



ASEH TEJARAT ASYA

**ÜRETİM KOMPLEKSİ  
İÇİNDE  
GARMSAR ÖZEL EKONOMİK BÖLGESİ**

Teknik Rapor:

# Endüstriyel Döşeme Zemin Tasarımı



Danışmanlık hizmetleri:

**İNGiltere İnşaat Teknolojileri Ltd. Şti.**

Temmuz 2024

Devir 0

## **FERAGATNAME**

Bu Raporun içeriği, ASEH Tejarat Asia'nın tek amacı, Garmsar Özel Ekonomik Bölgesi'ndeki Soğutma ve Soğutma Sanayi Kompleksi için döşeme ve kaldırım tasarımı ve inşa etmektir, böylece optimum güvenilirlikle güvenli çalışma ve uzun hizmet ömrü sağlar. Bu Raporda yer alan ayrıntılar, en son bulgulara veya gelecekte yapılacak çalışmalara bağlı olarak değişebilir.

## İÇİNDEKİLER

1	GİRİŞ	6
1.1	PROJENİN GENEL TANIMI	6
1.2	DANIŞMANLIK HİZMETLERİNİN KAPSAMI	6
1.3	ANA BELGELER VE ÇERÇEVE	6
2	TESVİYE ÜZERİNE FİBER TAKVİYELİ BETON DÖŞEME İÇİN TASARIM KRİTERLERİ	7
2.1	AÇIKLAMA	7
2.2	İŞVEREN GEREKSİNİMLERİ	7
3	GİRİŞ VERİLERİ	8
3.1	Zemin ve kaldırım çeşitleri	8
3.2	Yükler	8
3.3	YER DESTEĞİ	12
3.3.1	Alt sınıf modülü	12
3.3.2	Alt Temel ve Membran	13
3.3.3	Zemin destekli bir döşeme için tasarım modeli	14
4	LEVHA TASARIMI	16
4.1	Beton için Fiber Takviye	16
4.2	Moment Kapasitesi	16
4.3	Delme Makası	18
4.4	Tasarım Konuları	18
4.5	Döşeme kalınlığı	19
5	DÖŞEME TALEP ANALİZİ	21
5.1	Analiz modeli	21
5.2	Tasarım kontrolü için ANalysis	24
6	İNŞAAT ÖZELLİKLERİ	40
6.1	Genel şartname	40
6.2	Yapım Metodu statement	41
6.3	Eklem	42
6.3.1	Önerilen Bağlantı Tipi ve Detayı	42
6.3.2	Eklem Düzeni	43
6.3.3	Derz Dolguları	45

## 6.4 Kalite kontrol

45

**TABLO VE ŞEKİL LİSTESİ**

Şekil 1- Döşeme üzerinde yoğunlaşmış kuvvetler olmadan depolarda normal stoklama	9
Şekil 2- Çeşitli yükler için tasarım spesifikasyonunun kontrol edilmesi	10
Tablo 1- Forklift tekerlek yükünün temas alanı	11
Şekil 3- Çeşitli tekerlek yükleri ve karşılık gelen yük için lastik temas alanı (1 inç <sup>2</sup> = 645,2 mm <sup>2</sup> , 1 kip = 4,448 kN)	11
Tablo 2- Forkliftler için temsili aks yükü ve tekerlek aralığı	11
Tablo 3- Çeşitli yükleme türleri için tasarım güvenlik faktörü	12
Şekil 4- Tenördeki döşeme için standart alt kalite modülünü elde etmek için dönüştürme faktörü	13
Tablo 4- Çeşitli zemin türleri için tipik alt zemin modülü	14
Şekil 5- Alt taban kalınlığına dayalı tipik alt sınıf modülü	16
Şekil 6- FR ve CMOD test yükünün tipik grafiği	17
Şekil 7- FRC kirisinin nihai eğilme kapasitesi için hesaplama modeli	18
Şekil 8- Yük tipinin tasarım kontrolüne etkisi	19
Şekil 9- Araç tekerlek yüklemesi için döşeme kalınlığının tahmini	20
Şekil 10- Düzgün yükleme için döşeme kalınlığının tahmini	20
Şekil 11- Araç tekerlek yüklemesi için döşeme kalınlığının tahmini	21
Şekil 12- Konsantre yükün etkisini kontrol etmek için akma çizgisi modeli	22
Şekil 13- Efektif rijitlik yarıçapının tanımı	23
Şekil 14- Depo döşeme levhasında tekerlek ve raf yüklemesinin düzenlenmesi	23
Şekil 15- 3 kg makro sentetik elyaf içerikli FRC için test sonuçları	24
Tablo 5- Hesaba katılmamış taleplerin özeti	39
Şekil 16- Geniş alanlar için örnek yapım yöntemleri	42
Şekil 17- Önerilen kuğu eklemi tipik detayı	43
Şekil 18- Döşeme izolasyon detayları	43
Şekil 19- Eklem aralığı ve düzenlemesi	44
Şekil 20- Betonlama için önerilen yapım sırası	45
Tablo 6- Lif içeriği ölçüm kriterleri	45
Tablo 7- Önerilen inşaat toleransları	46



## 1 GİRİŞ

### 1.1 PROJENİN GENEL TANIMI

Garmsar özel ekonomik bölgesi, Semnan ilindeki Garmsar şehrinin doğusunda yer almaktadır. 47 dönümlük bir alana sahip Aseh Tejarat Asia büyük üretim kompleksi bu bölgenin güney batısında yer almaktadır. Sanayi kompleksi, ticari, üretim tesisleri ve idari ve lojistik alanlar gibi çeşitli bölgeleri içerir.

Kapalı depolar, üretim tesisi, yükleme ve boşaltma alanları, açık depolar, bağlantı yolları, rampalar, yaya yolları, otopark ve yüzey suyu drenaj sistemi için çok geniş alan nedeniyle, müşteri operasyonel amaçlar için en optimum ve iyi performanslı zemin kaplamalarını kullanmaya karar vermiştir. Bir yandan yüksek sıcaklık ve şiddetli rüzgarın hakim olduğu bölgenin özel iklimi, diğer yandan da oldukça yoğun trafik, döşeme ve kaldırımlar için gelişmiş ve yüksek performanslı malzemelerin kullanılmasını gerektirmektedir.

### 1.2 DANIŞMANLIK HİZMETLERİNİN KAPSAMI

Yukarıdaki açıklamaya dayanarak, müşteri yukarıda belirtilen uygulamalar için yüksek performanslı fiber takviyeli beton döşeme kullanmaya karar vermiştir. Bu raporun amacı, çeşitli yükleme ve performans gereksinimlerine sahip farklı tipteki döşemeler için yapısal ve malzeme tasarımı sağlamaktır. Bu rapor aynı zamanda ana inşaat özelliklerini ve kaldırımların inşası için dikkat edilmesi gereken hususları da sağlar.

Rapor, tasarım kriterlerini, yükleme ve çevresel durumu, döşemelerin yapısal analizini ve tasarımını, performans gereksinimlerini ve hususlarını ve son olarak malzemelerin teknik özelliklerini ve inşaat için genel yöntem beyanını sunacaktır.

### 1.3 ANA BELGELER VE ÇERÇEVE

Proje için sağlanması gereken inşaat dokümanı ve minimum bilgiler aşağıdaki gibidir (Bu öğelerden bazıları için kurulum ve inşaat ile ilgili bilgiler için ACI 302.1R'ye bakın).

- Döşeme zemin tasarım kriterleri;
- Taban ve alt temel malzemeleri, hazırlama gereksinimleri ve gerektiğinde buhar geciktirici/bariyer;
- Beton kalınlığı;
- Beton basınç dayanımı veya eğilme dayanımı veya her ikisi;
- Beton karışım oranı gereksinimleri, nihai kuru büzülme gerinim veya her ikisi;
- Birleşim yerleri ve detayları;
- Takviye (tip, boyut ve yer), gerektiğinde;
- Gerektiğinde yüzey işleme;
- Yüzey;
- Toleranslar (taban, alt temel, döşeme kalınlığı ve zemin düzlüğü ve düzlüğü);
- Beton kütleme;

- Derz dolgu malzemesi ve montajı; Özel gömme;
- Test gereksinimleri; ve
- İnşaat öncesi toplantı, kalite güvencesi ve kalite kontrol.

## 2 TESVİYE ÜZERİNE FİBER TAKVİYELİ BETON DÖŞEME İÇİN TASARIM KRİTERLERİ

### 2.1 AÇIKLAMA

Müşterinin bazı ön çalışmalar yaptığı ve tüm proje için tasarım kriterlerini hazırladığı her yerde, tasarım ve performans gereksinimleri için gerekli bilgiler açık olacaktır. Bu proje söz konusu olduğunda, müşteriden bazı bilgiler alınmış ve geri kalanı bu bölümde belirtilen referanslara yönlendirilmiştir.

Tasarım kriterleri aşağıdakileri içermelidir:

- Farklı yükleme tipleri için kullanılan jeoteknik zemin özellikleri;
- Üniform depolama yüklemesi;
- Forklift ve araç yüklemeleri;
- Raf yüklemeleri;
- Hat yükleri;
- Ekipman yükleri;
- Döşeme, rüzgar veya sismik temel kaldırma kuvvetlerine direnmek için kullanıldığında; ve
- Döşeme, yatay bir diyafram olarak kullanıldığında ve eğimli duvarlar, duvar duvarları, istinat duvarlarının üst kısımları ve metal yapı sistemi kolonları nedeniyle yatay kuvvetlere veya her ikisine birden direnmek için kullanıldığında.

### 2.2 İŞVEREN GEREKSİNİMLERİ

Döşeme tasarımcısının önemli bir sorumluluğu, döşeme levhasının gereksinimlerini mal sahibi ile tartışmaktır. Tartışmalar, farklı döşeme tiplerinin avantajlarını ve dezavantajlarını ve bunların mal sahibinin gereksinimleriyle nasıl ilişkili olduğunu içermelidir. Bu tartışmanın gerçekleşmesi önemlidir, böylece mal sahibinin döşeme performansı hakkında makul beklentileri vardır ve seçilen döşeme tipi için gelecekte gerekli bakım gerektirir. Muhtemel döşeme tipi için tartışılması gereken daha önemli beklentilerden bazıları şunlardır:

- Çatlama potansiyeli;
- Çatlak genişliklerini sınırlamak için tasarlanmış plakalar için çatlak genişlikleri;
- Agregaya kilidine karşı kırılmalı bağlantıların kullanımı;
- Eklem bozulması da dahil olmak üzere gelecekteki olası onarımlar;
- Ortak bakım gereksinimleri ve bu bakım için mal sahibinin sorumluluğu;

- Mal sahibinin ihtiyaçlarını karşılamak için zemin düzlüğü ve düzlük gereksinimleri;
- Özellikle düşük nemli ortamlarda zamanla düzlük ve düzlükte meydana gelen değişiklikler;
- Döşemeyi açıkta yerleştirmeye karşı su geçirmez çatı kaplama sistemi yerindeyken döşeme yerleştirmenin avantajları ve dezavantajları;
- Gerekli nem buharı direnci seviyesi; ve
- Eğimli duvar inşaat formu ve geçici destek için bina döşeme levhasını kullanmanın avantajları ve dezavantajları.

### 3 GİRİŞ VERİLERİ

#### 3.1 ZEMİN VE KALDIRIM ÇEŞİTLERİ

Aşağıdaki kaldırım ve döşeme türleri müşteri tarafından tanımlanmıştır:

- I) Büyük rafları olmayan normal yük kaplı depo evleri
- II) Ağır yük kapalı depo evleri ve büyük raf depoları
- III) Üretim holü ve servis tesisleri
- IV) Kamyon yolları ile açık hava depoları
- V) Yollar, yükleme ve boşaltma alanları ve park yeri
- VI) Yaya pistleri

Tip IV ve V hemen hemen aynıdır ve tip VI için geleneksel minimum döşeme tasarımı kullanılacaktır. Bu nedenle, tasarım 4 tip I, II, III ve IV için özelleştirilecektir.

FRC ayrıca drenaj kanalı kaplamaları, beton yeraltı tankları ve hazneleri ve sahadaki diğer bazı mimari veya sivil elemanlar olarak da kullanılabilir. Ancak, tasarımları bu raporun kapsamında değildir.

#### 3.2 YÜKLER

Beton zeminler tipik olarak aşağıdaki yüklerin ve etkilerin bazı kombinasyonlarına maruz kalır:

- Araç tekerlek yükleri;

Dış mekan plakalarının analizi için standart 40 tonluk kamyon ve 90 tonluk treyler kamyonu kullanılacaktır. Trafik bölgeleri için maksimum 16 ton eksen yükü ve 8 ton tekerlek yükü kullanılacaktır.

- Konsantre yükler;

Normal depolar için 5 tona eşit raf için maksimum konsantre yük varsayılmıştır. Forklift tekerlek yükleri için konsantre yükün toplam 4 ton olduğu varsayılmıştır.

- Dağıtık yükler;

Raf bulunmayan normal depolar için depolanan yüklerin yeri için metrekare başına 4 ton ve ağır yükler için metrekare başına 10 ton dağıtılmış yük varsayılmıştır.

- Hat ve şerit yükleri;



Böyle bir yük tanımlanmamıştır. Herhangi bir bölme veya iç duvar hat yükü uygulayabilir.

- Olağandışı yükler;

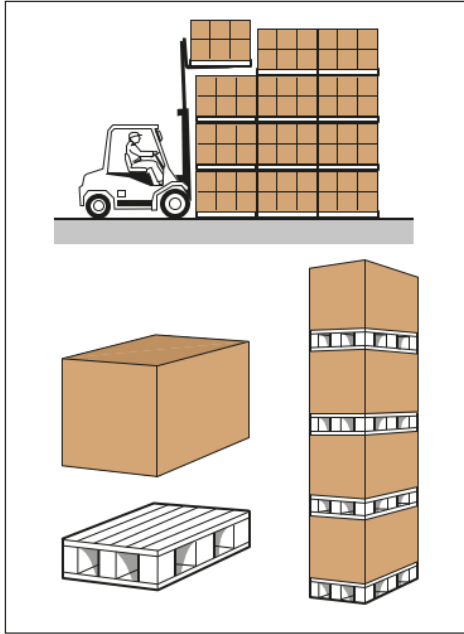
Olağandışı düşen yük durumunun 10 tona eşdeğer olduğu varsayılmıştır.

- İnşaat yükleri; ve

İnşaat yükleri kritik değildir. Tasarıma özgü mukavemet elde edilmeden önce zeminlerin yüklenmediği varsayılır.

- Çevresel etkiler.

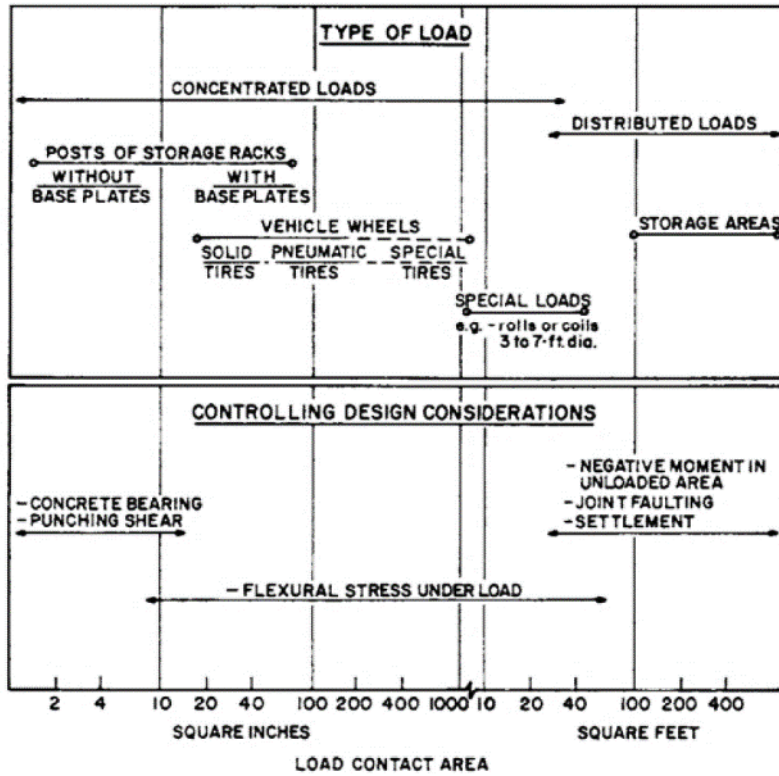
Çevresel yükler sıcaklık değişimlerini içerir. Mevcut verilere ve zeminlerin yapım süresine dayanarak, +25 ve -30 santigrat derece varsayılmıştır.



**Şekil 1- Döşeme üzerinde yoğunlaşmış kuvvetler olmadan depolarda normal stoklama**

Döşemeler, maksimum gerilimi üreten değişkenler göz önünde bulundurularak, bu yüklemelerin en kritik kombinasyonu için tasarlanmalıdır. Şekil 2, çeşitli yükler için en kritik veya kontrol edici tasarım hususlarını seçmek için PCA kılavuzunu sunar. Döşeme kalınlığı, beton dayanımı, alt zemin sertliği ve yükleme gibi bir dizi faktör ilgili olduğundan, kontrol edebilecek çeşitli tasarım hususlarının kapsamlı bir şekilde araştırılması gereken durumlar.

Yapının ömrü boyunca değişen yükler ve inşaat sırasında karşılaşılan yükler gibi diğer potansiyel yük koşulları da dikkate alınmalıdır. Örneğin, günümüzde malzeme taşıma sistemleri binanın hacmini daha iyi kullanmaktadır. Bir zamanlar tek tip yükler olarak kabul edilen istiflenmiş paletler, artık konsantre yükler üreten dar koridorlu palet raflarında depolanabilir.



Şekil 2- Çeşitli yükler için tasarım spesifikasyonunun kontrol edilmesi

Yerdeki levhanın çevresel maruziyeti de bir endişe kaynağıdır. Bu etkiler, alt zemin hacim değişikliklerini (büzülen ve şişen topraklar), nemi azaltacak ekipmana sahip binaları ve sıcaklık değişikliklerini içerir. Bina kapatıldıktan sonra döşeme inşa edilerek termal etkiler en aza indirilebilir, ancak birçok döşeme bina muhafazasından önce yerleştirilir. Bu nedenle, tasarımda geçici çevresel faktörlerin dikkate alınması gerekir gerekmedikçe belirlenmesinde yapım sırası önemlidir. Son olarak, hizmet içi koşullardan kaynaklanan termal etkiler göz önünde bulundurulmalıdır.

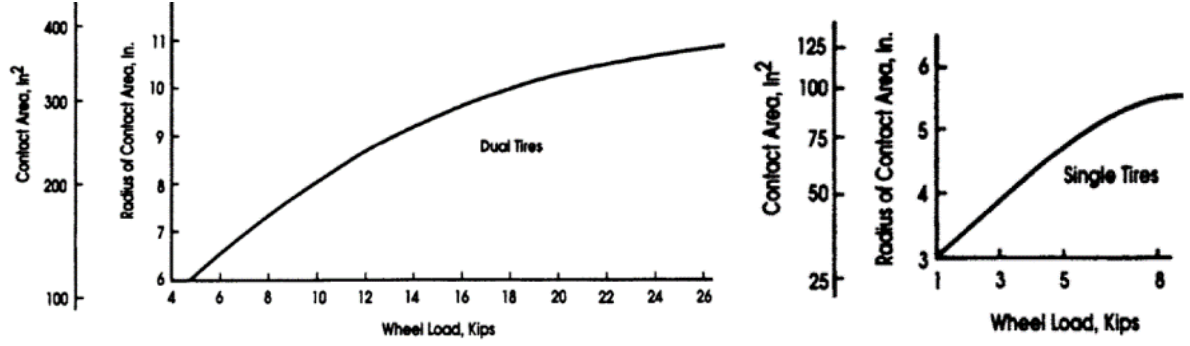
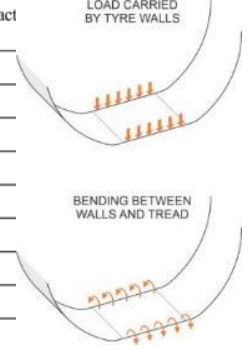
Bir yükün neden olduğu gerilmeleri hesaplamak için, yükün boyutunu ve temas alanının yarıçapını bilmek gerekir. Kamyon tekerleklerinin taban plakaları ve ayak izleri genellikle dikdörtgen olduğundan, önce gerçek temas alanı belirlenir ve buradan eşdeğer dairenin yarıçapı (yani aynı alan) hesaplanır. Pnömatik tekerlek yükleri için temas alanı detaylarının yokluğunda, temas alanı yük ve lastik basıncı kullanılarak hesaplanabilir. Diğer tekerlek türleri için, yük ve temas alanı hakkında bilgi için üreticiye danışılmalıdır.

Bir tekerleğin pnömatik basıncı 0,6 ila 0,8 MPa (~80 ila 120 psi) arasında değişir. Raf ve direk yükü için 120 \* 120 mm'lik bir alan varsayılabilir.

Beton levhaya baskı yapan her bir aks tekerleğinin geleneksel alanı, aşağıdaki örnek tabloda gösterildiği gibi 105 ila 135 mm arasındadır. Bu değer, çeşitli forkliftler için farklıdır ve yük ve lastik basıncına bağlıdır. Yükün yüksekliği de bu parametreyi etkiler. Mevcut tasarım için ortalama 125 mm kullanılmıştır. Dış mekan ve kamyonlar veya treylerler için bu değer 250 mm olarak kabul edilebilir.

Tablo 1- Forklift tekerlek yükünün temas alanı

Tire Type	Load (kN)	Tire Inflation Pressure (kPa)	Calculated Tire Contact Area (mm <sup>2</sup> )	Measured Tire Contact Area (mm <sup>2</sup> )	Equivalent Tire Contact Pressure (kPa)
11R22.5	26.0	520	50,406	36,585	712
	31.0	690	45,000	34,547	898
	41.0	820	50,013	43,389	945
10x20	26.0	689	37,806	35,264	739
	31.0	820	37,815	36,897	840
	36.0	917	39,291	42,406	849
425/65R22.5	26.0	503	51,790	33,858	770
	46.0	696	66,113	54,664	842
	56.0	896	62,531	54,903	1,020

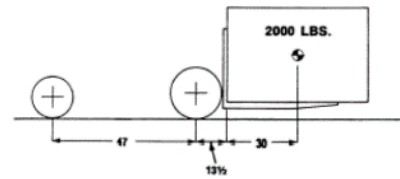


Şekil 3- Çeşitli tekerlek yükleri ve karşılık gelen yük için lastik temas alanı (1 in<sup>2</sup> = 645.2 mm<sup>2</sup>, 1 kip = 4.448kN)

Tablo 2- Forkliftler için temsili aks yükü ve tekerlek aralığı

Truck rated capacity, lb	Total axle load static reaction, lb	Center-to-center of opposite wheel tire, in.
2000	5600 to 7200	24 to 32
3000	7800 to 9400	26 to 34
4000	9800 to 11,600	30 to 36
5000	11,600 to 13,800	30 to 36
6000	13,600 to 15,500	30 to 36
7000	15,300 to 18,100	34 to 37
8000	16,700 to 20,400	34 to 38
10,000	20,200 to 23,800	37 to 45
12,000	23,800 to 27,500	38 to 40
15,000	30,000 to 35,300	34 to 43
20,000	39,700 to 43,700	36 to 53

Notes: Calculate concentrated reaction per tire by dividing the total axle load reaction by the number of tires on that axle. Figures given are for standard trucks. The application of attachments and extended high lifts may increase these values. In such cases, consult the manufacturer. Weights given are for trucks handling the rated loads at 24 in. from load center to face of fork with mast vertical. 1 lb = 0.004448 kN; 1 in. = 25.4 mm.



	Trail	Drive	Total
Empty truck wt.	3640	2650	6290
Weight lifted		2000	2000
Weight transferred	- 1850	+1850	
Loaded truck wt.	1790	6500	8290

$$\frac{2000 \text{ lbs.} \times (13\text{-}1/2 + 30 \text{ in.})}{47 \text{ in.}} = 1850 \text{ lbs. Transferred}$$

Forklift ağırlık yükünün her bir aks için 1 ton (9,96 kN) ve her bir tekerlek için 500 kgf (4,98 kN) olduğu varsayılmaktadır. Eğer araca 4 ton yük yüklenmişse ve bu faktöre bağlı yükün 8 ton olduğu

varsayılırsa, 4 tekerlekli bir kamyon için tekerlek aksına toplam 45.0 kN yük düşer. Normalde yüklerin %80 ila %90'ı ön tekerleklere uygulanır. Bu nedenle, tasarım kontrolü için tekerlek yükünün 40kN olduğu varsayılır. Yük faktörü aşağıdaki tablodan çıkarılmıştır.

**Tablo 3- Çeşitli yüklemeler için tasarım güvenlik faktörü**

Load type	Commonly used factors of safety	Occasionally used factors of safety
Moving wheel loads	1.7 to 2.0	1.4 to 2.0 and greater
Concentrated (rack and post) loads	1.7 to 2.0	Higher under special circumstances
Uniform loads	1.7 to 2.0	1.4 is lower limit
Line and strip loads	1.7	2.0 is conservative upper limit*
Construction loads	1.4 to 2.0	—

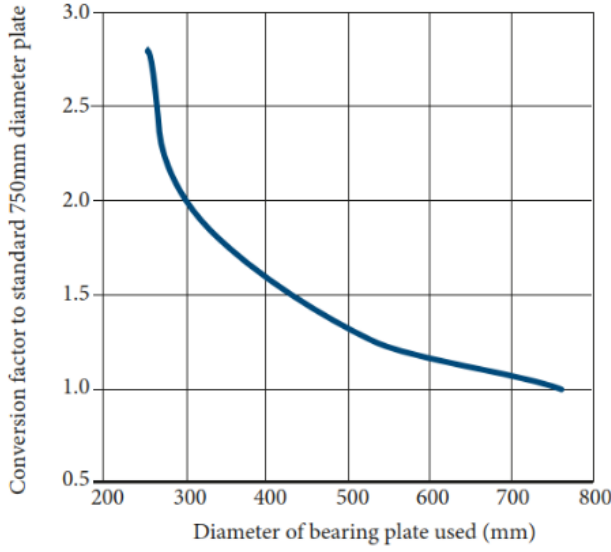
\*Follow appropriate building code requirements when considering a line load to be a structural load due to building function.

### 3.3 YER DESTEĞİ

#### 3.3.1 Alt sınıf modülü

Sahadaki zemin koşullarını incelemek için Eurocode 7 (EN 1997-1[13]) tavsiyelerine uygun bir zemin etüdü yapılmalıdır. Uygun niteliklere sahip bir geoteknik mühendisi araştırmayı planlamalı ve sonuçları yorumlamalıdır. Soruşturmanın kapsamı, görevlendirilmesi ve yürütülmesine ilişkin sorumluluk açıkça belirlenmelidir. Araştırma, yük altında uzun vadeli oturma da dahil olmak üzere döşeme destek sisteminin tasarımı için gerekli tüm parametrelerin bir tahminini içermelidir.

Zemin yapımı için, alt zeminin k değerleri, EN 1997-2'ye [14] uygun olarak plaka taşıma testlerinden doğrulanmalıdır. Daha büyük plakalar daha fazla doğruluk sağlar ve 750 mm çapında bir plaka kullanılması tercih edilir. Diğer yüklem plakası çapları kullanılıyorsa, Şekil 5.1'de gösterildiği gibi bir dönüştürme faktörü kullanmak gerekir. Kullanılan minimum plaka boyutu 300 mm olmalıdır. K değerleri 1,25 mm'lik sabit bir yerleşimde okunmalıdır.



Note: The  $k$  value obtained with the plate used should be divided by the appropriate conversion factor on the y-axis.

#### Şekil 4- Tenördeki döşeme için standart alt kalite modülünü elde etmek için dönüştürme faktörü

Alt zemin düzgün bir destek sağlamalı ve bu nedenle sert ve yumuşak noktalar çıkarılmalı ve mümkün olduğunca çevredeki toprağa uygun özellikler elde etmek için yerleştirilen ve sıkıştırılan malzeme ile değiştirilmelidir. Alt sınıf modülü normalde aşağıdaki parametrelerden etkilenir:

- Nem azaltılmış K
- Hareketli ve dinamik yükler daha yüksek K'ye karşılık gelir

Plaka yükü testi sonuçlarına bağlı olarak aşağıdaki değerler kullanılabilir:

- Üretim holü: 9,28 kg/cm<sup>3</sup>
- Yükleme alanı alanı: 7,41 kg/cm<sup>3</sup>
- 2 Nolu Depo: 16,46 kg/cm<sup>3</sup>

Değerlerin tutarsızlığının yüksek görüldüğüne dikkat çekerek. Geoteknik raporda sunulan K değerleri zemin tasarımı için kullanılamaz. Birincil geoteknik raporda, zemin elastisite modülünün 200 kg/cm<sup>2</sup> ve  $\nu$  değeri 0.3 olduğu önerilmiştir, bu da K değeri 1.0 kg/cm<sup>3</sup>'ten daha az olmaktadır. Bu değer, plaka yük test raporundan çok farklıdır ve jeoteknik mühendisi tarafından çapraz kontrol gerektirir.

Mevcut tasarım için 0,05 ila 0,1 N/mm<sup>3</sup> arasında bir değer kullanılacaktır.

### 3.3.2 Alt Temel ve Membran

Bir alt tabanın aşağıdaki gibi üç ana amacı vardır:

- Yükü döşeme levhasından alt zemine iletmek, böylece yalnızca desteklenen alttaki toprak zeminden destek kalitesini artırmak
- döşeme levhasının inşası için bir seviye oluşumu sağlamak
- inşaat faaliyeti için sağlam bir çalışma platformu sağlamak.

Toprakta sülfat potansiyel saldırıları rapor edildiğinden, alt zeminde en az 15 cm gözenekli yalın beton kullanılması tavsiye edilir.

Su kaynağı ve aşırı nem bildirilmemiştir, ancak alt zeminin üzerinde membran kullanılması önerilir.

### 3.3.3 Zemin destekli bir döşeme için tasarım modeli

Zemin destekli levhalar sal değildir ve yumuşak bölgelere veya düşük kaliteli alt toprağa yayılma kabiliyetine sahip değildir. Yükleme altında saptığı için veya alt toprak, konsolidasyon veya derinlikteki zemin hareketlerinin etkilerinden çöktüğü için alt toprağın şekline uyma eğiliminde olacaktırlar.

Westergaard [24, 25], tasarım konseptinde, bir levhanın, yalnızca dikey olan ve levhanın sapmalarıyla orantılı olan alt zeminden gelen reaksiyonlarla dengede homojen, izotropik elastik bir katı gibi davrandığını varsaydı. Alt zeminin, esnekliği, birim alana dağıtılan ve birim sapma verecek olan kuvvet ile karakterize edilebilen elastik bir ortam olduğu varsayılır. Westergaard, bu toprak karakteristiğini, birimleri N/mm<sup>2</sup>/mm olan 'alt sınıf reaksiyon modülü' k olarak adlandırdı.

Tablo 4- Çeşitli zemin türleri için tipik alt zemin modülü



Major divisions			Group symbols	Typical names	Presumptive bearing capacity,** MPa (tons/ft <sup>2</sup> )	Modulus of subgrade reaction, MPa/m (psi/in.)
Coarse-grained soils more than 50% retained on 75-µm (No. 200) sieve*	Gravels 50% or more of coarse fraction retained on 4.75-mm (No. 4) sieve	Clean gravels	GW	Well-graded gravels and gravel-sand mixtures, little or no fines	0.48 (5)	81 or more (300 or more)
			GP	Poorly graded gravels and gravel-sand mixtures, little or no fines	0.48 (5)	81 or more (300 or more)
		Gravels with fines	GM	Silty gravels, gravel-sand-silt mixtures	0.24 (2.5)	—
			GC	Clayey gravels, gravel-sand-clay mixtures	0.20 (2)	54 to 81 (200 to 300)
	Sands more than 50% of coarse fraction passes 4.75-mm (No. 4) sieve	Clean sands	SW	Well-graded sands and gravelly, sands, little or no fines	0.36 (3.75)	54 to 81 (200 to 300)
			SP	Poorly graded sands and gravelly sands, little or no fines	0.29 (3)	54 to 81 (200 to 300)
		Sands with fines	SM	Silty sands, sand-silt mixtures	0.20 (2)	54 to 81 (200 to 300)
			SC	Clayey, sands, sand-clay mixtures	0.20 (2)	54 to 81 (200 to 300)
Fine-grained soils 50% or more passes 75-µm (No. 200) sieve*	Silts and clays liquid limit 50% or less	ML	Inorganic silts, very fine sands, rock flour, silty or clayey fine sands	0.10 (1)	27 to 54 (100 to 200)	
		CL	Inorganic clays of low to medium plasticity, gravelly clays, sandy clays, silty clays, lean clays	0.10 (1)	27 to 54 (100 to 200)	
		OL	Organic silts and organic silty clays of low plasticity	—	27 to 54 (100 to 200)	
	Silts and clays liquid limit greater than 50%	MH	Inorganic silts, micaceous or diatomaceous fine sands or silts, elastic silts	0.10 (1)	27 to 54 (100 to 200)	
		CH	Inorganic clays of high plasticity, fat clays	0.10 (1)	13.5 to 27 (50 to 100)	
		OH	Organic clays of medium to high plasticity	—	13.5 to 27 (50 to 100)	
Highly organic soils			PT	Peat, muck, and other highly organic soils	—	—

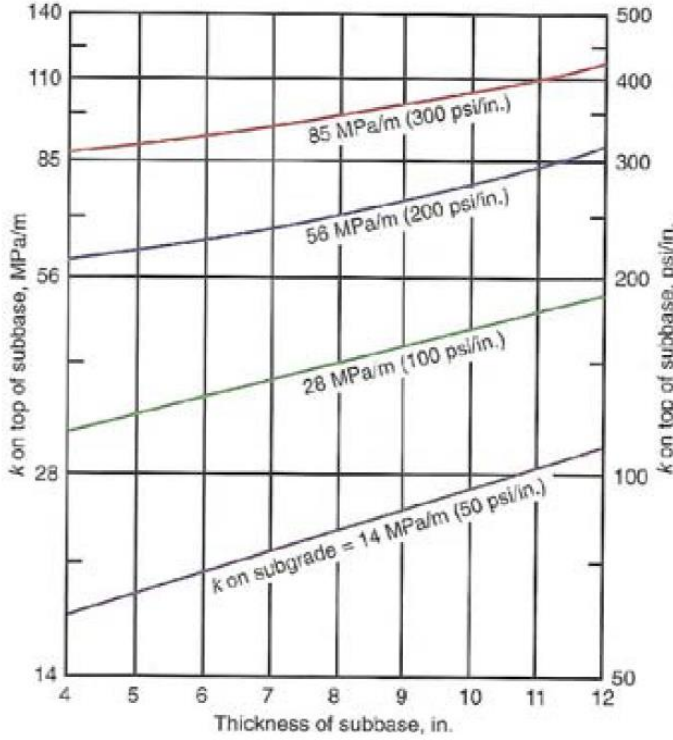
\* Based on the material passing the 75 µm (No. 200) sieve.

\*\* National Building Code, 1976.

Type of soil	Subgrade strength	CBR <sup>2</sup> percent	Design k-value	
			MPa/m	psi/in.
Silts and clays of high compressibility <sup>1</sup> at natural density	Low	2 or less	13.6	50
Silts and clays of high compressibility <sup>1</sup> at compacted density Silts and clays of low compressibility <sup>1</sup> Sandy silts and clays, gravelly silts and clays Poorly graded sands	Average	3	27.1	100
Gravelly soils, well-graded sands, and sand-gravel mixtures relatively free of plastic fines	High	10	54	200

<sup>1</sup> High compressibility is defined as a liquid limit equal to or greater than 50. Low compressibility is a liquid limit less than 50. (Liquid limit determined by ASTM D4318, *Test Method for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils.*)

<sup>2</sup> California Bearing Ratio, ASTM D1883, *Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils.*



Şekil 5- Alt taban kalınlığına dayalı tipik alt sınıf modülü

## 4 LEVHA TASARIMI

### 4.1 BETON İÇİN FIBER TAKVIYE

EN-14889 Beton için Elyaf standardına uygun makrosentetik elyaflar, çatlama sonrası veya artık moment kapasitesi sağlar. Elyaf tedarikçisinin, 0,5 mm'lik (0,47 mm merkezi sapma) bir çatlak ağzı açılma yer değiştirmesinde (CMOD) 1,5 N/mm<sup>2</sup> ve 3,5 mm'lik bir CMOD'da (3,02 mm merkezi sapma) 1,0 N/mm<sup>2</sup>lik kalıntı (çatlama sonrası) f R kalıntı (çatlama sonrası) eğilme mukavemeti elde etmek için elyaf miktarını beyan etmesi gerekir. Bu gereklilik, tasarım gereksinimlerinden daha az olan %30-35'lik bir çatlaklı ve çatlaksız moment direnci oranına eşittir.

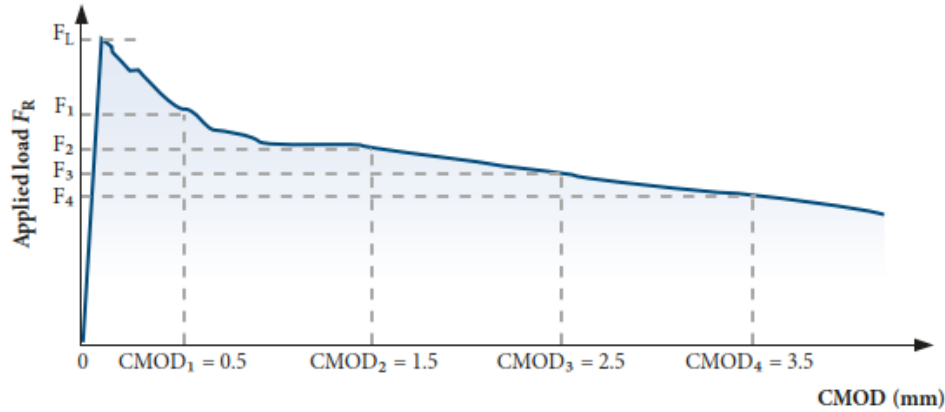
Mikro sentetik lifler çatlama sonrası süneklik sağlamaz. Sertleşmiş betonun çatlamasını kontrol etmezler ve bu nedenle başka bir takviye yerine kullanılamazlar. Tasarım sürecinde dikkate alınmazlar.

### 4.2 MOMENT KAPASİTESİ

EN-14889-1 Beton için lifler, lifin betonun mukavemeti üzerindeki etkisinin, EN-14651 test yönteminde standart bir çentikli kiriş testi kullanılarak EN 14845'e göre belirlenmesini gerektirir. Eğilme çekme mukavemetini ölçmek için 150 mm genişliğinde x 150 mm derinliğindeki numuneler merkezi nokta altında test edilir, 500 mm'lik bir açıklık üzerine yükleme kullanılır. Numuneler, döküm olarak bir yan yüzde 25 mm derinliğinde kesilmiş bir testere ile çentiklenir ve daha sonra gergi yüzündeki çentik ile test edilir. Ya çatlak ağzı açılma yer değiştirmesi (CMOD) (yani çentiğin genişliğindeki artış) ya da merkezi sapma ölçülür ve yük f 0.5, 1.5, 2.5 ve 3.5 mm'lik CMOD'larda



(veya 0.47, 1.32, 2.17 ve 3.02 mm'lik sapmalar) kaydedilir. Bir deney seti en az 12 numuneden oluşmalıdır. CMOD'a karşı uygulanan FR yükünün tipik bir grafiği Şekil 6.1'de gösterilmiştir. Bu grafiğin, gerinim yumuşatması sergileyen tipik bir fiber takviyeli betonun davranışını gösterdiğini unutmayın. Tepe yükü (FL), beton bölümün çatladığı noktada elde edilir ve daha sonra gerinim / çatlak genişliği arttıkça bölümün kapasitesi azalır. F1, FL'den daha düşüktür ve F4, F1'den daha düşüktür. Lif türü ve dozajının belirli kombinasyonları, gerinim sertleştirme davranışı sergileyebilir. Gerinim sertleştirme, F1'in FL'ye eşit veya ondan büyük olduğu ve F4'ün F1'den büyük olduğu çentikli bir kiriş testinde tanımlanır.

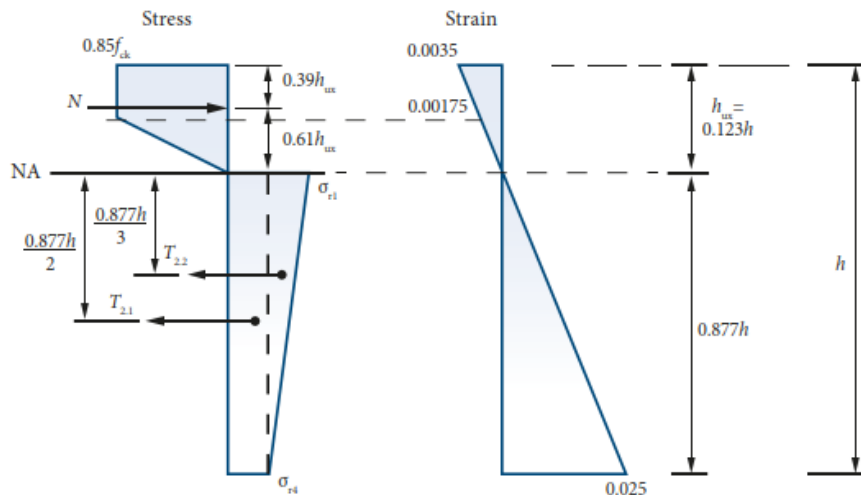


Şekil 6- FR ve CMOD test yükünün tipik grafiği

İki çatlak genişliğinin her biri için ortalama aksenal çekme mukavemetleri dikkate alınır. Bunlar  $\sigma_{r1}$  ve  $\sigma_{r4}$ , CMOD 0.5 mm ve 3.5 mm'ye karşılık gelir. Çatlak derinlikleri kiriş derinliğinin 0.66 ve 0.90'ı olacak şekilde alınır. Aşağıdaki formüller türetilmiştir:

$$\begin{aligned}\sigma_{r1} &= 0.45f_{R1} \\ \sigma_{r4} &= 0.37f_{R4}\end{aligned}$$

$f_{R1}$  = the residual flexural strength at CMOD 0.5  
 $f_{R4}$  = the residual flexural strength at CMOD 3.5.



### Şekil 7- FRC kirişinin nihai eğilme kapasitesi için hesaplama modeli

Döşeme kesitinde, nihai limit durumunda (ULS), çatlağın ucundaki eksenel çekme mukavemetinin  $\sigma_{r1}$  olduğu ve gerilme yüzünde (çatlağın açılması)  $\sigma_{r4}$  olduğu ve iki nokta arasında üçgen bir dağılım olduğu varsayılır.

$$M_u = \frac{h^2}{\gamma_m} (0.29\sigma_{r4} + 0.16\sigma_{r1})$$

#### 4.3 DELME MAKASI

RILEM, kesme kapasitesindeki artışın, artık eğilme mukavemetinin 0,12 katı olduğunu, burada ortalama eğilme mukavemetinin 3 mm'lik bir sapmaya kadar bir yük sapma grafiğinden alındığını öne sürmektedir. Bu sapma, EN 14651'den belirlenen çentikli kirişlerin 3,5 mm'lik CMOD'una eşdeğerdir. Bu rapor için bu değer sadece %50'si alınır ve bu, fr1 ile fr4 ortalamasına uygulanır. Böylece, kesme mukavemetindeki artış şu şekilde verilir:

$$\begin{aligned} v_f &= [0.12 (f_{r1} + f_{r2} + f_{r3} + f_{r4})/4]/2 \\ &= 0.015(f_{r1} + f_{r2} + f_{r3} + f_{r4}) \end{aligned}$$

Böylece, döşeme yük kapasitesi,  $P_p$ , şu şekilde verilir:

$$P_p = (v_{Rd,c} + v_f) \mu_1 d$$

nerede

$$v_{Rd,c} = \frac{0.18k}{\gamma_c} (100\rho_1 f_{ck})^{0.33} \geq 0.035k_s^{1.5} f_{ck}^{0.5}$$

Burada, delme kesme kapasitesinin sadece beton tarafından sağlandığı ve sentetik liflerin etkisinin ihmal edildiği varsayılmaktadır.

#### 4.4 TASARIM KONULARI

Birincil tasarım hedefleri, amaçlanan yükleri taşımak ve yüzey çatlamasını önlemektir. Depolama raflarından, asma katlardan ve malzeme taşıma ekipmanlarından (MHE) yaygın olarak bulunan noktasal yükler için iki nihai mukavemet arıza modu mümkündür: eğme ve delme. Tasarım yük durumu idaresi, yükün türüne ve miktarına bağlıdır. Aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi, farklı yükler beton mesnet ve delme makasının, eğilme gerilmesinin ve mafsal veya sapmaların kontrol edilmesine neden olur.

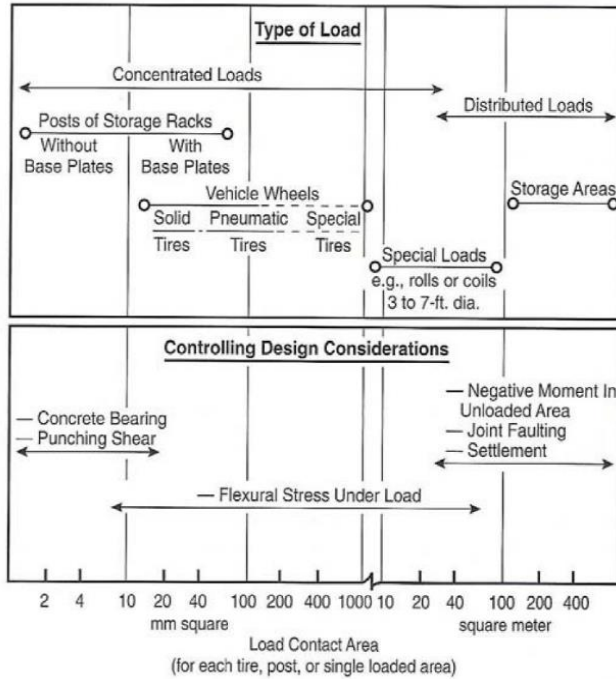
Fiber beton ile zemin destekli döşemelerde kullanılan kısmi güvenlik faktörleri 1.5'tir. Yükler için:

Tanımlanmış raf: 1.2

Diğer: 1.5

Dinamik yükler: 1.6

Malzeme özelliklerine 1.5'lik bir kısmi güvenlik faktörü uygulandığından, UDL'ye veya hat yüküne 1'lik bir kısmi güvenlik faktörü uygulanmalıdır.

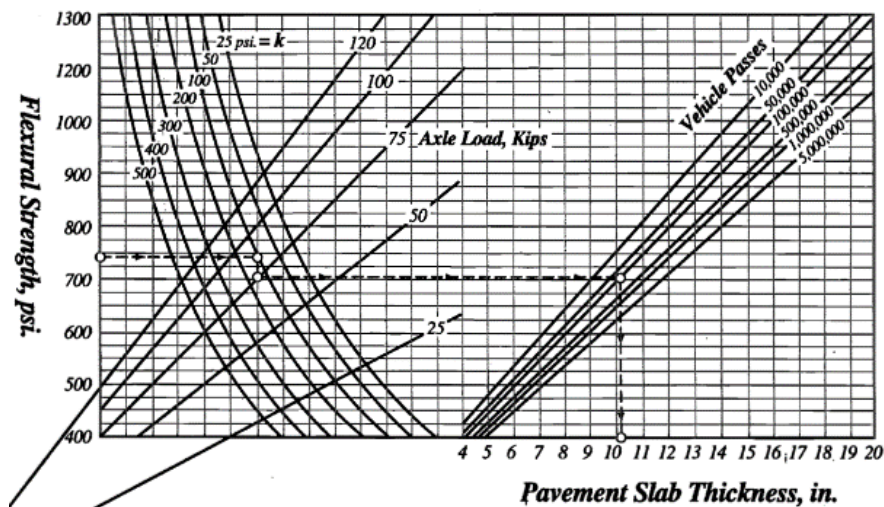


Şekil 8- Yük tipinin tasarım kontrolüne etkisi

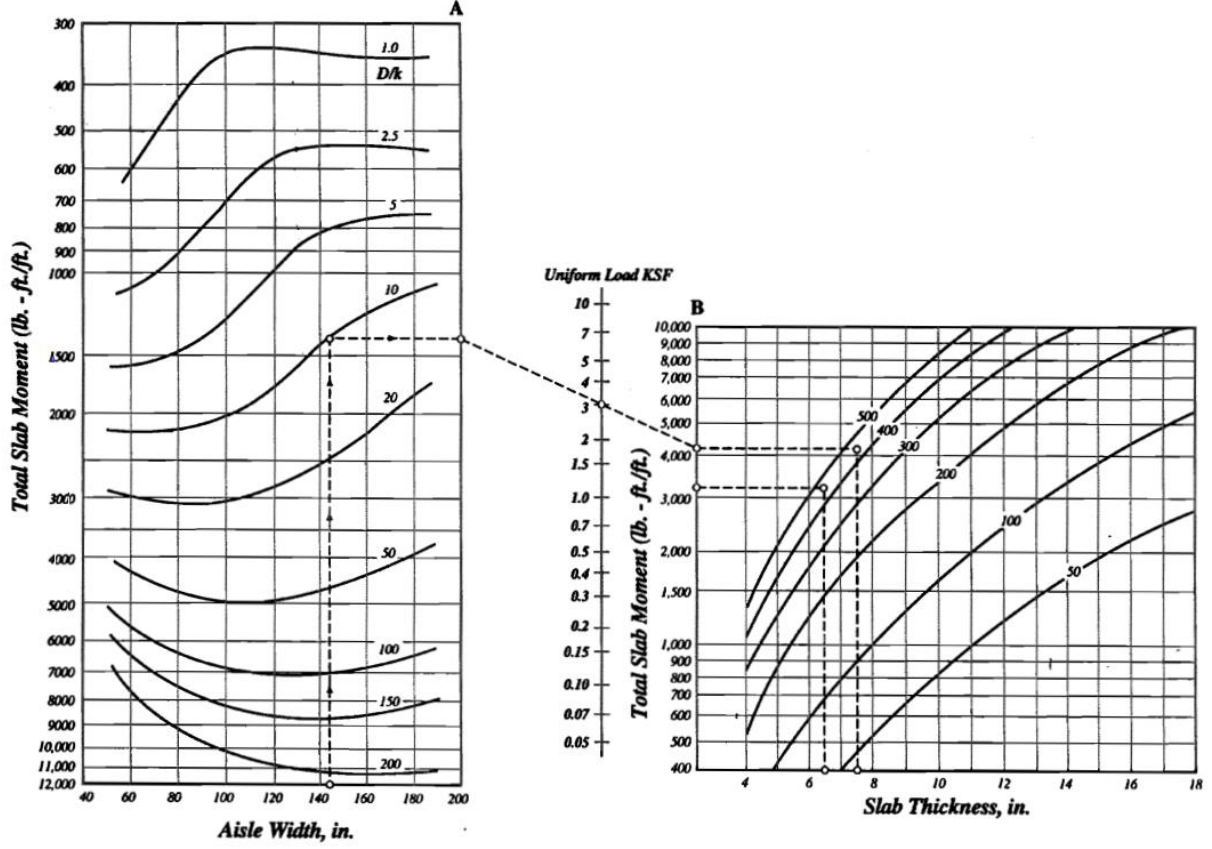
#### 4.5 DÖŞEME KALINLIĞI

Döşeme kalınlığının belirlenmesi normalde tasarım çizelgeleri ile yapılır ve daha sonra tasarım hesaplamaları ile kontrol edilir ve optimize edilir. Döşeme üzerindeki yüklerin etkilerini hesaplamak için bağımsız bir döşeme analizi veya döşeme üzerindeki momenti elde etmek için başka yöntemler kullanıldığında, döşeme kalınlığı hesaplamaları için aşağıdaki grafikler de kullanılabilir. Döşeme yüklemesinden elde edilen birincil veriler bu amaç için kullanılır.

40,0 kN/m<sup>2</sup> ve D/k=10 eşdeğer üniform yük ve 3,5 metrelik koridor genişliği için minimum 150 mm döşeme kalınlığı tahmin edilebilir.

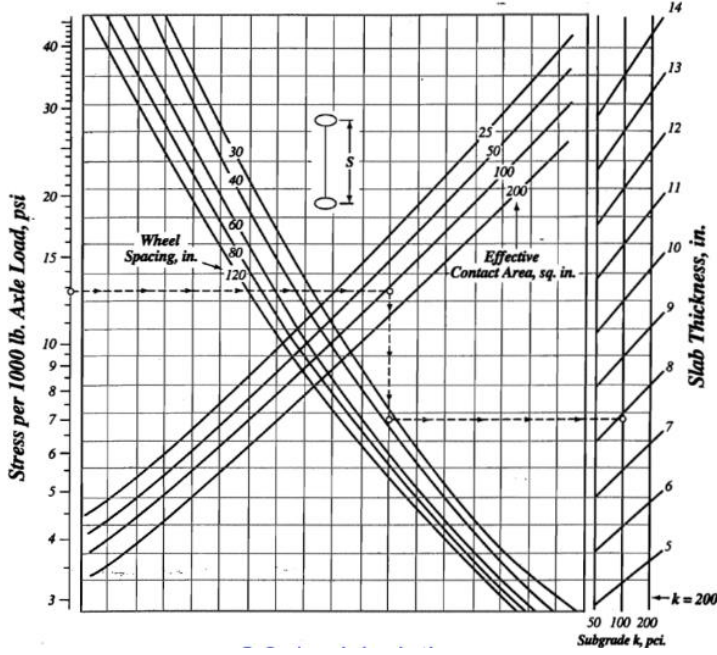


Şekil 9- Araç tekerlek yüklemesi için döşeme kalınlığının tahmini



Şekil 10- Düzgün yükleme için döşeme kalınlığının tahmini

1000.0 lb aks yükü başına gerilme 15.0 psi'ye eşit ve tekerlek aralığı 40.0 inç ve 100.0 inç<sup>2</sup> etkin temas alanı ve 100.0 pci alt sınıf k modülü, 6.3 inç veya 160 mm kalınlık elde edilen araç yükü için elde edilir.



Şekil 11- Araç tekerlek yüklemesi için döşeme kalınlığının tahmini

Endüstriyel zemin kaplamaları için önerilen minimum döşeme kalınlığının 150 mm'den az olmaması önerilmektedir. Yukarıdaki tahminlere dayanarak, döşeme tasarımı için aşağıdaki birincil değerler kullanılacaktır:

- Üretim holü: 180mm (Ekipman temeli ankraj gereksinimleri dikkate alınmadan)
- Yükleme alanı alanı: 200mm
- 1 ila 3 numaralı depo: 160mm

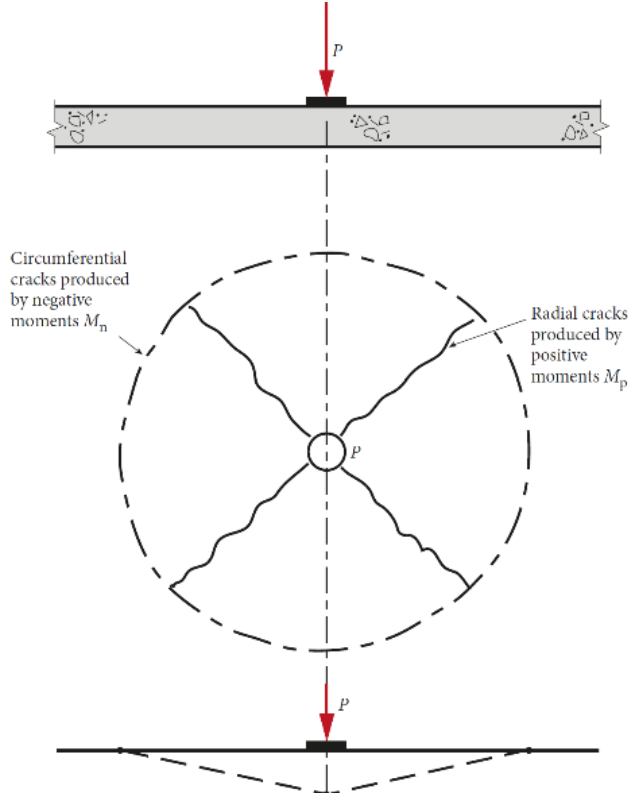
Çeşitli yükler için döşeme kalınlığının kontrolü için hesaplama bu raporda daha sonra sunulmuştur. Treyler ve kamyon trafiğinin bulunduğu açık depo ve bağlantı yolları için minimum tavsiye 200 mm'dir, ancak gerçek yükler altında kontrol edilmelidir.

## 5 DÖŞEME TALEP ANALİZİ

### 5.1 ANALİZ MODELİ

Nihai sınır durumunda (ULS) noktasal yükler altında eğilme için döşeme analizi, plastik davranışı varsaymak için yeterli süneklik gerektiren akma çizgisi teorisine dayanmaktadır. Açık ki, tıkanma momenti kapasitesinin harekete geçirilmesi için sarkma akma hatlarının yeterli dönme kapasitesine ihtiyaç vardır.

Temel bir servis kolaylığı gerekliliği, üst yüzeyde çatlakların önlenmesi olduğundan, döşemenin tıkanma akma çizgileri boyunca eğilme momenti, ULS'ye uygun kısmi güvenlik faktörü olmasına rağmen, betonun tasarım çatlama momenti ile sınırlıdır.



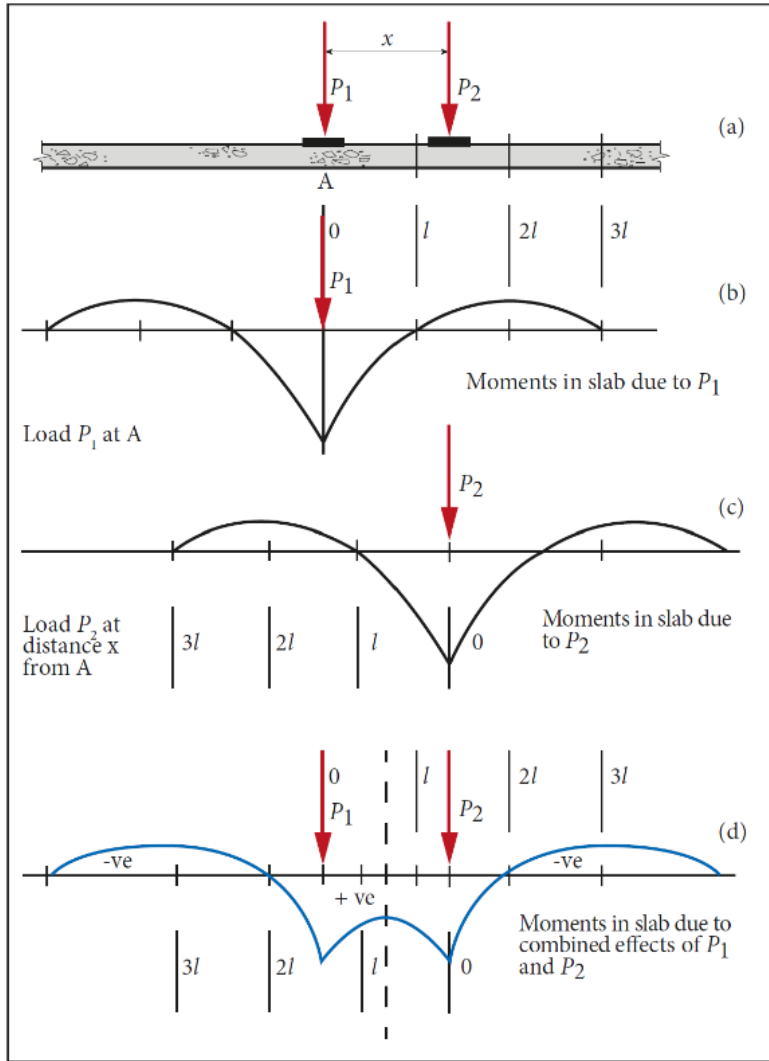
**Şekil 12- Konsantre yükün etkisini kontrol etmek için akma çizgisi modeli**

Konsantre yükler etrafındaki döşemenin delinme makasına karşı tasarım, asılı döşemeler için Eurocode 2'deki yaklaşıma dayanmaktadır. Yükün bir kısmının doğrudan döşemeden zemine aktarılması gerçeğine izin verilir. Çoğu durumda, kritik yükleme durumu, döşeme panelleri arasındaki bağlantıya yakın bir noktasal yüküdür.

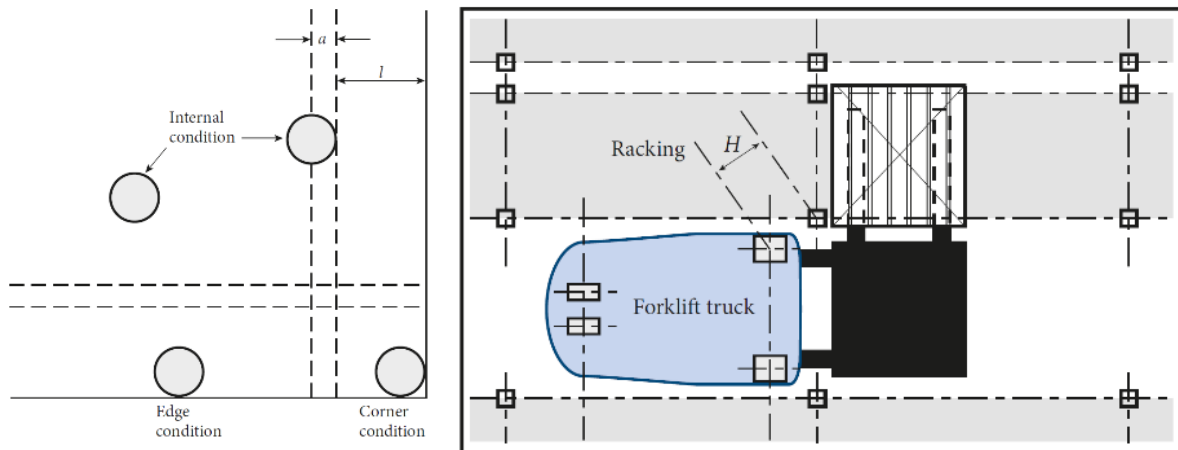
Hat yükleri ve düzgün dağılmış yükler, elastik temel üzerindeki kirişlere atıfta bulunularak elastik bir analiz kullanılarak değerlendirilir.

Kurutma büzülmesi ve yüklerin kombinasyonu için yaklaşım, büzülme kaynaklı gerilmelerin etkisini hesaba katmamak ve beton karışım tasarımına dikkat ederek büzülmeyi en aza indirmek ve alt temel tasarımına ve konstrüksiyonuna dikkat ederek büzülme kısıtlamasını en aza indirmek, kayma membranlarının kullanımı ve derzler arasındaki mesafelerin sınırlandırılması ve zeminin duvarlara bağlanmaması, sütunlar veya diğer sabit elemanlar.





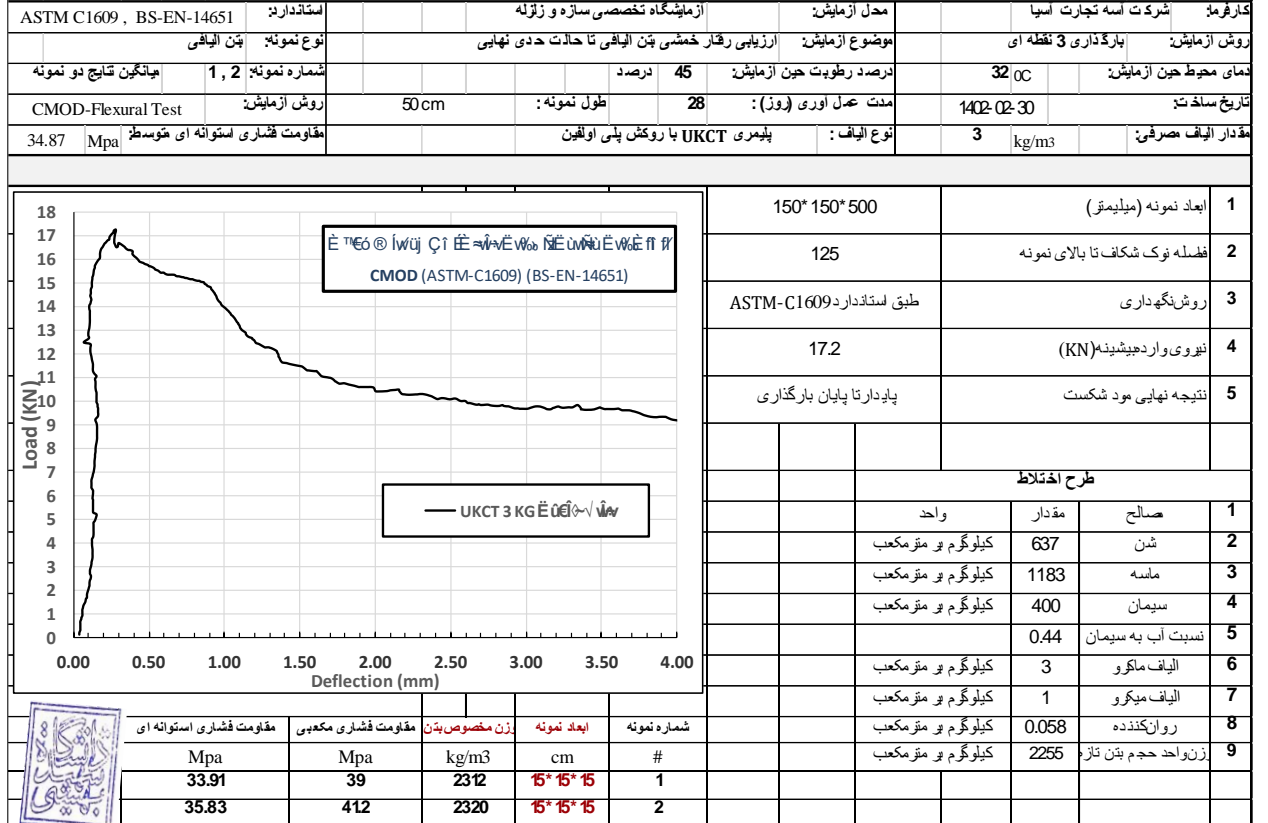
Şekil 13- Efektif rijitlik yarıçapının tanımı



Şekil 14- Depo döşeme levhasında tekerlek ve raf yüklemesinin düzenlenmesi

## 5.2 TASARIM KONTROLÜ İÇİN ANALYSIS

Bu bölüm, tasarım grafiklerinden elde edilen geçici formülasyonlara dayalı olarak döşeme kalınlığının kontrolü için tasarım hesaplamalarını ve ayrıca deneysel test sonuçlarına dayalı olarak FRC bölümlerinin tasarım kontrolü için EN modelini sunar. Bu amaçla kullanılan deneysel veriler, aşağıda gösterildiği gibi müşteri bilgilerine dayanmaktadır. Referans olarak 3 kg/m<sup>3</sup> dozajlı makro fiber kullanılmıştır.

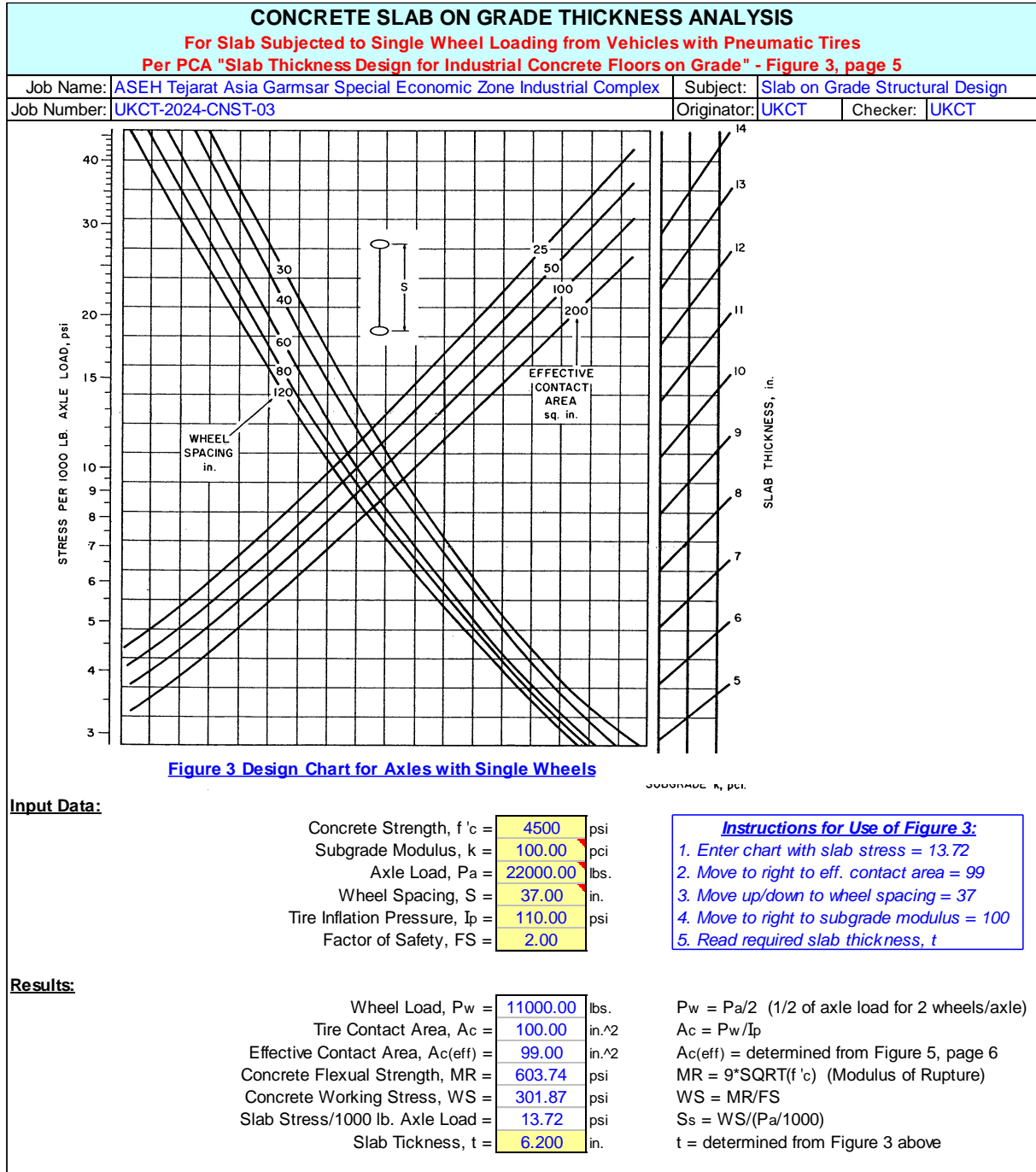


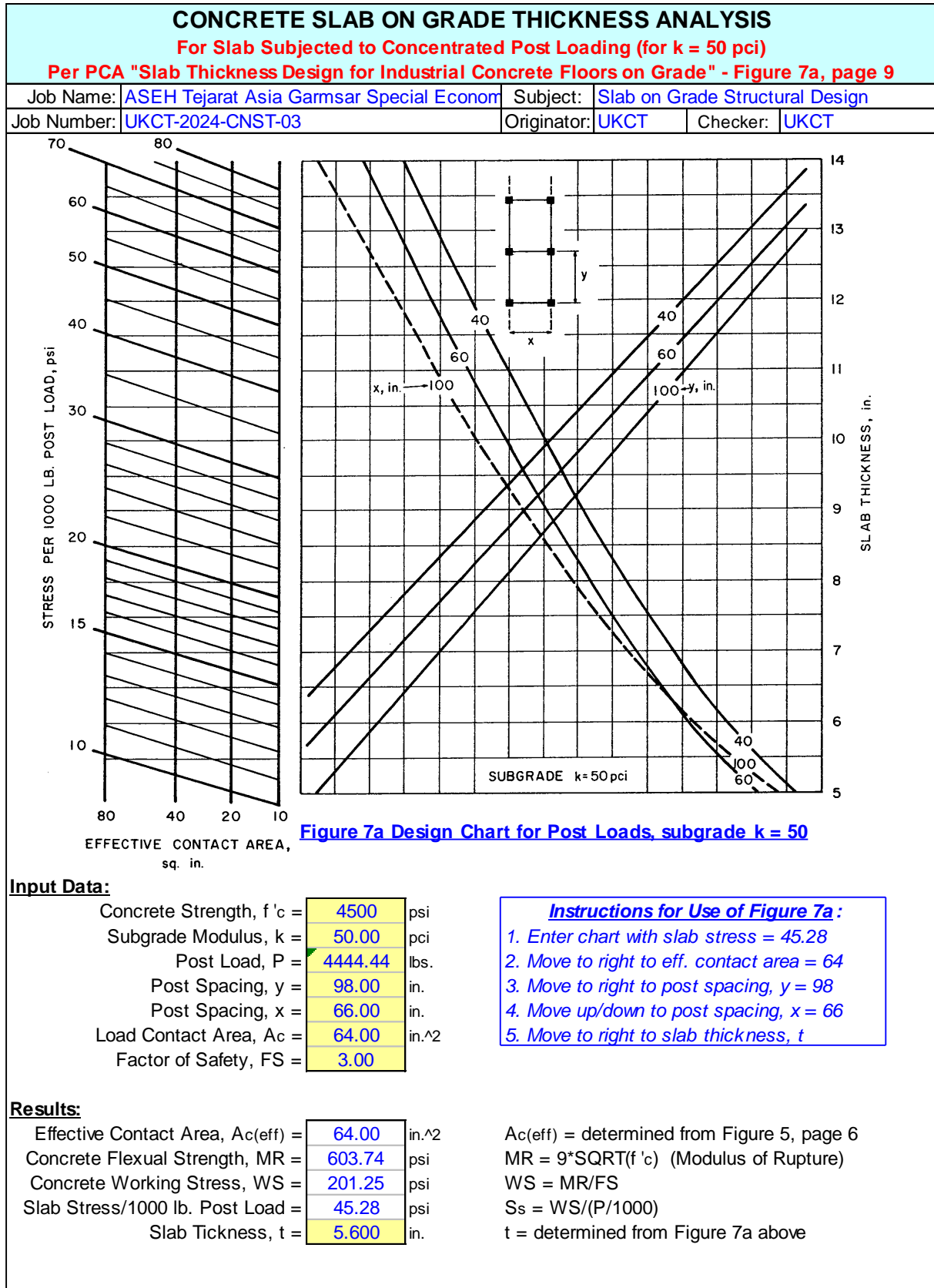
Şekil 15- 3 kg makro sentetik elyaf içerikli FRC için test sonuçları

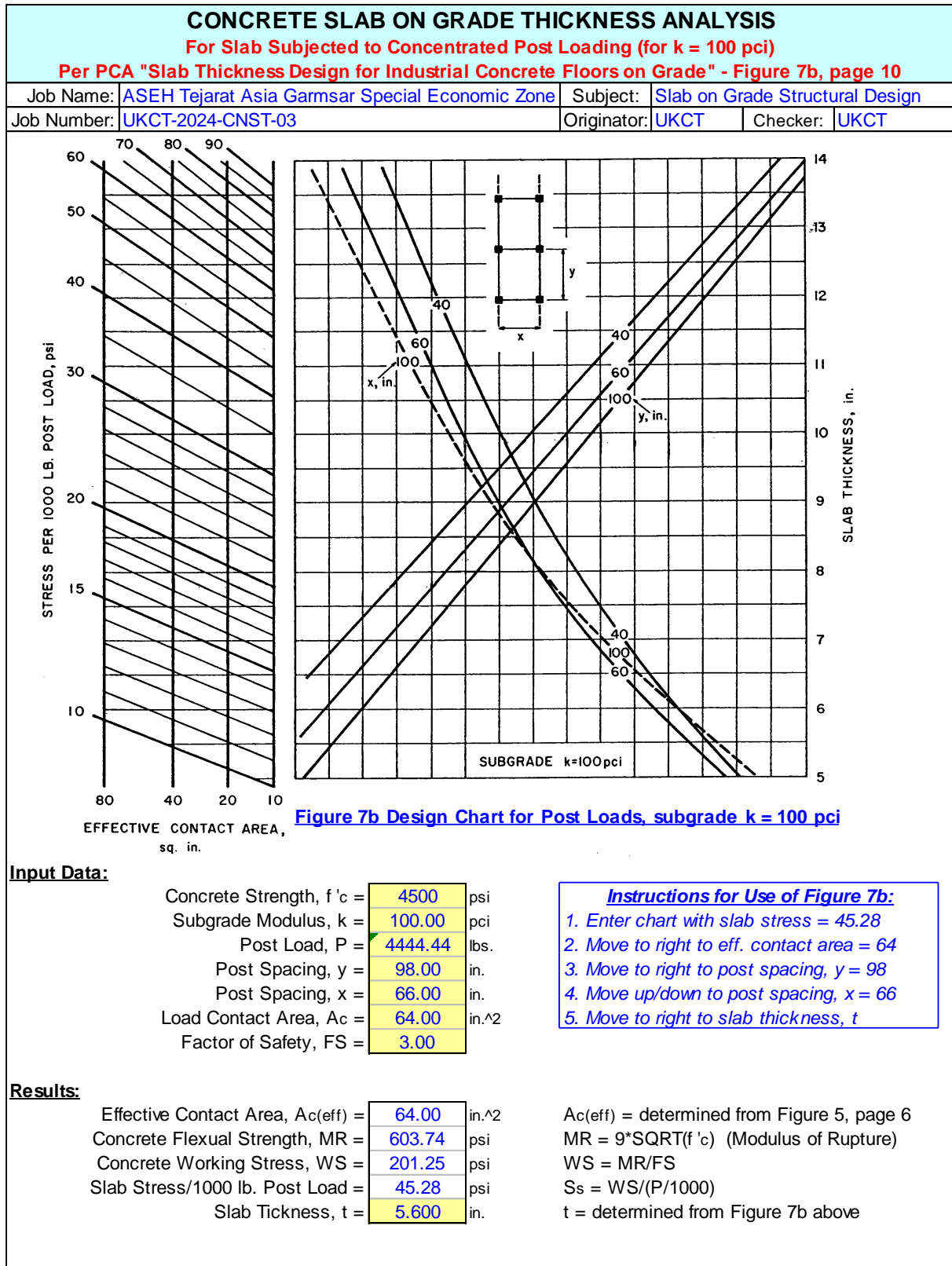
Aşağıdaki elektronik tablolar, tasarım grafiklerini kullanarak Döşeme kalınlığının kontrolünü sunar.



<b>CONCRETE SLAB ON GRADE ANALYSIS</b>			
<b>For Slab Subjected to Interior Concentrated Post or Wheel Loading</b>			
<b>Assuming ACI-360 "Type B" Design - Reinforced for Shrinkage and Temperature Only</b>			
Job Name:	ASEH Tejarat Asia Gamsar Special Economic Zone	Subject:	Slab on Grade Structural Design
Job Number:	UKCT-2024-CNST-03	Originator:	UKCT
		Checker:	UKCT
<b>Input Data:</b>			
Slab Thickness, t =	6.299	in.	
Concrete Strength, f'c =	4500	psi	
Conc. Unit Weight, wc =	150	pcf	
Reinforcing Yield, fy =	60000	psi	
Subgrade Modulus, k =	184.2	pci	
Concentrated Load, P =	8888.89	lbs.	
Contact Area, Ac =	69.75	in.^2	
Factor of Safety, FS =	1.50		
Dowel Bar Dia., db =	0.750	in.	
Dowel Bar Spacing, s =	10.000	in.	
Const. Joint Width, z =	0.2500	in.	
Joint Spacing, L =	20.000	ft.	
Temperature Range, ΔT =	40.00	deg.	
Increase for 2nd Wheel, i =	15	%	
<b>Results:</b>			
<b>Check Slab Flexural Stress:</b>			
Effective Load Radius, a =	4.712	in.	(assuming unreinforced slab with interior load condition)
Modulus of Elasticity, Ec =	4066840	psi	$a = \sqrt{Ac/\pi}$
Modulus of Rupture, MR =	603.74	psi	$Ec = 33 \cdot wc^{1.5} \cdot \sqrt{f'c}$
Cracking Moment, Mr =	3.99	ft-k/ft.	$MR = 9 \cdot \sqrt{f'c}$
Poisson's Ratio, μ =	0.15		$Mr = MR \cdot (12 \cdot t^2 / 6) / 12000$ (per 1' = 12" width)
Radius of Stiffness, Lr =	26.190	in.	$\mu = 0.15$ (assumed for concrete)
Equivalent Radius, b =	4.420	in.	$Lr = (Ec \cdot t^3 / (12 \cdot (1 - \mu^2) \cdot k))^{0.25}$
1 Load: fb1(actual) =	294.61	psi	$b = \sqrt{1.6 \cdot a^2 + t^2} - 0.675 \cdot t$ , for $a < 1.724 \cdot t$
2 Loads: fb2(actual) =	338.80	psi	$fb1(actual) = 3 \cdot P \cdot (1 + \mu) / (2 \cdot \pi \cdot t^2) \cdot (\ln(Lr/b) + 0.6159)$ (Ref. 1)
Fb(allow) =	402.49	psi	$fb2(actual) = fb1(actual) \cdot (1 + i / 100)$
			$Fb(allow) = MR / FS$ <b>Fb(allow) &gt;= fb(actual), O.K.</b>
<b>Check Slab Bearing Stress:</b>			
fp(actual) =	127.44	psi	(assuming working stress) (Ref. 4)
Fp(allow) =	2535.70	psi	$fp(actual) = P / Ac$
			$Fp(allow) = 4.2 \cdot MR$ <b>Fp(allow) &gt;= fp(actual), O.K.</b>
<b>Check Slab Punching Shear Stress:</b>			
bo =	33.407	in.	(assuming working stress) (Ref. 4)
fv(actual) =	24.08	psi	$bo = 4 \cdot \sqrt{Ac}$ (assumed shear perimeter)
Fv(allow) =	163.01	psi	$fv(actual) = P / (t \cdot (bo + 4 \cdot t))$
			$Fv(allow) = 0.27 \cdot MR$ <b>Fv(allow) &gt;= fv(actual), O.K.</b>
<b>Shrinkage and Temperature Reinf.:</b>			
Friction Factor, F =	1.50		(assuming subgrade drag method) (Ref. 3)
Slab Weight, W =	78.74	psf	$F = 1.5$ (assumed friction factor between subgrade and slab)
Reinf. Allow. Stress, fs =	45000	psi	$W = wc \cdot (t / 12)$
As =	0.026	in.^2/ft.	$fs = 0.75 \cdot fy$
			$As = F \cdot L \cdot W / (2 \cdot fs)$
(continued)			
<b>Determine Estimated Crack Width:</b>			
Slab-base Frict. Adjust., C =	1.00		(assuming no use of stabilized or granular subbase)
Thermal Expansion, α =	0.0000055	in./in./deg	$C = 1.0$ (assumed value for no subbase)
Shrinkage Coefficient, ε =	0.0003	in./in.	$\alpha = 5.5 \cdot 10^{-6}$ (assumed thermal expansion coefficient)
Est. Crack Width, ΔL =	0.1248	in.	$\epsilon = 3.5 \cdot 10^{-4}$ (assumed coefficient of shrinkage)
			$\Delta L = C \cdot L \cdot 12 \cdot (\alpha \cdot \Delta T + \epsilon)$







<b>CONCRETE SLAB ON GRADE THICKNESS ANALYSIS</b>			
<b>For Slab Subjected to Concentrated Post Loading (for k = 200 pci)</b>			
<b>Per PCA "Slab Thickness Design for Industrial Concrete Floors on Grade" - Figure 7c, page 11</b>			
Job Name:	ASEH Tejarat Asia Garmsar Special Econom	Subject:	Slab on Grade Structural Design
Job Number:	UKCT-2024-CNST-03	Originator:	UKCT
		Checker:	UKCT

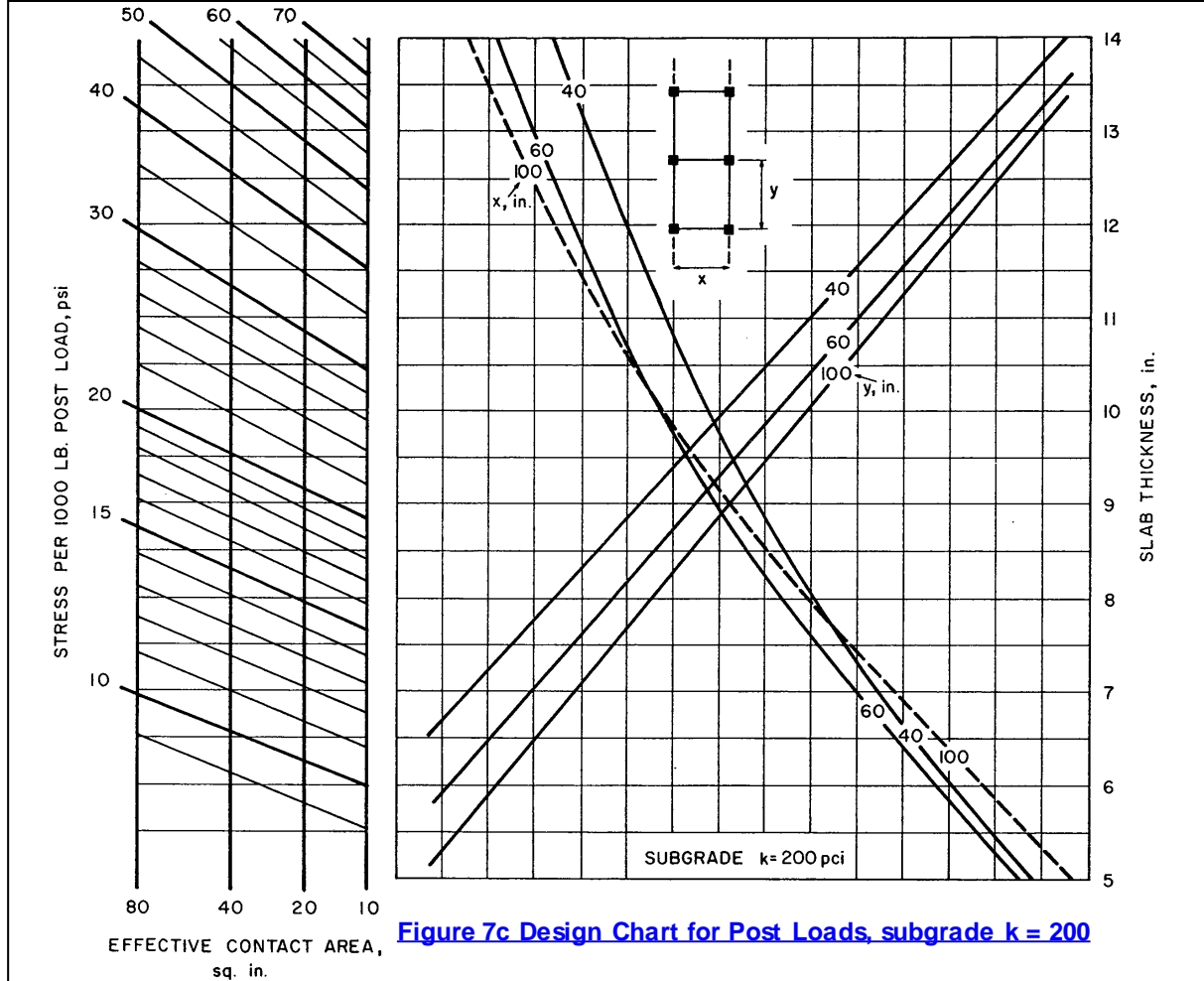


Figure 7c Design Chart for Post Loads, subgrade k = 200

**Input Data:**

Concrete Strength, f'c =	4500	psi
Subgrade Modulus, k =	200.00	pci
Post Load, P =	4444.44	lbs.
Post Spacing, y =	98.00	in.
Post Spacing, x =	66.00	in.
Load Contact Area, Ac =	64.00	in. <sup>2</sup>
Factor of Safety, FS =	3.00	

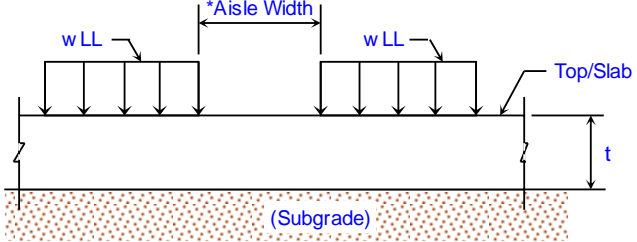
**Instructions for Use of Figure 7c:**

1. Enter chart with slab stress = 45.28
2. Move to right to eff. contact area = 64
3. Move to right to post spacing, y = 98
4. Move up/down to post spacing, x = 66
5. Move to right to slab thickness, t

**Results:**

Effective Contact Area, Ac(eff) =	64.00	in. <sup>2</sup>
Concrete Flexural Strength, MR =	603.74	psi
Concrete Working Stress, WS =	201.25	psi
Slab Stress/1000 lb. Post Load =	45.28	psi
Slab Thickness, t =	5.600	in.

Ac(eff) = determined from Figure 5, page 6  
 MR = 9\*SQRT(f'c) (Modulus of Rupture)  
 WS = MR/FS  
 Ss = WS/(P/1000)  
 t = determined from Figure 7c above

CONCRETE SLAB ON GRADE ANALYSIS			
For Slab Subjected to Stationary Uniformly Distributed Live Loads			
Job Name:	ASEH Tejarat Asia Garmsar Special Economi	Subject:	Slab on Grade Structural Design
Job Number:	UKCT-2024-CNST-03	Originator:	UKCT
		Checker:	UKCT
<b>Input Data:</b>			
Slab Thickness, t =	6.000	in.	
Concrete Strength, f 'c =	4500	psi	
Subgrade Modulus, k =	368.4	pci	
Factor of Safety, FS =	2.000		
Uniform Live Load, wLL =	1600.00	psf	
			
<b>Concrete Slab on Grade with Uniform Loads</b>			
<p>*Note: in an unjointed aisleway between uniformly distributed load areas, negative bending moment in slab may be up to twice as great as positive moment in slab beneath loaded area. Allowable uniform load determined below is based on critical aisle width and as a result, there are no restrictions on load layout configuration or uniformity of loading.</p>			
<b>Results:</b>			
<b>Design Parameters:</b>			
Modulus of Rupture, MR =	603.74	psi	MR = 9*SQRT(f 'c)
Allow. Bending Stress, Fb =	301.87	psi	Fb = MR/FS
Modulus of Elasticity, Ec =	3823676		Ec = 57000*SQRT(f 'c)
Poisson's Ratio, μ =	0.15		μ = 0.15 (assumed for concrete)
Radius of Stiffness, Lr =	20.91	in.	Lr = (Ec*t^3/(12*(1-μ^2)*k))^0.25
Critical Aisle Width, Wcr =	3.85	ft.	Wcr = (2.209*Lr)/12
<b>Stationary Uniformly Distributed Live Loads:</b>			
wLL(allow) =	1871.65	psf	wLL(allow) = 257.876*Fb*SQRT(k*t/Ec)
<b>wLL(allow) &gt;= wLL, O.K.</b>			
<b>Reference:</b>			
1. "Concrete Floor Slabs on Grade Subjected to Heavy Loads" Army Technical Manual TM 5-809-12, Air Force Manual AFM 88-3, Chapter 15 (1987)			
2. "Slab Thickness Design for Industrial Concrete Floors on Grade" (IS195.01D) by Robert G. Packard (Portland Cement Association, 1976)			
<b>Comments:</b>			

Yukarıdaki grafikler, tekerlek konsantre yükü, raf konsantre yükü ve düzgün dağıtılmış yük dahil olmak üzere çeşitli yük durumları altında kalınlığı kontrol eder. Aşağıdakiler, talep ve kapasite hesaplamaları dahil olmak üzere FRC için hesaplamaları göstermektedir.



FRC levhası için kapasite hesaplaması:

<b>FIBER REINFORCED CONCRETE SLAB ON GRADE ANALYSIS</b>			
<b>For Slab Subjected to Interior Concentrated Post or Wheel Loading</b>			
<b>Criteria: ACI-544 FRC Design and ACI-360 Slab on Grade Design and TR-34 Concrete industrial Ground Floor</b>			
Job Name:	ASEH Tejarat Asia Garmsar Special Economic Zone Industrial Complex	Subject:	Slab on Grade Design
Job Number:	UKCT-2024-CNST-03	Originator:	UKCT
		Checker:	UKCT
<b>Laboratory Input Data:</b>		<b>fcm&lt;50MPa</b>	<b>EN-14651 Notched Beam Test</b>
Characteristic Compressive Cube Strength, $f_{ck}$ =	37.50 MPa	h	160 mm
Characteristic Compressive Cylindrical Strength, $f_{ck}$ =	30 MPa	b	1000 mm
Mean Compressive Cylindrical Strength, $f_{cm}$ =	38.00 MPa	fr1	3.87 Mpa
Design concrete cylinder compressive strength, $f_{cd}$ =	20.00 MPa	fr4	2.50 Mpa
Mean Axial Tensile Strength, $f_{ctm}$ =	2.90 MPa	$\gamma_m$	1.5
Flexural Tensile Strength, $f_{ctd}$ =	2.80 MPa	hux	19.68 mm
Applied load at stage R=1, $F_{R1}$ =	12100 N	hc	140.32 mm
Applied load at stage R=4, $F_{R4}$ =	7800 N	eft	0.02494 <.025
Applied stress at stage R=1, $f_{R1}$ =	3.87 Mpa	efc	0.00350 >.00175 but <0.0035
Applied stress at stage R=4, $f_{R4}$ =	2.50 Mpa	fcd	17 Mpa
Test beam Loading span, l =	500 mm	$\sigma_1$	1.74 Mpa
Test beam width, b =	150 mm	$\sigma_4$	0.92 Mpa
Section Thickness, h =	150 mm	$\sigma_5$	0.93 Mpa
Depth of the section to the tip of the notch, $h_{sp}$ =	125 mm	d1	9.84 mm
Sigma R1, $\sigma_{R1}$ =	1.74 Mpa	d2	9.84 mm
Sigma R4, $\sigma_{R4}$ =	0.92 Mpa	N1	83.68 kN
Partial Factor of Safety, $\gamma_m$ =	1.5	N2	167.20 kN
Ultimate sagging (positive) moment capacity, $M_{np}$ =	8.20 kNm/m	T1	86.57 kN
Ultimate sagging (Negative) moment capacity, $M_{up}$ =	10.50 kNm/m	T2	38.21 kN
Ultimate sagging (Plain Concrete) moment capacity, $M_{np}$ =	70.00 kNm/m	T3	0.00 kN
Moment capacity of strain softening behavior		Mu	10.86 kNm/m
<b>Material/Geotechnical/Loading Input Data:</b>			
Short-term modulus of elasticity of the concrete, $E_c$ =	28972.75 Mpa		
Secant modulus of elasticity of the concrete, $E_{cm}$ =	32836.57 Mpa		
Poisson's ratio, $\nu$ =	0.20		
Modulus of subgrade reaction, k =	0.05 Mpa/mm		
Equivalent radius of contact area of the load, a =	200 mm		
Radius of relative stiffness, l =	695.14 mm		
a/l =	0.29		
Slab thickness, h =	160 mm		
Maximum Wheel Load, $F_w$ =	20 kN		
Wheel Load Factor, $\gamma F_w$ =	2		
Maximum Concentrated Rack (Post) Load, FR =	20 kN		
Concentrated Rack (Post) Load Factor, $\gamma FR$ =	2		
Maximum Distributed Load, $F_w$ =	20 kN/m <sup>2</sup>		
Distributed Load Factor, $\gamma FR$ =	2		
<b>Capacity Calculation:</b>		<b>Design Check Based on Yield Line Method:</b>	
For an internal load with:			
a/l = 0:	Ultimate design point load capacity, $M_{up}$ =	117.48 kNm	Wheel Load => OK
a/l ≥ 0.2:	Ultimate design point load capacity, $M_{up}$ =	259.89 kNm	Concentrated Rack Load => OK
For a free edge load with:			
a/l = 0:	Ultimate design point load capacity, $M_{up}$ =	45.77 kNm	Distributed Load => OK
a/l ≥ 0.2:	Ultimate design point load capacity, $M_{up}$ =	113.26 kNm	
For a free corner load with:			
a/l = 0:	Ultimate design point load capacity, $M_{up}$ =	16.40 kNm	
a/l ≥ 0.2:	Ultimate design point load capacity, $M_{up}$ =	46.04 kNm	

Şunlar için talep hesaplamaları:

Dağıtılmış yük:



**BEAM/SLAB ON ELASTIC FOUNDATION ANALYSIS**  
**For Soil Supported Beam/Slab, Combined Footing, Slab Strip or Mat Strip**  
**of Assumed Finite Length with Both Ends Free**

Job Name:	ASEH Tejarat Asia Garmsar Special Econom	Subject:	Slab on Grade Design
Job Number:	UKCT-2024-CNST-03	Originator:	UKCT
		Checker:	UKCT

**Input Data:**

**Beam/Slab Data:**

Length, L = 5.0000 m  
 Width, B = 1.0000 m  
 Thickness, T = 0.1600 m  
 Modulus, E = 25742.96 MPa  
 Subgrade, ks = 66825.00 kN/m<sup>3</sup>

**Beam/Slab Loadings:**

**Full Uniform:**  
w = 3.6800 kN/m

Distributed:	Start		End	
	b (m)	wb (kN/m)	e (m)	we (kN/m)
#1:	2.0000	20.0000	4.0000	20.0000
#2:				
#3:				
#4:				
#5:				
#6:				

**Point Loads:**

	a (m)	P (kN)
#1:		
#2:		
#3:		
#4:		
#5:		
#6:		
#7:		
#8:		
#9:		
#10:		
#11:		
#12:		

**Moments:**

	c (m)	M (kN-m)
#1:		
#2:		
#3:		
#4:		

**Nomenclature**

**Results:**

**Beam/Slab Flexibility Criteria:**

for  $\beta^*L \leq \pi/4$  beam is rigid  
 for  $\pi/4 < \beta^*L < \pi$  beam is semi-rigid  
 for  $\beta^*L \geq \pi$  beam is flexible  
 for  $\beta^*L \geq 6$  beam is semi-infinite long

Inertia, I = 0.00034 m<sup>4</sup> I = B\*T<sup>3</sup>/12  
 $\beta = 1.174$   $\beta = ((ks*B)/(4*E*I))^{1/4}$   
 $\beta^*L = 5.871$   $\beta^*L = \text{Flexibility Factor}$

Beam is flexible

**Max. Shears and Locations:**

+V(max) = 4.69 kN @ x = 2.00 m  
 -V(max) = -4.00 kN @ x = 4.00 m

**Max. Moments and Locations:**

+M(max) = 2.11 kN-m @ x = 3.15 m  
 -M(max) = -1.03 kN-m @ x = 1.35 m

**Max. Deflection and Location:**

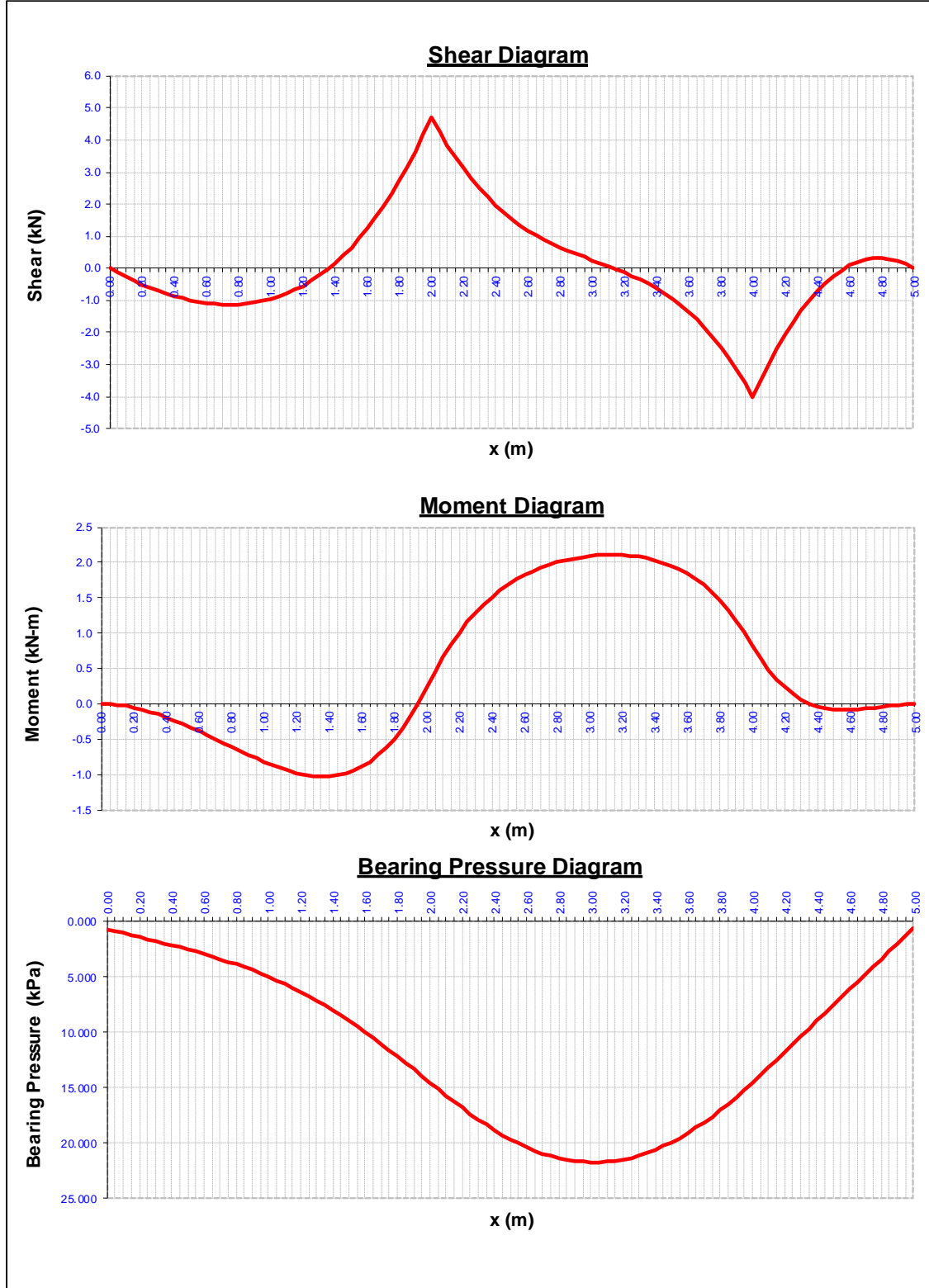
$\Delta(\text{max}) = -0.327$  mm @ x = 3.00 m

**Soil Pressures, Locations, and %Brg. Area:**

Q(max) = 21.852 kPa @ x = 3.00 m  
 Q(min) = 0.668 kPa @ x = 5.00 m  
 %Brg. Area = 100.00 %

**Comments:**

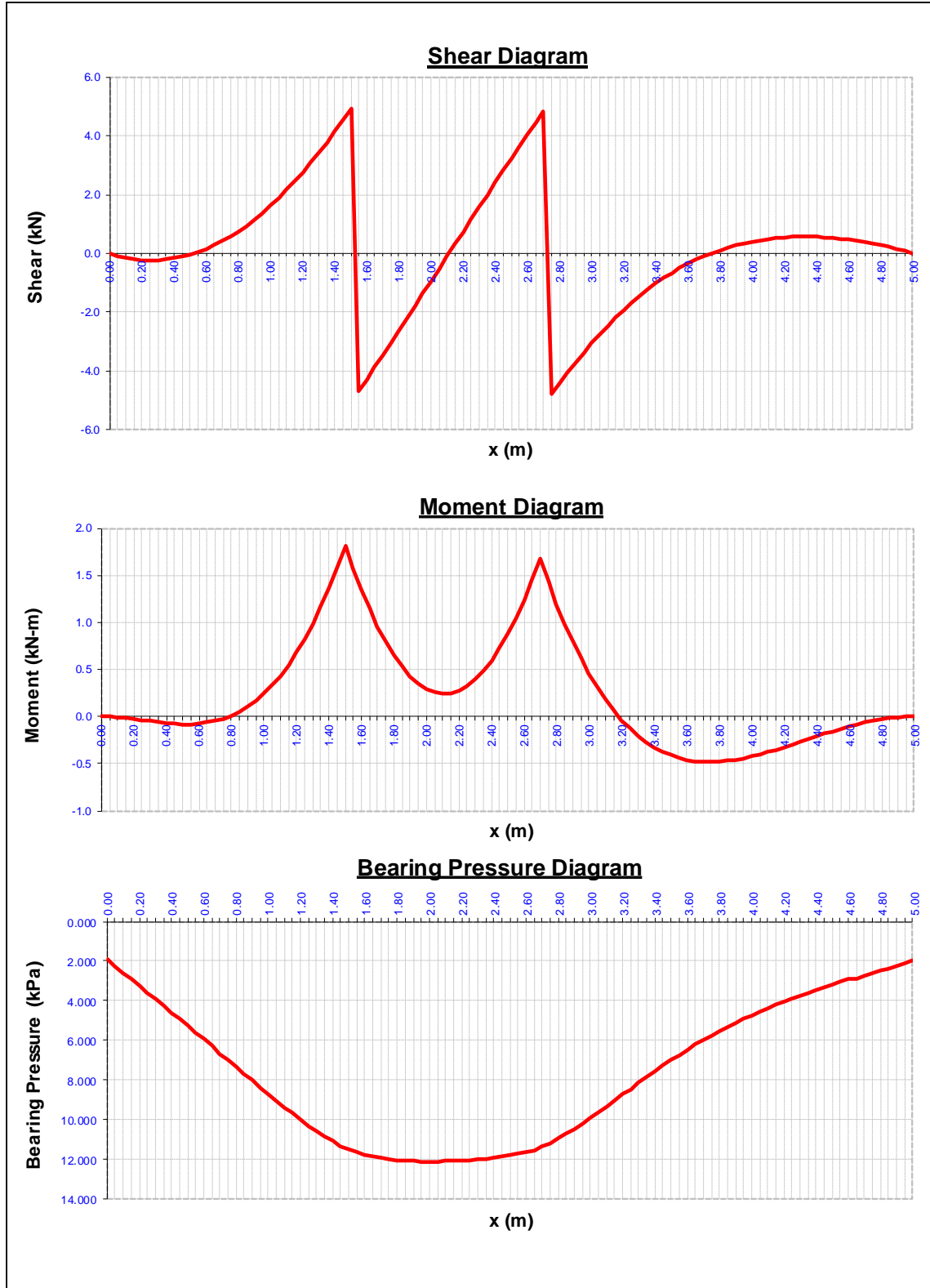
Dağıtılmış yük:



Tekerlek yükü:

BEAM/SLAB ON ELASTIC FOUNDATION ANALYSIS				
For Soil Supported Beam/Slab, Combined Footing, Slab Strip or Mat Strip of Assumed Finite Length with Both Ends Free				
Job Name:	ASEH Tejarat Asia Garmsar Special Econom	Subject:	Slab on Grade Design	
Job Number:	UKCT-2024-CNST-03	Originator:	UKCT	
		Checker:	UKCT	
<b>Input Data:</b>				
<b>Beam/Slab Data:</b>				
Length, L =	5.0000	m		
Width, B =	1.0000	m		
Thickness, T =	0.1600	m		
Modulus, E =	25742.96	MPa		
Subgrade, ks =	66825.00	kN/m <sup>3</sup>		
<b>Beam/Slab Loadings:</b>				
<b>Full Uniform:</b>				
w =	3.6800	kN/m		
<b>Distributed:</b>				
	Start		End	
#	b (m)	wb (kN/m)	e (m)	We (kN/m)
#1:	2.0000		4.0000	
#2:				
#3:				
#4:				
#5:				
#6:				
<b>Point Loads:</b>				
#	a (m)	P (kN)		
#1:	1.5000	10.00		
#2:	2.7000	10.00		
#3:				
#4:				
#5:				
#6:				
#7:				
#8:				
#9:				
#10:				
#11:				
#12:				
<b>Moments:</b>				
#	c (m)	M (kN-m)		
#1:				
#2:				
#3:				
#4:				
<b>Comments:</b>				
<b>Nomenclature</b>				
<b>Results:</b>				
<b>Beam/Slab Flexibility Criteria:</b>				
for $\beta^*L \leq \pi/4$ beam is rigid				
for $\pi/4 < \beta^*L < \pi$ beam is semi-rigid				
for $\beta^*L \geq \pi$ beam is flexible				
for $\beta^*L \geq 6$ beam is semi-infinite long				
Inertia, I = 0.00034 m <sup>4</sup> I = B*T <sup>3</sup> /12				
$\beta = 1.174$ $\beta = ((ks*B)/(4*E*I))^{1/4}$				
$\beta^*L = 5.871$ $\beta^*L = \text{Flexibility Factor}$				
<b>Beam is flexible</b>				
<b>Max. Shears and Locations:</b>				
+V(max) = 4.91 kN @ x = 1.50 m				
-V(max) = -5.17 kN @ x = 2.70 m				
<b>Max. Moments and Locations:</b>				
+M(max) = 1.82 kN-m @ x = 1.50 m				
-M(max) = -0.48 kN-m @ x = 3.75 m				
<b>Max. Deflection and Location:</b>				
$\Delta(\text{max}) = -0.182$ mm @ x = 1.95 m				
<b>Soil Pressures, Locations, and %Brg. Area:</b>				
Q(max) = 12.162 kPa @ x = 1.95 m				
Q(min) = 1.938 kPa @ x = 0.00 m				
%Brg. Area = 100.00 %				

Tekerlek yükü:



Raf yükü:

**BEAM/SLAB ON ELASTIC FOUNDATION ANALYSIS**  
**For Soil Supported Beam/Slab, Combined Footing, Slab Strip or Mat Strip**  
**of Assumed Finite Length with Both Ends Free**

Job Name:	ASEH Tejarat Asia Garmsar Special Econom	Subject:	Slab on Grade Design
Job Number:	UKCT-2024-CNST-03	Originator:	UKCT
		Checker:	UKCT

**Input Data:**

**Beam/Slab Data:**

Length, L = 5.0000 m  
 Width, B = 1.0000 m  
 Thickness, T = 0.1600 m  
 Modulus, E = 25742.96 MPa  
 Subgrade, ks = 66825.00 kN/m<sup>3</sup>

**Beam/Slab Loadings:**

**Full Uniform:**  
w = 3.6800 kN/m

	Start		End	
	b (m)	wb (kN/m)	e (m)	We (kN/m)
#1:	2.0000	0.0000	4.0000	0.0000
#2:				
#3:				
#4:				
#5:				
#6:				

**Point Loads:**

	a (m)	P (kN)
#1:	1.5000	20.00
#2:	3.0000	20.00
#3:		
#4:		
#5:		
#6:		
#7:		
#8:		
#9:		
#10:		
#11:		
#12:		

**Moments:**

	c (m)	M (kN-m)
#1:		
#2:		
#3:		
#4:		

**Nomenclature**

**Results:**

**Beam/Slab Flexibility Criteria:**  
 for  $\beta^*L \leq \pi/4$  beam is rigid  
 for  $\pi/4 < \beta^*L < \pi$  beam is semi-rigid  
 for  $\beta^*L \geq \pi$  beam is flexible  
 for  $\beta^*L \geq 6$  beam is semi-infinite long

Inertia, I = 0.00034 m<sup>4</sup> I = B\*T<sup>3</sup>/12  
 $\beta = 1.174$   $\beta = ((ks*B)/(4*E*I))^{1/4}$   
 $\beta^*L = 5.871$   $\beta^*L = \text{Flexibility Factor}$

**Beam is flexible**

**Max. Shears and Locations:**  
 +V(max) = 10.53 kN @ x = 3.00 m  
 -V(max) = -10.84 kN @ x = 1.50 m

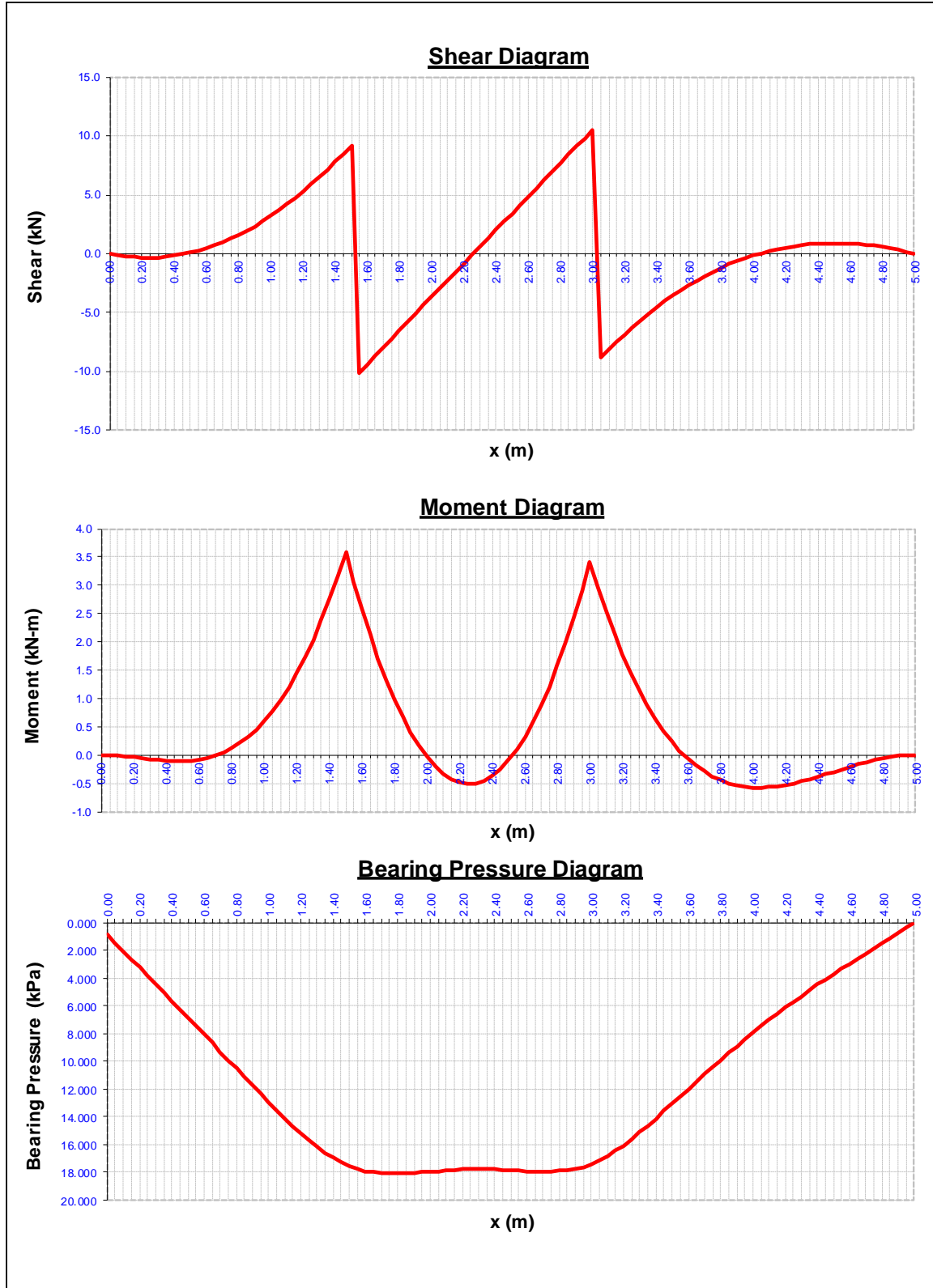
**Max. Moments and Locations:**  
 +M(max) = 3.59 kN-m @ x = 1.50 m  
 -M(max) = -0.58 kN-m @ x = 4.05 m

**Max. Deflection and Location:**  
 $\Delta(\text{max}) = -0.271$  mm @ x = 1.70 m

**Soil Pressures, Locations, and %Brg. Area:**  
 Q(max) = 18.110 kPa @ x = 1.70 m  
 Q(min) = 0.067 kPa @ x = 5.00 m  
 %Brg. Area = 100.00 %

**Comments:**

Raf yükü:



Tablo 5– Hesaba katılmamış taleplerin özeti

Ha yır.	Yük Tipi	Moment (kNm)	Kesme (kN)	Yatak Basıncı (kPa)
1	Dağıtılmış Yük	2.1	4.7	21.8
2	Tekerlek Yükü	1.8	5.2	12.2
3	Raf Yükü	3.6	10.8	18.1

Yukarıdaki tabloya ve kapasiteler ile talepler arasındaki karşılaştırmaya dayanarak, normal depolar için 3 kg / m<sup>3</sup> dozaj ile 30 MPa FRC beton tasarım mukavemeti ile 160 mm döşeme derinliği önerilebilir.

## 6 İNŞAAT ÖZELLİKLERİ

### 6.1 GENEL ŞARTNAME

Karışım tasarımı, mukavemet ve ilgili özellikler, büzülme, yerleştirme ve bitirme ihtiyaçları ve dayanıklılık (aşınmaya karşı direnç, kimyasallar) gibi performans hedeflerini ele almalıdır.

Standart silindirik numunenin gerekli karakteristik beton basınç dayanımı 35 MPa'dır. Konvansiyonel standartlara göre düzenli test yapılacaktır.

Kurutma büzülmesini etkileyen ana faktörler, çimento hamurunun hacmi ve su içeriğidir. Bu amaçla W/C oranının 0,35 ile 0,4 arasında tutulması tavsiye edilir.

Erken termal büzülme, üretilen ısıyı en aza indirerek azaltılabilir. Çimento içeriği minimumda tutulmalıdır (mukavemet gerekliliklerine uygun olarak) ve özellikle sıcak havalarda düşük ısıli çimentolar (uçucu kül veya öğütülmüş granül yüksek fırın cürufu içerenler gibi) kullanılabilir. Sıcak havalarda betonun günün en serin bölümünde üretilmesine ve yerleştirilmesine dikkat edilmelidir.

Deneyimler, görünüşüne rağmen, çatlamanın genellikle bir zemin yüzeyinin performansı üzerinde hiçbir etkisi olmadığını göstermektedir. Daha düşük su içeriğine sahip betonlarda çatlamanın daha az meydana geldiği görülmektedir.

Plastik büzülmenin ana nedeni, açıkta kalan beton yüzeyinin hızlı kurumasıdır. Yüzeydeki nem kaybı, özellikle sıcak havalarda yüzeyin kuruyan hava akışlarından korunmasıyla azaltılabilir. Rüzgar ve güneşten korunmak esastır ve zeminler, duvarlar ve çatı yerine oturduktan ve açıklıklar kapatıldıktan sonra inşa edilmelidir. Kür bileşiği üzerine sprey uygulandıktan ve testere kesiminden sonra, polietilen levha kullanılarak kürelemeye devam edilir.

Genel bir kılavuz olarak, beton, liflerin daha sonra ekleneceği 100 mm veya 140 mm'lik bir hedef çökme olarak belirtilmelidir.

Uygun aşınma direnci ve diğer yüzey özelliklerinin elde edilmesi, dikkatli bir zamanlama ve kontrol gerektirir. Tekrarlanan güç malalanması, aşınma direncinin geliştirilmesinde önemli bir faktör olsa da, aşırı malalama görünümü olumsuz yönde etkileyecektir. Etkili küreleme, aşınma direncinin oluşturulmasında çok önemlidir. Bu tipik olarak, reçine bazlı küreleme bileşiklerinin, bitirme işleminden sonra mümkün olan en kısa sürede yüzeye püskürtülmesidir.

Zeminlerin yüzey profilleri, teorik olarak tamamen düz bir düzlemden ayrılmalı, zeminin planlanan kullanımına uygun bir ölçüde sınırlandırılacak şekilde kontrol edilmelidir. Örneğin,



yüksek kaldırma malzemeleri taşıma ekipmanı (MHE), düşük seviyeli bir fabrika veya depoya göre yüzey düzensizliği üzerinde daha sıkı kontrol gerektirir.

Yetersiz yüzey düzgünlüğü, kamyonlar ve raflar arasındaki çarpışma riskini artırır, sürücü yorgunluğuna neden olur ve malzeme taşıma ekipmanını daha düşük hızlarda çalışmaya zorlar. Zemin, malzeme taşıma ekipmanının çalışması için uygun bir yüzey sağlamak için uygun bir düzlüğe ve binanın bir bütün olarak tüm statik ekipmanı ve MHE'si ile tatmin edici bir şekilde çalışabilmesini sağlamak için uygun bir düzlüğe sahip olmalıdır.

## 6.2 YAPIM METODU STAEMENT

Büzülme kaynaklı çatlama riskini en aza indirmeye yönelik genel yaklaşım, hareket kısıtlamasını azaltmaktır. Kurutma büzülmesinin neden olduğu çatlama en aza indirilebilir ve böylece aşağıdakileri birleştirerek derzler arasında daha geniş alanlara izin verilebilir:

- Alt taban düzlüğünün kontrolü
- Kayma membranının sağlanması
- Beton karışımı tasarımının optimizasyonu
- Eklem düzenlerinin ve bağlantı tiplerinin dikkatli bir şekilde değerlendirilmesi
- Sert noktaların izolasyonu, örneğin Kolon tabanları.

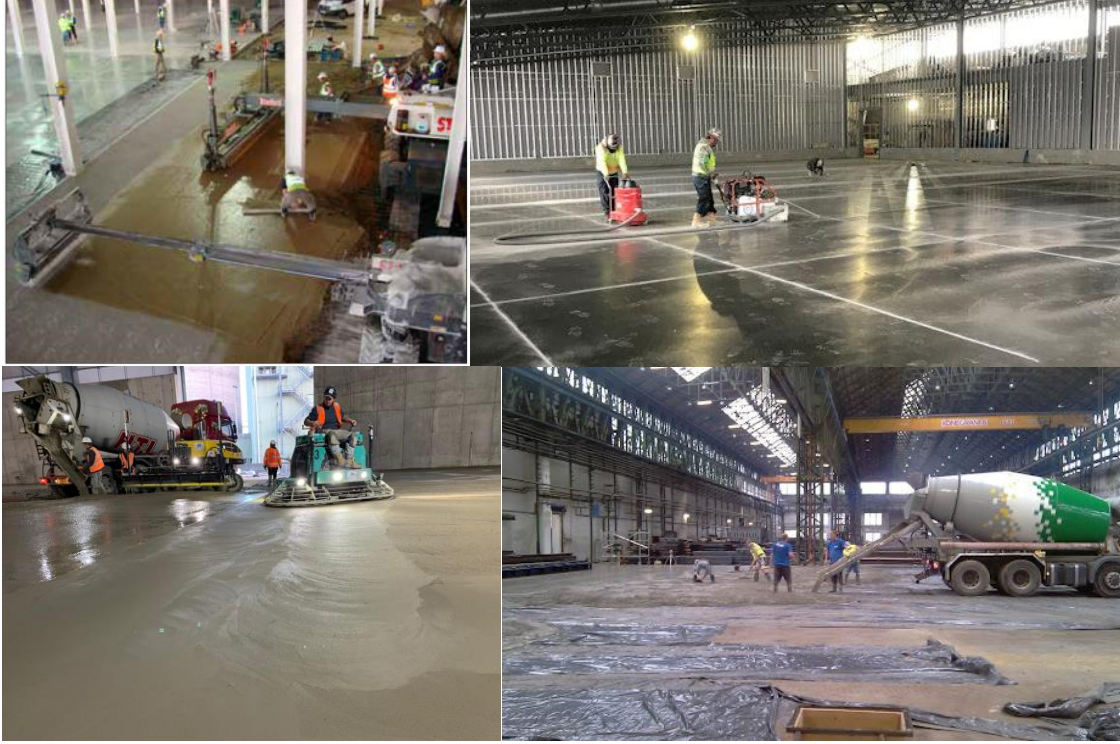
Takviye ve derz tipine göre kategorize edilen iki ana yöntem kullanılır: Derzli ve Derzsiz. Raf bölgeleri arasında, örneğin transfer koridorlarında bağlantılar sağlanmalıdır.

- Eklemliler – zemin destekli

Her körfezin çevresinde 50 m'ye kadar, ancak tipik olarak 40 m'lik aralıklarla serbest hareket eden derzler oluşturulur. Bunlar tipik olarak 20 mm mertebesinde açılır. Biçilmiş kısıtlı hareket bağlantıları, dökümden sonra mümkün olan en kısa sürede, tipik olarak her iki yönde 6 m'lik bir ızgara üzerinde kesilir ve bu da testere kesiminin altında indüklenmiş bir çatlama neden olur. Yüzeyde bu eklemler tipik olarak 4-5 mm'ye kadar açılır. Zemin daha sonra kurudukça küçülmeye devam eden bir dizi küçük panel haline gelir. Alt taban, Bölüm 5'teki tavsiyelere uygun olarak inşa edilmişse ve bir kayma membranı ile donatılmışsa, sürtünme kısıtlaması nispeten düşük olacak ve panel, düşük çatlama riski ile büzülecektir.

- Derzsiz – zemin ve kazık destekli

Her bölmenin çevresinde 35 m'ye kadar aralıklarla şekillendirilmiş serbest hareket eden bağlantılar sağlanır. Bunlar tipik olarak 20 mm mertebesinde açılır. Derzsiz zeminler, genellikle çelik liflerle geniş alanlı inşaat yöntemleri kullanılarak inşa edilir, ancak takviye çeliği kullanılabilir veya her ikisinin bir kombinasyonu olabilir. 'Eksiz' kelimesi yanıltıcı olabilir, çünkü tek bir sürekli işlemde yerleştirilebilecek beton alanının pratik bir üst sınırı vardır. Oluşturulan bölme derzleri içinde ek derz sağlanmaz.



Şekil 16- Geniş alanlar için örnek yapım yöntemleri

## 6.3 EKLEM

### 6.3.1 Önerilen Bağlantı Tipi ve Detayı

Bir zemindeki derzlerin sayısı ve türü, zemin yapım yöntemine ve tasarımına bağlı olacaktır ve seçilen yöntem öncelikle zeminin planlanan kullanımı ile ilgili olmalıdır. Beton zeminlerde derzler iki şekilde oluşturulur; 1) testere ile ve 2) geçici sökülebilir kalıp veya kalıcı tescilli bağlantı sistemleri ile şekillendirilerek. Genleşme derzleri, ortam sıcaklığının üzerindeki sıcaklıklara ve büyük sıcaklık dalgalanmalarına maruz kalanlar dışında iç zeminlerde kullanılmaz. Çoğu zeminde, baskın hareket kuruma büzülmesinden kaynaklanır ve devam eden termal ile ilgili hareketler çok daha küçüktür.

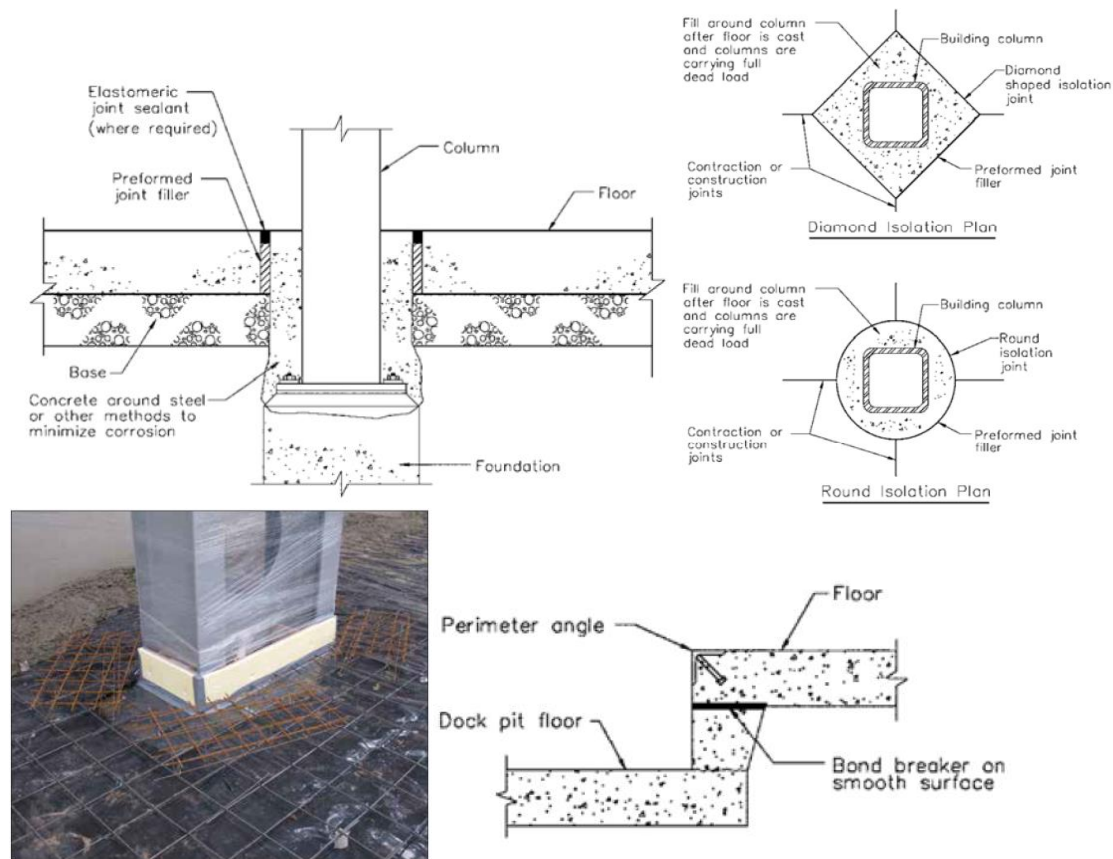
Bir döşeme levhası ile bitişik yapının, örneğin dış kaplama, yükleme rampası veya makine tabanının, MHE tarafından ticareti yapılan zemin yüzeyinin bir parçasını oluşturduğu bitişik bir yapı arasında serbest hareket eden bir bağlantı (bir izolasyon derzi değil) sağlanmalıdır.

Biçilmiş serbest hareketli derzler genellikle 3 ila 4 mm genişliğindedir ve beton zarar vermeden kesilebilecek kadar güçlü olur olmaz kesilir, yerleştirildikten 24 saat sonra nominal olarak ortaya çıkar. Slab derinliğinin tipik olarak %25-30'u kadar bir derinliğe kadar kesilirler, kreatin. Testere ile kesme başlamadan önce çatlak indükleyicisinin üzerinde çatlaklar oluşabileceğinden, testere kesimlerinin bulunduğu yerin altında dökme alt çatlak indükleyicilerinin kullanılması önerilmez. Islak betona itilen plastik çatlak indükleyicilerinin alternatif kullanımı da kötü tanımlanmış ortaya çıktıkları için önerilmez.



Şekil 17- Önerilen kuğu eklemi tipik detayı

İzolasyon derzlerinin amacı, kolonlar, duvarlar, makine tabanları veya çukurlar gibi levhanın kenarlarında veya içinde bulunan sabit elemanlar tarafından levhaya herhangi bir kısıtlamadan kaçınmaktır. Levhayı titreşime maruz kalan makine tabanlarından izole etmek için de kullanılabilirler. Bununla birlikte, bir döşeme levhasının, MHE'nin üzerinden geçeceği trafiğe kapalı bir alanın bir parçasını oluşturacak olan sabit bir yapıya bitişik olduğu durumlarda, kısıtlama olmaksızın yeterli yük transferinin olması için serbest hareket eden bir bağlantı sağlanmalıdır. Sabit bir elemana doğru herhangi bir hareket riski olduğunda – örneğin bir kolona, çukura veya tabana karşı yanal olarak – esnek bir sıkıştırılabilir dolgu malzemesi kullanılmalıdır

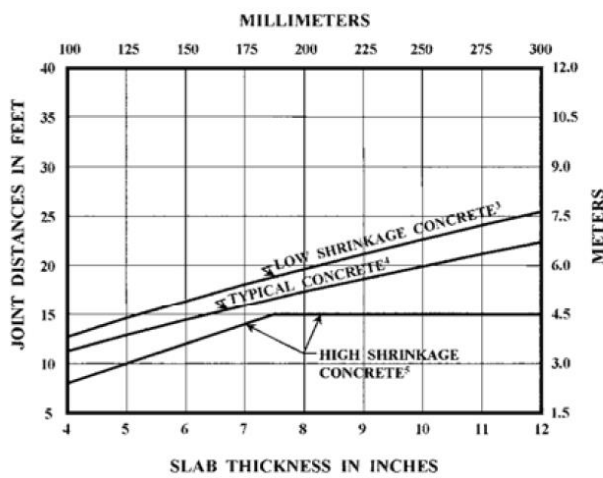


Şekil 18- Döşeme izolasyon detayları

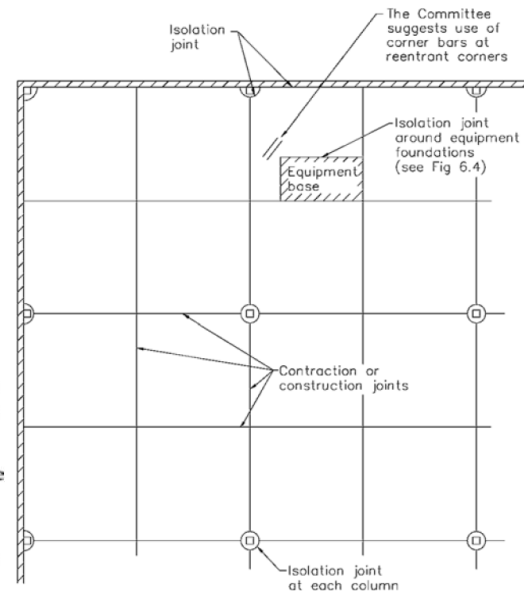
### 6.3.2 Eklem Düzeni

İdeal bir bağlantı yerleşim planında amaç, çatlak riskini en aza indirmektir. Bu şu şekilde elde edilir:

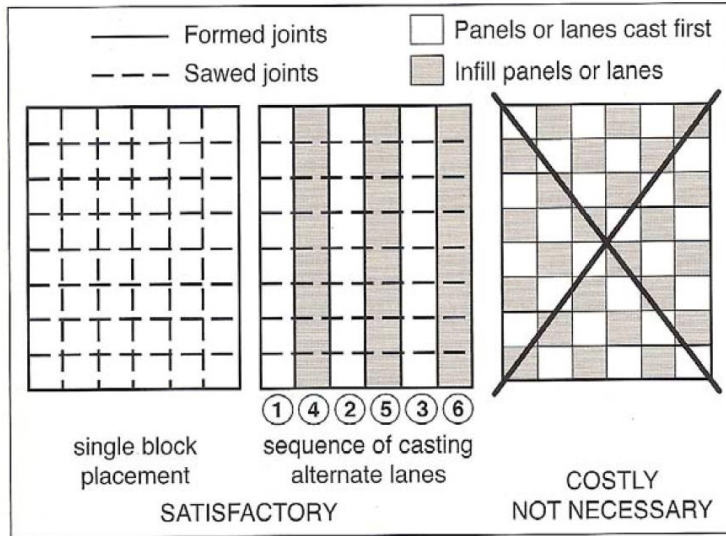
- Özellikle fiber takviyeli zeminlerde ideal olarak kare panellere sahip, ancak uzunluk-genişlik oranını (en boy oranı) 1:1.5 ile sınırlayan
- Yeniden giren köşelerden kaçınmak
- Köşelerde dar açılı panellerden kaçınmak
- Sabit noktaların etrafında izolasyon detaylarını kullanarak büzülme kısıtlamasından kaçınmak
- Eklemlerde noktasal yüklerden kaçınma
- Biçilmiş bağlantılar arasındaki en uzun boyutun tipik olarak 6 m ile sınırlandırılması
- Boyutların derzsiz bölmeler için 35 m ve derzli bölmeler için 50 m ile sınırlandırılması. Bu sınırlamalar, uzun şerit veya geniş bölme yapısı için geçerli değildir.

**NOTES:**

1. Joint spacing recommendations based on reducing the curling stresses to minimize mid-panel cracking (Walker-Holland 2001). See discussion in Section 6.2 for joint spacing for aggregate interlock.
2. Joint spacing criteria of 36 and 24 times the slab thickness has been utilized in the past.
3. Concrete with an ultimate dry shrinkage strain of less than 520 millionths placed on a dry base material.
4. Concrete with an ultimate dry shrinkage strain of 520 to 780 millionths placed on a dry base material.
5. Concrete with an ultimate dry shrinkage strain of 780 to 1100 millionths placed on a dry base material.

**Şekil 19- Eklemler aralığı ve düzenlemesi**





Şekil 20- Betonlama için önerilen yapım sırası

### 6.3.3 Derz Dolguları

Sızdırmazlık malzemeleri, orijinal derz genişliğinin yüzdesi olarak ifade edilen, dolgu macununun hizmette kabul edebileceği toplam hareket olan hareket konaklama faktörleri (MAF) ve Shore A sertlik değerleri ile karakterize edilir. Tipik olarak, zemin sızdırmazlık malzemeleri %5-25 aralığında MAF değerlerine ve 20-60 aralığında Shore A sertlik değerlerine sahiptir.

## 6.4 KALITE KONTROL

Aşağıdaki QC eylemleri önerilir:

- Basınç dayanımı testi
- Çökme testi
- Katkı dozaj ayarı ve kontrolü
- Lif içeriğinin ölçülmesi

Taze ve sertleşmiş betondaki lif içeriğinin ve makro-sentetik lif içeriğinin ölçülmesi EN 14488-7 Püskürtülmüş betonun test edilmesi. Elyaf takviyeli betonun lif içeriği. Her iki Standartta da yükün birinci, orta ve son üçte birlik kısmından üç numune alınır ve ayrı ayrı test edilir. Numune kabı kapasitesinin 10 litre olması tavsiye edilir.

Test uygunluk kriterleri aşağıda verilmiştir. Elyaf dağılımının değişkenliği ışığında, gerekli tasarım değerinden daha yüksek bir hedef elyaf dozajı belirtmek gerekebilir.

Tablo 6- Lif içeriği ölçüm kriterleri

Application	Criterion
Every sample	≥ 0.80 of specified minimum value
Average of three samples from a load	≥ 0.85 of specified minimum value

- Aşınma testi

- Derz dolgu kalitesi değerlendirmesi

Tablo 7- Önerilen inşaat toleransları

Description	Examples	Finishing method	Straightedge tolerance, mm	F <sub>F</sub>	F <sub>L</sub>	Surface waviness index, mm
Conventional (smooth)	Institutional, commercial, industrial floors, both covered and exposed	Hand screeding with steel trowel finish, no trowel marks or ridges	± 8	20	15	5
Conventional (nonslip)	Base slabs for toppings, exterior flatwork	Hand screeding with broom or float finish	± 12	15	15	8
Moderately flat	Any floor requiring a high degree of flatness and a smooth surface	Highway straightedge (10 to 15 m wide strips) with steel trowel finish	± 5	30	20	3
Flat	Storage areas with tall racks or air-pallet use; ice rinks	Highway straightedge (3 to 8 m wide strips) with steel trowel finish	**	40 to 60	30 to 50	2
Superflat	Movie or television studio	Highway straightedge (narrow strips) with steel trowel ("pizza pan") finish	**	Over 50	Over 50	Less than 2