if } f_{\text{üst}} > 0 \\ \left( -1.6 \sqrt{f_{\text{ck\_servis}} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \right) & \text{otherwise} \end{cases} \quad f_{\text{eüst}} = 137.662 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

## 2.2-) Açıklıkta Gerilme Kontrolü

### 2.2.1-) Transferde

$$f_{\text{üsta}} := \left( \frac{P_0}{A_y} \right) - \frac{P_0 \cdot e_f}{S_{y\text{üst}}} + \frac{M_{\text{zat}} \left( \frac{L_{\text{hes}}}{2} \right)}{S_{y\text{üst}}}$$

$$f_{\text{üsta}} = 23.955 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$f_{\text{alta}} := \frac{P_0}{A_y} + \frac{P_0 \cdot e_f}{S_{y\text{alt}}} - \frac{M_{\text{zat}} \left( \frac{L_{\text{hes}}}{2} \right)}{S_{y\text{alt}}}$$

$$f_{\text{alta}} = 56.375 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{emn3} := \begin{cases} \text{"OK"} & \text{if } f_{\text{alta}} > 0 \wedge f_{\text{alta}} \leq 0.6 f_{\text{cktransfer}} \\ \text{"OK"} & \text{if } f_{\text{alta}} < 0 \wedge f_{\text{alta}} \geq -0.8 \cdot \sqrt{f_{\text{cktransfer}} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \\ \text{"Transferde Açıklık -ALT- Gerilmesi Sınırı Geçiyor !!!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

emn3 = "OK"

$$f_{\text{ealta}} := \begin{cases} (0.6 \cdot f_{\text{cktransfer}}) & \text{if } f_{\text{alta}} > 0 \\ \left( -0.8 \sqrt{f_{\text{cktransfer}} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \right) & \text{otherwise} \end{cases} \quad f_{\text{ealts}} = 137.662 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{emn4} := \begin{cases} \text{"OK"} & \text{if } f_{\text{üsta}} > 0 \wedge f_{\text{üsta}} \leq 0.6 f_{\text{cktransfer}} \\ \text{"OK"} & \text{if } f_{\text{üsta}} < 0 \wedge f_{\text{üsta}} \geq -0.8 \cdot \sqrt{f_{\text{cktransfer}} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \\ \text{"Transferde Açıklık -ÜST- Gerilmesi Sınırı Geçiyor !!!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

emn4 = "OK"

$$f_{\text{eüsta}} := \begin{cases} (0.6 \cdot f_{\text{cktransfer}}) & \text{if } f_{\text{üsta}} > 0 \\ \left( -0.8 \sqrt{f_{\text{cktransfer}} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \right) & \text{otherwise} \end{cases} \quad f_{\text{eüsta}} = 152.957 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

### 2.2.2-) Serviste

$$f_{\text{üstss}} := \frac{P_s}{A_y} - \frac{P_s \cdot e_f}{S_{y\text{üst}}} + \frac{M_{\text{zat}} \left( \frac{L_{\text{hes}}}{2} \right)}{S_{y\text{üst}}} + \frac{M_{\text{top}} \left( \frac{L_{\text{hes}}}{2} \right)}{S_{y\text{üst}}} + \frac{M_{\text{servis}}}{I_k} \cdot (Y_{\text{küst}} - h_{\text{top}} \cdot \text{cm})$$

$$f_{\text{üstss}} = 67.738 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$f_{\text{altss}} := \frac{P_s}{A_y} + \frac{P_s \cdot e_f}{S_{y\text{alt}}} - \frac{M_{\text{zat}} \left( \frac{L_{\text{hes}}}{2} \right)}{S_{y\text{alt}}} - \frac{M_{\text{top}} \left( \frac{L_{\text{hes}}}{2} \right)}{S_{y\text{alt}}} - \frac{M_{\text{servis}}}{I_k} \cdot Y_{\text{kalt}}$$

$$f_{\text{altss}} = -21.809 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{emn8} := \begin{cases} \text{"OK"} & \text{if } f_{\text{üstss}} > 0 \wedge f_{\text{üstss}} \leq 0.45 f_{\text{ckservis}} \\ \text{"OK"} & \text{if } f_{\text{üstss}} < 0 \wedge f_{\text{üstss}} \geq -1.6 \cdot \sqrt{f_{\text{ckservis}} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \\ \text{"Servisde Açıklık -ÜST- Gerilmesi Sınırı Geçiyor !!!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

emn8 = "OK"

$$f_{\text{üstss}} := \begin{cases} (0.45 \cdot f_{\text{ck\_servis}}) & \text{if } f_{\text{üstss}} > 0 \\ \left( -1.6 \sqrt{f_{\text{ck\_servis}} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \right) & \text{otherwise} \end{cases} \quad f_{\text{üstss}} = 137.662 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{emn7} := \begin{cases} \text{"ok"} & \text{if } f_{\text{altss}} < 0 \wedge f_{\text{altss}} \geq -1.60 \cdot \sqrt{f_{\text{ck\_servis}} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \\ \text{"ok"} & \text{if } f_{\text{altss}} > 0 \wedge f_{\text{altss}} \leq 0.45 \cdot f_{\text{ck\_servis}} \\ \text{"Serviste Açıklık -ALT - Gerilmesi Sınırı Geçiyor !"} & \text{otherwise} \end{cases} \quad \boxed{\text{emn7} = \text{"ok"}}$$

$$f_{\text{ealtss}} := \begin{cases} (0.45 \cdot f_{\text{ck\_servis}}) & \text{if } f_{\text{altss}} > 0 \\ \left( -1.6 \sqrt{f_{\text{ck\_servis}} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \right) & \text{otherwise} \end{cases} \quad f_{\text{ealtss}} = -27.985 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

### 2.2.3-) Serviste Topping Üstünde

$$\zeta := \frac{b_{\text{paneltop}}}{b_{\text{panel}}} \quad \boxed{\zeta = 1} \quad \text{Esdeger Topping Betonü Genisliđi Katsayısı} \quad f_{\text{topu}} := \frac{M_{\text{servis}}}{S_{\text{kust}}} \cdot \zeta \quad \boxed{f_{\text{topu}} = 45.837 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}$$

$$\boxed{\text{emn9} := \text{if}(f_{\text{topu}} \leq 0.45 \cdot f_{\text{ck\_servis}}, \text{"ok"}, \text{"Serviste Topping -ÜST- Gerilmesi Sınırı Geçiyor !"})}$$

$$f_{\text{etopu}} := 0.45 \cdot f_{\text{ck\_servis}} \quad f_{\text{topu}} = 4.495 \cdot \text{MPa} \quad f_{\text{etopu}} = 13.5 \cdot \text{MPa}$$





## TRANSFERDE

### MESNETTE

#### Prekast Altta

$$f_{alton} = 87.232 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$f_{ealton} = 152.957 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

#### Prekast Üstte

$$f_{uston} = -8.161 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$f_{euston} = -25.546 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

emn1 = "OK"

emn2 = "OK"

### AÇIKLIKTA

#### Prekast Altta

$$f_{alta} = 56.375 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$f_{ealta} = 152.957 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

#### Prekast Üstte

$$f_{üsta} = 23.955 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$f_{eüsta} = 152.957 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

emn3 = "OK"

emn4 = "OK"

## SERVİSTE

### MESNETTE

#### Prekast Altta

$$f_{alts} = 64.747 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$f_{ealts} = 137.662 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

#### Prekast Üstte

$$f_{üsts} = 9.818 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$f_{eüsts} = 137.662 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

emn5 = "OK"

emn6 = "OK"

### AÇIKLIKTA

#### Prekast Altta

$$f_{altss} = -21.809 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$f_{ealtss} = -27.985 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

#### Prekast Üstte

$$f_{üstss} = 67.738 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$f_{eüstss} = 137.662 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

emn7 = "ok"

emn8 = "OK"

#### Topping Üstte

$$f_{topu} = 45.837 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$f_{etopu} = 137.662 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

0.45fc

emn9 = "ok"

## 4-) KESİTİN TAŞIMA GÜCÜ (ACI 318)



$$M_u \left( \frac{L_{hes}}{2} \right) = 9.27 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$$

$$\rho_p := n_{seç} \frac{A_\phi}{b_{panel} \left( h_{panel} + h_{top} \cdot \text{cm} - h_{pas} - \frac{\phi}{2} \right)} \quad \rho_p = 0.0021$$

$$\gamma_p := 0.28 \quad \text{Düşük Relaksasyonlu Öngerme Çeliği İçin}$$

$$f_{ps} := f_{pu} \left( 1 - \frac{\gamma_p}{0.85} \cdot \rho_p \cdot \frac{f_{pu}}{f_{ck_{top}}} \right) \quad f_{ps} = 17822.8 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad a := \frac{n_{seç} \cdot A_\phi \cdot f_{ps}}{0.85 \cdot f_{ck_{top}} \cdot b_{panel}} \quad a = 2.51 \cdot \text{cm}$$

$$\phi M_n := 0.90 \cdot f_{ps} \cdot n_{seç} \cdot A_\phi \cdot \left( h_{panel} + h_{top} \cdot \text{cm} - h_{pas} - \frac{\phi}{2} - \frac{a}{2} \right) \quad \phi M_n = 11.45 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$$

Tasarım Kosulu

$$em_n := \begin{cases} \text{"Kesitin Taşıma Kapasitesi Yeterli"} & \text{if } \phi M_n > M_u \left( \frac{L_{hes}}{2} \right) \\ \text{"KESİTİN TAŞIMA KAPASİTESİ YETERSİZ !"} & \text{otherwise} \end{cases}$$



Öngerme Donatısının Kopma Gerilmesi

$$f_{pu} = 18600 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Öngerme Donatısının Azaltılmış Hesap Gerilmesi

$$f_{ps} = 17822.77 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Kesitte Basınç Alanı Yüksekliği

$$a = 2.506 \cdot \text{cm}$$

Kesitin Taşıma Gücü

$$\phi M_n = 11.45 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$$

Kesite Gelen Katsayılı Servis Momenti

$$M_u \left( \frac{L_{hes}}{2} \right) = 9.273 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$$

$em_n = \text{"Kesitin Taşıma Kapasitesi Yeterli"}$

## 5-) ÇATLAMIŞ MOMENT KONTROLÜ (ACI 318)

$$M_{cr} := \frac{I_k}{Y_{kalt}} \cdot \left( \frac{P_s}{A_y} + \frac{P_s \cdot e_f}{S_{yalt}} + 0.62276 \cdot \sqrt{f_{ck_{servis}} \cdot \text{MPa}} \right)$$

$$M_{cr} = 8.64 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$$

$$1.20 M_{cr} = 10.367 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$$

$$em_\zeta := \begin{cases} \text{"Mn} > 1.2 \cdot M_{cr} \text{ Süneklik Koşulu Sağlanıyor"} & \text{if } \phi M_n > 1.20 \cdot M_{cr} \\ \text{"ÇATLAMIŞ MOMENT DEĞERİ SINIRI AŞIYOR"} & \text{otherwise} \end{cases} \quad \text{Süneklik Kosulu}$$

Çatlama Moment Değeri

$$1.20 M_{cr} = 10.367 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$$

$$\phi M_n = 11.45 \cdot \text{tonf} \cdot \text{m}$$

$em_\zeta = \text{"Mn} > 1.2 \cdot M_{cr} \text{ Süneklik Koşulu Sağlanıyor"}$

## 6-) KESME KUVVETİ KONTROLÜ (ACI 318)

$$\phi_c := 0.85$$

$$V_{cmin} := 0.166 \cdot \sqrt{f_{ck_{servis}} \cdot \text{MPa}} \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{cmin} = 5.31 \cdot \text{tonf}$$

$$V_{cmax} := 0.415 \cdot \sqrt{f_{ck_{servis}} \cdot \text{MPa}} \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{cmax} = 13.274 \cdot \text{tonf}$$

$$\Psi(y) := \begin{cases} \frac{V_u(y)}{M_u(y)} \cdot d & \text{if } \frac{V_u(y)}{M_u(y)} \cdot d \leq 1 \\ 1 & \text{otherwise} \end{cases}$$

ACI 318'e göre basit kontrol  
Biz aşağıdaki detaylı analizi göz önünde  
bulunduracağız.

$$\phi V_c(y) := \phi_c \cdot \left( 0.05 \cdot \sqrt{f_{ck_{servis}} \cdot \text{MPa}} + 700 \cdot \Psi(y) \cdot \text{MPa} \right) \cdot b_w \cdot d$$

$$\phi V_c(y) := \begin{cases} V_{cmin} & \text{if } \phi V_c(y) \leq V_{cmin} \\ V_{cmax} & \text{if } \phi V_c(y) \geq V_{cmax} \\ \phi V_c(y) & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$l_{transfer} := 50 \cdot \phi$$

$$l_{transfer} = 47.65 \cdot \text{cm}$$

$$L_{sol} = 1 \times 10^4 \frac{1}{m} \cdot \text{mm}$$

$$l_{net} := l_{transfer} - L_{sol} \cdot \text{cm}$$

$$l_{net} = 37.65 \cdot \text{cm}$$

Öngörme Kuvveti Mesnet Yüzünden İtibaren  $l_{transfer} := 50 \cdot \phi$  mesafede sabitlenmektedir. (Öngörme Halati İçin)

$$x := 5\text{cm}, 20\text{cm} \dots \frac{L_{hes}}{2}$$

Tüm öngörme kayıplarından sonra kesitin ağırlık merkezindeki betondaki basıncı gerilmesi

$$f_{pc}(x) := \begin{cases} \left( \frac{P_s}{A_y} \cdot \frac{x + L_{sol} \cdot \text{cm}}{l_{transfer}} \right) - P_s \cdot \frac{x + L_{sol} \cdot \text{cm}}{l_{transfer}} \cdot \frac{e_f}{I_y} \cdot (Y_{kalt} - Y_{yalt}) & \text{if } x < (50 \cdot \phi - L_{sol} \cdot \text{cm}) \\ \frac{P_s}{A_y} - P_s \cdot \frac{e_f}{I_y} \cdot (Y_{kalt} - Y_{yalt}) & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$f_{pe}(y) := \begin{cases} P_s \cdot \left( \frac{1}{A_y} + e_f \cdot \frac{Y_{yalt}}{I_y} \right) \cdot \frac{y + L_{sol} \cdot \text{cm}}{l_{transfer}} & \text{if } y < (50 \cdot \phi - L_{sol} \cdot \text{cm}) \\ P_s \cdot \left( \frac{1}{A_y} + e_f \cdot \frac{Y_{yalt}}{I_y} \right) & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$f_d(y) := \frac{M_{zat}(y) + M_{top}(y)}{S_{yalt}} + \frac{M_{kap}(y) + M_{duv}(y)}{S_{kalt}}$$

$$M_{max}(y) := \frac{I_k}{Y_{kalt}} \cdot (0.5 \cdot \sqrt{f_{ck\_servis} \cdot MPa} + f_{pe}(y) - f_d(y))$$

$$d_k := \begin{cases} 0.8 \cdot h & \text{if } (d + h_{top} \cdot cm) \leq 0.8 \cdot h \\ d + h_{top} \cdot cm & \text{otherwise} \end{cases} \quad \boxed{d_k = 17.524 \cdot cm} \quad \text{Kompozit Kesitin Faydalı Yüksekliği}$$

$$\phi V_{cw}(x) := \left[ \phi_c \cdot (0.29 \cdot \sqrt{f_{ck\_servis} \cdot MPa} + 0.3 \cdot f_{pc}(x)) \cdot b_w \cdot d_k \right]$$

$$V_d(y) := V_{zati}(y) + V_{top}(y) + V_{kap}(y) + V_{duv}(y)$$

Sabit Yuklerden Olusan Katsayisiz Kesme Kuvveti

$$V_i(y) := V_u(y) - V_d(y)$$

$$M_d(y) := M_{zat}(y) + M_{top}(y) + M_{kap}(y) + M_{duv}(y)$$

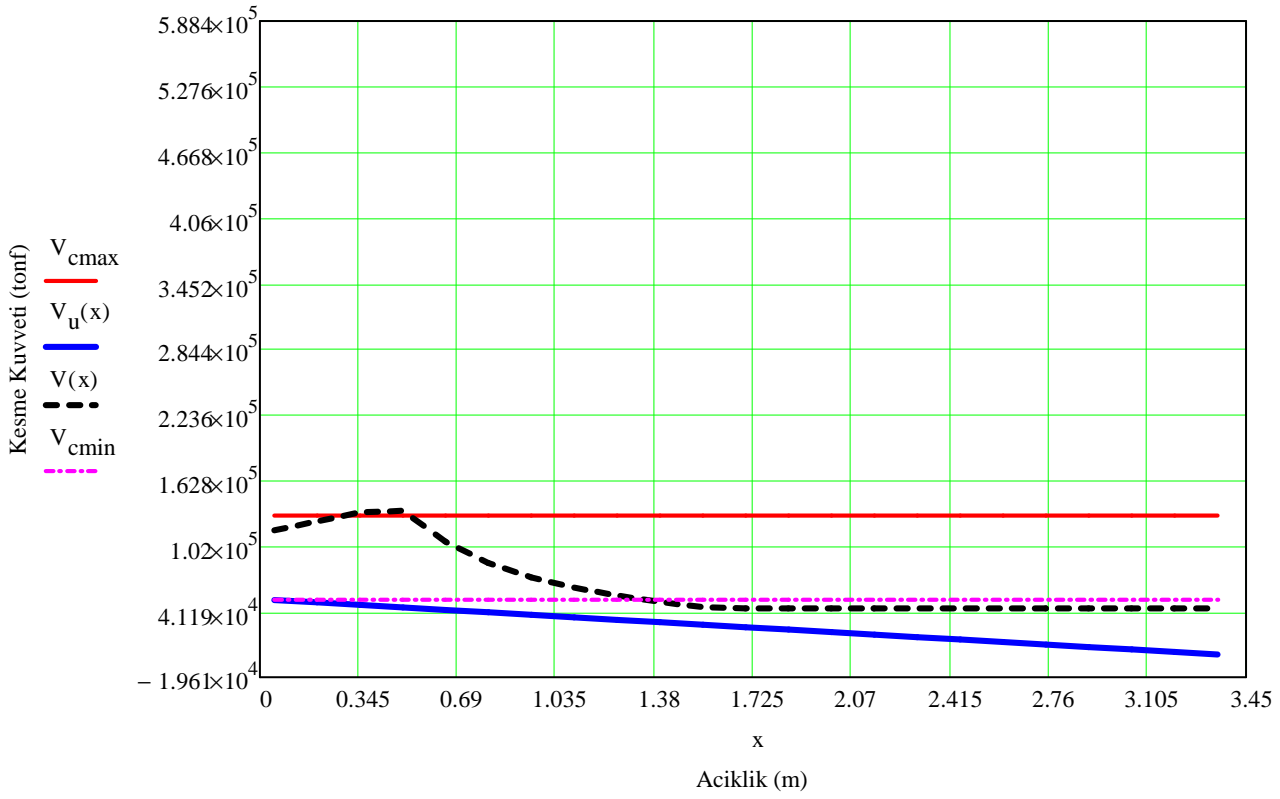
Sabit Yuklerden Olusan Katsayisiz Egilme Momenti

$$M_{max}(y) := M_u(y) - M_d(y)$$

$$\phi V_{ci}(y) := \phi_c \cdot \left[ 0.05 \cdot \left( \sqrt{f_{ck\_servis} \cdot MPa} \right) \cdot b_w \cdot d_k + V_d(y) + \frac{V_i(y) \cdot M_{cr}(y)}{M_{max}(y)} \right]$$

$$\phi V_{ci.min} := 0.141 \cdot \sqrt{f_{ck\_servis} \cdot MPa} \cdot b_w \cdot d \quad \underline{\underline{ACI318-02-149}}$$

$$\phi V_{ci}(y) := \begin{cases} \phi V_{ci.min} & \text{if } \phi V_{ci.min} \geq \phi V_{ci}(y) \\ \phi V_{ci}(y) & \text{otherwise} \end{cases} \quad V(x) := \begin{cases} \phi V_{cw}(x) & \text{if } \phi V_{cw}(x) \leq \phi V_{ci}(x) \\ \phi V_{ci}(x) & \text{if } \phi V_{cw}(x) > \phi V_{ci}(x) \end{cases}$$



x =	$V_u(x) =$	$V(x) =$	$V_u(x) - V(x) =$
·cm	·tonf	·tonf	·tonf
5	5.297	11.879	-6.582
20	5.064	12.726	-7.662
35	4.83	13.573	-8.743
50	4.596	13.722	-9.126
65	4.363	10.802	-6.439
80	4.129	8.811	-4.682
95	3.895	7.45	-3.555
110	3.661	6.46	-2.799
125	3.428	5.708	-2.28
140	3.194	5.116	-1.922
155	2.96	4.637	-1.677
170	2.727	4.51	-1.783
185	2.493	4.51	-2.017
200	2.259	4.51	-2.251
215	2.026	4.51	-2.485
...	...	...	...

	0
	0 AYMA MUKAVEMETİ EMNİYETTEDİR."
	1 AYMA MUKAVEMETİ EMNİYETTEDİR."
	2 AYMA MUKAVEMETİ EMNİYETTEDİR."
	3 AYMA MUKAVEMETİ EMNİYETTEDİR."
	4 AYMA MUKAVEMETİ EMNİYETTEDİR."
	5 AYMA MUKAVEMETİ EMNİYETTEDİR."
	6 AYMA MUKAVEMETİ EMNİYETTEDİR."

"KAYMA MUKAVEMETİ EMNİYETTEDİR." if $V_u(x) < V(x)$ "KAYMA SINIRI AŞILIYOR. ! PANEL YETERSİZ !" otherwise	= 7	AYMA MUKAVEMETİ EMNİYETTEDİR."
	8	AYMA MUKAVEMETİ EMNİYETTEDİR."
	9	AYMA MUKAVEMETİ EMNİYETTEDİR."
	10	AYMA MUKAVEMETİ EMNİYETTEDİR."
	11	AYMA MUKAVEMETİ EMNİYETTEDİR."
	12	AYMA MUKAVEMETİ EMNİYETTEDİR."
	13	AYMA MUKAVEMETİ EMNİYETTEDİR."
	14	AYMA MUKAVEMETİ EMNİYETTEDİR."
	15	...

KAYMA MUKAVEMETİ HER x MESAFESİ BOYUNCA AÇIKLIK ORTASINA KADAR İNCELENMİŞTİR.

Belirli mesafelerdeki kesme dayanımları

Etkiyen kesme kuvvetleri

$$V(10^{-10} \text{ mm}) = 11.597 \cdot \text{tonf}$$

$$V_u(0\text{cm}) = 5.375 \cdot \text{tonf}$$

$V(x) > V_u$  şartı kontrol edilmiştir.

$$V(5\text{cm}) = 11.879 \cdot \text{tonf}$$

$$V_u(5\text{cm}) = 5.297 \cdot \text{tonf}$$

$$V(1_{\text{net}}) = 13.722 \cdot \text{tonf}$$

$$V_u(1_{\text{net}}) = 4.789 \cdot \text{tonf}$$

$$V\left(\frac{L_{\text{hes}}}{2}\right) = 4.51 \cdot \text{tonf}$$

$$V_u\left(\frac{L_{\text{hes}}}{2}\right) = 0 \cdot \text{tonf}$$

## 7-) BİRLEŞİK KESİTTE YATAY KAYMA TAHKİKİ

$$\begin{aligned} f_{cd} &:= \frac{f_{ck_{top}}}{1.5} & f_{ctk} &:= 0.35 \sqrt{f_{ck_{top}}} \frac{\sqrt{N}}{\text{mm}} & f_{ctd} &:= \frac{f_{ctk}}{1.5} & f_{yk} &:= 420 \cdot \text{MPa} \\ (f_{cd}) &= 20 \cdot \text{MPa} & (f_{ctk}) &= 1.917 \cdot \text{MPa} & (f_{ctd}) &= 1.278 \cdot \text{MPa} & f_{yd} &:= \frac{f_{yk}}{1.15} \\ & & & & & & (f_{yd}) &= 365 \cdot \text{MPa} \end{aligned}$$

$$\tau_{em} := 0.5 \text{MPa}$$

Efektif Kesit Yüksekliği:....  $d_p$

$$(d_p := h - h_{pas})$$

$$(d_p) = 0.18 \text{ m}$$

$$V_{d1} := V_u(0)$$

TSE 9967 4.3.6.2

**Kesite etkiyen maksimum kesme kuvvetinin hesap degeri**

$$V_{d1} = 5.375 \cdot \text{tonf}$$

**Yatay kayma tehzizatı olacaksa aralığı :**

$$sw := 60 \text{cm}$$

$$\text{if}(sw \leq 60 \text{cm}, "ok", "ARALIĞI AZALTIN!") = "ok"$$



$$\min A_{wh} := 0.25 \cdot b_{panel} \cdot sw \cdot \frac{f_{ctd}}{f_{yd}} \quad \text{en az kayma tehzizatı:}$$

$$(\min A_{wh}) = 6.299 \cdot \text{cm}^2$$

**Yatay Kayma Gerilmesi Hesabı:**

$$f_{ht} := 0.5 \text{MPa}$$

$$(V_r := b \cdot d_p \cdot f_{ht})$$

Kompozit Kesitin Kayma Dayanımı:

$$V_{res} := \begin{cases} V_r & \text{if } V_r \leq 5.6 \text{MPa} \cdot b \cdot d_p \\ 5.6 \text{MPa} \cdot b \cdot d_p & \text{if } V_r > 5.6 \text{MPa} \cdot b \cdot d_p \end{cases}$$

$$(V_{res}) = 44.969 \cdot \text{tonf}$$

**Yatay Kayma Donatısı Hesabı :**

$$A_s := \frac{V_{d1}}{f_{yd}} \quad (A_s) = 1.44 \cdot \text{cm}^2$$

$$\text{Ask} := \begin{cases} A_s & \text{if } A_s \geq \min A_{wh} \\ \min A_{wh} & \text{if } A_s < \min A_{wh} \end{cases} \quad \text{Ask} = 6.299 \cdot \text{cm}^2$$

$$\text{sonuç} := \begin{cases} \text{"BİRLEŞİK KESİTTE KAYMA YOKTUR"} & \text{if } V_{res} > V_{d1} \\ \text{Ask} & \text{otherwise} \end{cases}$$



sonuç = "BİRLEŞİK KESİTTE KAYMA YOKTUR"

## 8-) SEHİM KONTROLÜ (PCI 2.4.1-2.4.2)

$$\delta_{ongerme} := \frac{-P_0 \cdot e_f \cdot (L_{panel} \cdot cm)^2}{8 \cdot E_{ci} \cdot I_y}$$

$$\delta_{ongerme} = -0.00016 \cdot cm$$

$$\delta_{panel} := \frac{5 \cdot P_{panel} \cdot (L_{panel} \cdot cm)^4}{384 \cdot E_{ci} \cdot I_y}$$

$$\delta_{panel} = 0.000 \cdot cm$$

$$\delta_{transferilk} := (\delta_{ongerme} + \delta_{panel})$$

$$\delta_{transferilk} = -0.000 \cdot cm$$

transferde net sehım toplam

$$\delta_{transferson} := 1.80 \cdot \delta_{ongerme} + 1.85 \delta_{panel}$$

$$\delta_{transferson} = -0.00028 \cdot cm$$

uzun süre katsayılı

$$\delta_{toppingani} := \frac{5 \cdot P_{top} \cdot L_{hes}^4}{384 \cdot E_c \cdot I_y}$$

$$\delta_{toppingani} = 0.442 \cdot cm$$

$$\delta_{toppingson} := 2.30 \cdot \delta_{toppingani}$$

$$\delta_{toppingson} = 1.016 \cdot cm$$

$$\delta_{transferfinal} := 2.20 \cdot \delta_{ongerme} + 2.40 \delta_{panel} + \delta_{toppingson}$$

$$\delta_{transferfinal} = 1.016 \cdot cm$$

serviste ilk sehım

$$\delta_{kaplamailk} := \frac{5 \cdot G_{kap} \cdot L_{hes}^4}{384 \cdot E_c \cdot I_k}$$

$$\delta_{kaplamailk} = 0.000 \cdot cm$$

$$\delta_{kaplamason} := 3.00 \cdot \delta_{kaplamailk}$$

$$\delta_{kaplamason} = 0.000 \cdot cm$$

$$\delta_{hareketliani} := \frac{5 \cdot Q_{har} \cdot L_{hes}^4}{384 \cdot E_c \cdot I_k}$$

$$\delta_{hareketliani} = 0.760 \cdot cm$$

$$\delta_{kar} := \frac{5 \cdot Q_{kar} \cdot L_{hes}^4}{384 \cdot E_c \cdot I_k}$$

$$\delta_{kar} = 0 \cdot cm$$

$$\delta_{duvarani} := \frac{5 \cdot P_{duvar} \cdot L_{hes}^4}{384 \cdot E_c \cdot I_k}$$

$$\delta_{duvarani} = 0 \cdot cm$$

$$\delta_{duvarson} := \delta_{duvarani} \cdot 3.00$$

$$\delta_{duvarson} = 0 \cdot cm$$

$$\delta_{servisbaslangic} := \delta_{transferson} + \delta_{toppingani} + \delta_{kaplamailk} + \delta_{duvarani}$$

$$\delta_{servisbaslangic} = 0.442 \cdot cm$$

serviste sehım

$$\delta_{servisuzunsure} := \delta_{transferfinal} + \delta_{kaplamason} + \delta_{duvarson}$$

$$\delta_{servisuzunsure} = 1.016 \cdot cm$$

$$\delta_{final} := -(\delta_{servisbaslangic} - \delta_{servisuzunsure}) + \delta_{hareketliani} + \delta_{kar}$$

$$\delta_{final} = 1.334 \cdot cm$$

$$emn_{sehım} := \text{if} \left( \delta_{final} \leq \frac{L_{hes}}{360}, \text{"SEHİM EMNİYETİ SAĞLANMAKTADIR"}, \text{"!! EMNİYETLİ SEHİM DEĞERİ AŞILIYOR !!"} \right)$$

transferde net sehım  $\delta_{transferilk} = -0.000156 \cdot cm$

serviste toplam sehım

$$\delta_{servisbaslangic} = 0.442 \cdot cm$$

transferde katsayılı

katsayılı toplam sehım

$$\delta_{servisuzunsure} = 1.016 \cdot cm$$



$$\delta_{\text{transferson}} = -0.00028 \cdot \text{cm}$$

Sehim değeri

$$\delta_{\text{final.}} := -(\delta_{\text{servisbaslangic}} - \delta_{\text{servisuzunsure}}) + \delta_{\text{hareketliani}} + \delta_{\text{kar}}$$

$$\delta_{\text{final.}} = 1.334 \cdot \text{cm}$$

$$\text{emn}_{\text{sınır.deger}} := \frac{L_{\text{hes}}}{360}$$

$$\text{emn}_{\text{sınır.deger}} = 1.917 \cdot \text{cm}$$

$$\text{emn}_{\text{schim}} = \text{"SEHİM EMNİYETİ SAĞLANMAKTADIR"}$$





