

# Kayar Kalıp ve Uygulamaları

## Özet

*Kayar kalıp Türkiye’de yaklaşık olarak 60 yıldır kullanılmaktadır. İlk uygulamaları TMO tahıl silolarında yabancı firmalar tarafından yapılmıştır. Oldukça eski bir tarihten beri uygulanmasına rağmen TSE Standartlarına ve yatırımcı kuruluşların şartnamelerine girememiştir. Çok önemli mühendislik yapılarında kullanılması nedeniyle bu eksikliğin bir an önce tamamlanması gerekir.*

## A-KAYAR KALIP

### I - Kayar Kalıp Nedir?

Betonarme perdeli yüksek yapılarda kullanılır. Belli kullanma kısıtları vardır. Yüksek yapıların kısa zamanda yapılmasını sağlayan, kesintisiz beton dökümünü gerektiren, 24 saat çalışmanın son de-recede planlandığı ve organize edildiği bir kalıp sistemidir.

Silindirik ve prizmatik yapılarda düşey hareket ederken içe doğru ve kısmen dışa doğru eğim ve-rilebilir. Kayar kalıp sistemi hiperbolik yapılarda da kullanılabilir. Soğutma kulelerinin bazıları bu yöntemle yapılabilmektedir. Kayar kalıba bu isimin verilmesinin nedeni gerçekten kayıyor olması değildir. Küçük ama sürekli olarak yapılan yükselmeler daha geniş zaman içinde kalıbın kaydığı izlemeyi vermektedir.

### II – Uygulamadaki Kısıtlar

Bir yapının kayar kalıp yöntemi ile yapılması için her şeyden önce ekonomik olup olmadığına bakılması gerekir. Çünkü kalıbın montajı, işletilmesi ve demontajı oldukça fazla zaman alıcı, titiz ve pahalı bir planlama gerektiren ve aynı zamanda kaza riski çok yüksek olan bir yöntemdir.

İnsan gücü dahil, kullanılan tüm malzeme ve teçhizatın yedekleme açısından birden fazla olması gerekir. Geceli gündüzlü 24 saatlik çalışma gerekliliği ayrı bir maliyet artırıcı unsurdur.

Toplam giderlerin neticede yapılacak kalıplı yüzey miktarına bölünmesi ile m<sup>2</sup> maliyeti bulunur. Bu nedenle toplam yüzey alanı arttıkça birim maliyet azalacaktır. Ulusal ve uluslararası uygulamalar pratikte 20 mt. yükseklik civarında bir standart yapının uygulama açısından ekonomik olabileceği-

ni göstermektedir. İklim koşulları ve yükselme hızı da toplam alan yanında, ikinci dereceden dikkate alınması gereken maliyet faktörleridir.

Başarılı bir kayar kalıp uygulaması için hava sıcaklığının en az 10° C, en fazla 25° C civarında olması uygun olacaktır. Türkiye coğrafyasında bu şartlar bahar mevsimi koşullarını çağrıştırmaktadır.

Önceden çok iyi planlanmış ve test edilmiş önlemler almak şartıyla olumsuz hava koşullarında da uygulama yapılabilir. Doğal olarak alınacak önlemler ilave maliyet gerektirecektir.

Yapının kayar kalıp yöntemi ile yapılması kararı verildikten sonra yapılacak ilk iş uygulama projesinin kayar kalıp yöntemine uygun olup olmadığının incelenmesidir.

Tahıl ve hammadde siloları gibi çok büyük alanları içeren projelerde ilk yatırım maliyetinin azaltılması için yatayda birden fazla kademe yapılması gerekebilir. Böyle bir durumda yatay kademelenme için izin alınması ve ek yerlerinin planlanması ve yeniden projelendirilmesi gerekir.

Prizmatik yapılarda düşey betonarme duvarların kesintisiz ve sabit bir kesitte olması gerekir. Kayar kalıpta çıkıntı ve girinti yapılamaz. Ancak bunker, döşeme veya guse gibi zorunlu kesintiler varsa buralara gömülü demir filizleri bırakılarak, imalatları daha sonra tamamlanır. Bu gibi durumlar içinde proje revizyonu yapılması gerekebilir. Aslında bu gibi uygulamalarda yapılacak en doğru şey, proje yapım aşamasında projeci firma ile kayar kalıp uygulamacısının beraber çalışmasıdır. Zaman kaybı ve uygulama zorlukları bu şekilde giderilebilir.

Kayar kalıp uygulamasında ani kesit değişiklikleri ve keskin köşelerden de sakınılmalıdır. Keskin köşeler pahlı hale getirilmelidir. Aksi takdirde köşelerde sıkışmalar olabilir. Zorunlu durumlarda birden fazla olmamak şartı ile daralan kısma boş sandıklar yerleştirilerek, işi durmadan devam ettirecek önlemler alınabilir.

Konik kayar kalıp uygulamalarında projesine göre çapta ve duvar kalınlığında azalmalar olabilir. Uygulama başlamadan önce hangi çapın ve et kalınlığının ne olacağı önceden planlanır ve bir tablo yapılarak sürekli kontrol edilir. Silindirik tekli yapılarda çapın büyüklüğü genel olarak kısıtlayıcı değildir. Bu gibi yapılarda işlenecek beton ve demir miktarı kısıtlayıcı olabilir ve buna göre kayma hızını engellememesi için önlemler alınır. Demir miktarını azaltmak için, ardgeme sistemi uygulanabilir. Konik kalıp uygulaması yapılan sanayi bacaları ve kule tipi yapılarda alt çap ve üst çap kısıtlamaları vardır. (Resim 1).

Resim 1



### III - Kayar Kalıp Sisteminin Birimleri

Kayar kalıp sistemi genel olarak aşağıda yazılı temel birimlerden oluşmaktadır;

1. Kaldırma sistemi (hidrolik, mekanik)
2. Kalıp ve iskele sistemi
3. İşgücü ve malzeme taşıma sistemi
4. Yardımcı donanım ve teçhizat

Kayar kalıp sisteminde 250 civarında malzeme ve teçhizat çeşidi kullanılmaktadır. Dört başlık altında inceleyebileceğimiz bu malzemelerin tamamını vermek mümkün olmadığı için en önemlileri belirtilecektir.

#### 1 - Kaldırma Sistemi

Kaldırma sistemi aşağıda yazılı unsurlardan oluşmaktadır;

- a. Hidrolik güç merkezi
- b. Hidrolik hortumlar
- c. Krikolar
- d. Tırmanma çubukları

Yukarıda yazılı temel unsurlar modern bir hidrolik sistem için verilmiştir. Kayar kalıbın uygulama tarihine baktığımızda bugünkü hidrolik krikoların yerine mekanik krikoların da pekâlâ kullanıldığını görebiliriz. Vida üzerinde çalışan iri bir somunun itme gücünden yararlanan bu sistem bugün uygulama sahnesinde değildir.

#### a. Hidrolik Güç Merkezi

Kayar kalıbın kalbi diyebiliriz. Güç merkezi, elektrik motoru, kumanda panosu, yağ pompası, yağ tankı, basınç manometresi, yönlendirme vanaları, filtre ve zaman rölesinden oluşmaktadır.

Sistemin çalışması aşağıdaki gibidir;

Yağ pompası elektrik motoru vasıtası ile haznedeki yağı emerek hidrolik hortumlar ve yönlendirici vanalar üzerinden şebekeye basar. Basılan yağ şebekeye dolup belli bir basınca ulaştığında, hidrolik krikolar çalışır. Yağ basıncı belli bir noktaya geldiğinde daha önceden ayarlanmış basınç manometresi elektrik panosundaki kontaköre kumanda ederek elektrik motorunu durdurur. Aynı zamanda yağ dönüş vanasını açarak sistemdeki yağın kazana dönmesini temin eder.

Yağ basınç merkezleri yağ dolaşım şebekesinin büyüklüğüne göre bir veya birden fazla olabilir. Genelde 40-50 krikoluk bir sisteme tek basınç merkezi yeterlidir. Önemli olan husus krikoların aynı anda hareket etmesinin sağlanmasıdır. Zaman rölesi otomatik çalışma için kullanılan bir malzeme olup pratikte kullanımı çok azdır. Elle kumanda tercih edilmektedir.

#### b. Hidrolik Hortumlar

Hidrolik güç merkezi ile krikolar arasındaki bağlantıyı temin eden esnek hortumlardır. Genelde 150-200 atü basınç altında çalışmaları nedeniyle bu basıncı emniyetli bir şekilde taşıyabilecek kapasitede olmaları gerekir. Bu hortumlar piyasadan hazır olarak temin edilebilmektedir.

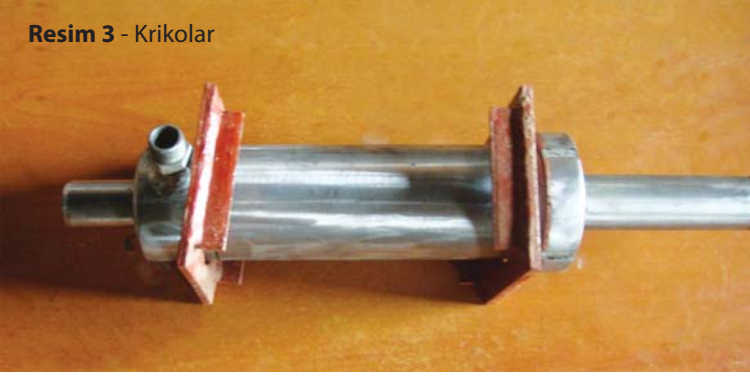
#### c. Krikolar

Krikolar muhtelif kaldırma kapasiteleri olan ve bir vana vasıtası ile hidrolik hortumlara bağlanan malzemelerdir. Dünya genelinde içerisinden geçen tırmanma çubuğunu "ısırmalı" ve "sıkmalı" ol-



Resim 2 - Hidrolik Güç Merkezi

**Resim 3 - Krikolar**



mak üzere iki çeşidi yaygın olarak kullanılmaktadır. Standart kayar kalıp uygulamalarında 3 ton ve 6 tonluk olanları en geniş şekilde kullanılmaktadır. Taşıyıcı alt plaka, kılıf borusu, seviye ayar halkası ve dikmeli vana krikonun fonksiyonunu yerine getirmesini sağlayacak parçalardır. Düşey hareket eden krikolar genelde her adımda 2.5 cm hareket ederler. Adım boyları kriko içerisine yerleştirilen bir parça ile ayarlanabilmektedir.

Konik kayar kalıp sistemlerinde yatay hareket eden krikolar da kullanılmaktadır. Konikliği sağlayacak eğim yapılan

programa göre yatay krikoların yine hidrolik güç merkezine bağlantısı vasıtasıyla sağlanır. Yatay krikolarda her adım 1 cm olarak ayarlanmaktadır

Kayar kalıp konusu ile tanışanların en çok merak ettikleri konu tonlarca, ağırlığındaki malzemenin küçücük bir hidrolik pompanın çalışması ile nasıl hareket ettiği. Tonlarca ağırlığı yukarı doğru iten, yada yatay olarak çeken (konik kalıplarda) krikolardır. Krikoların mesnedi yani dayandığı yer ise tırmanma çubuklarıdır. Krikoların iç yapısı çok karmaşık olması nedeniyle, çalışma sistemini yaşamımızdan basit bir olayla açıklamaya çalışalım. Bir çoğumuz çocukken ağaca tırmanmıştır. Dallar ve budakları olmayan bir kavak ağacına tırmandığınızı düşünün. Önce ayaklarınızı yukarı doğru çekerek iki ayağınızı ve bacaklarınızla ağacı sıkıştırırsınız. Daha sonra ayaklarınızdan güç alarak vücudunuzu yukarı doğru iter ve bu defa el ve kollarınızla ağacı sıkıca tutarsınız. Bu defa ayak ve bacaklarınızı yukarı çekerek tekrar sıkıştırırsınız. Vücudun alt ve üstünü sırasıyla ağaca sıkıştırarak bu işleme devam eder ve yukarı doğru tırmanırsınız. Burada sizin yaptığınız görev krikonun görevidir. Kavak ağacında tırmanma çubuğu vazifesini görmüştür.

Seviye ayar halkaları sisteme bağlı bütün krikoların aynı düzlemde olmasını temin etmek üzere kullanılır. Her 50 cm yükseklikte bu halkalar ayarlanarak kalıbın düzgün hareket etmesi sağlanır.

#### **d. Tırmanma çubukları**

Yukarı doğru taşınan sistemin üzerinde durduğu ve yükü zemine aktaran son elemandır. Boyları değişik olmakla beraber yaygın olarak 3 mt boyunda transmisyon çeliğinden yapılıdır. Yüzeyinin düzgün ve pastan arınmış olması önemlidir. İki başı dişi olarak delinmiş ve diş açılmış olarak hazırlanır. Yukarı doğru çıkarken bir saplama vasıtasıyla birbirine eklenir. 3 Tonluk krikolarda 25-27 mm, 6 tonluk krikolarda 30-32 mm çubuklar kullanılır. Tırmanma çubukları iş bitiminde kalıp söküldükten sonra çekilerek bakımı yapılır ve yeniden kullanılabilir.

## **2. Kalıp ve İskele Sistemi**

Kalıp ve iskele sistemleri yapının şekline göre değişmekle birlikte en genel ve yaygın kullanımı kesit olarak şekil 1'de gösterildiği gibidir.

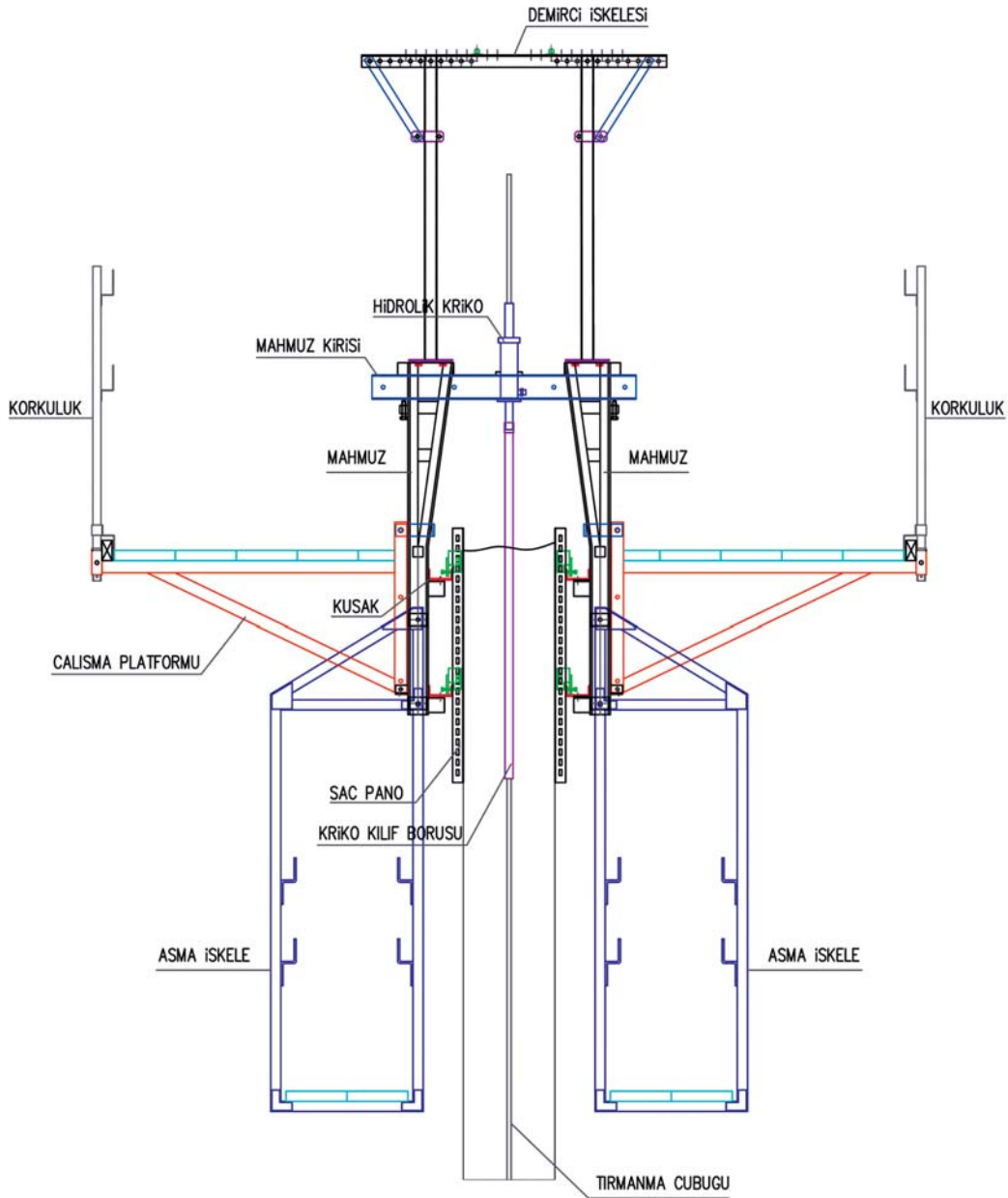
Silindirik ve prizmatik standart bir kayar kalıp aşağıdaki unsurlardan oluşmaktadır;

- Kalıp tavaları (25x125 cm 3 mm Sac)
- Tava kuşakları (İç ve Dış)
- Kuşak bağlantı kilitleri
- Ayak (Mahmuz)
- Boyunduruk
- İç ve dış platform konsolu
- Korkuluklar
- Asma iskele
- Güvenlik ağı ve branda

Konik şekilli yapılarda standart olanın dışında büyük ayaklar (mahmuz) kullanılır. Bu ayaklardan yararlanılarak çalışma platformunun üstünde ikinci bir platform teşkil edilerek yatay krikolar buraya yerleştirilir. (Şekil 2).

### 3. İşgücü ve Malzeme Taşıma Sistemi

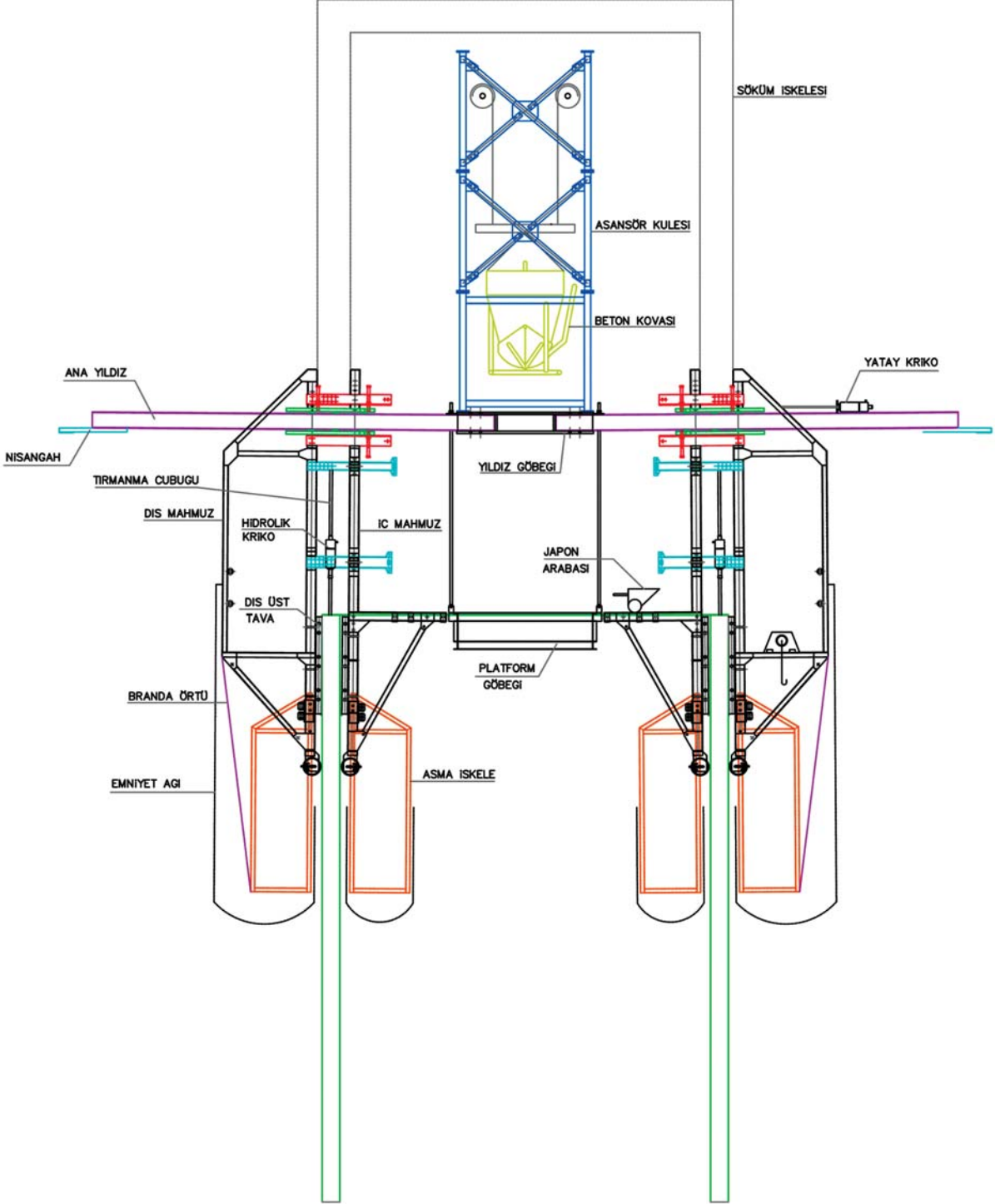
Kalıp üzerinde çalışan işçi ve personelin yukarı taşınması işi, yapının yükseklik ve büyüklüğüne göre farklı yöntemlerle yapılır. En pratik ve güvenilir yöntem insan taşınması için asansördür. Yapılan gövde üzerine monte edilen bir dişli sistem üzerine çalışan insan asansörleri en çok kullanılan tipidir. Fazla yüksek olmayan yapılarda aynı şekilde dışarıdan kurulmuş portatif bir merdiven sistemi de kurulabilir. Her ikisinin de yapılıp birbirini yedeklediği yöntem en çok tercih edilenidir. Bu tercih yapılırken en önemli kriter muhakkak ki maliyet olacaktır.



Şekil 1 - Silindirik Kayar Kalıp



İşgücünün yukarı ve aşağı taşınması kadar önemli olan diğer bir husus hiç şüphesiz ki demir ve betonun taşınmasıdır. İşe başlamadan önce kayma hızına göre hesaplanacak demir ve beton miktarı belirlenir ve ne şekilde yukarı taşınacağı karara bağlanır. Kullanılabilecek makinalar kule vinç, yer vinci ve mobil vinçtir. Çok yüksek sanayi bacalarında yer vinçleri tek tercihtir. Ortadan çalışan bu tür yer vinçleri hem insan hem de malzeme taşınması için kullanılır.



Şekil 2 - Konik Kayar Kalıp

#### 4. Yardımcı Donanım ve Teçhizat

Kayar kalıp uygulamasında ciddi anlamda bir elektrik kullanımı söz konusudur. Elektrik bulunmayan yerlerde yedekli jeneratör temini şarttır.

Kayar kalıp uygulaması özel durumlar hariç 24 saat çalışma esasına göre planlanmaktadır. Dolayısı ile gece çalışmaları için hem yerde hem de kalıp üstünde ciddi bir aydınlatma sistemi kurulması gerekir. Ayrıca hidrolik güç merkezi, kaynak makinaları, kesme ve delme makinaları, vibratörler, kompresörler, ısınma sobaları gibi yardımcı malzemelerinde kablo ve enerji planlanmasında dikkate alınması gerekir.

Kalıp üzerinde normal basınçlı ve yüksek basınçlı su ihtiyacı da olabilmektedir. Bu nedenle binanın yüksekliği dikkate alınarak istenen basınca uygun su tesisatının da çalışır vaziyette tutulması gerekir.

Kayar kalıp uygulamasında en az diğerleri kadar önemli bir husus da ölçme ve kontrol sistemidir. Yapının şekline ve büyüklüğüne göre kalıp üzerinde ve yerde ölçü ve kontrol yapmak üzere sistem kurulur. Her 25 cm yükselmeye gerekli ölçüm ve kontrol yapılarak tutanağa bağlanır. Daha büyük ve hacimli yapılarda "totalstation" kullanımı kaçınılmazdır.

#### IV - Kayar Kalıbın Kullanıldığı Yerler

- Çimento ve klinker siloları
- Kırmataş ve kireç siloları
- Tahıl siloları
- Cam siloları
- Köprü ayakları ve viyadükler
- Sanayi bacaları
- Kontrol ve TV verici kuleleri
- Seyir kuleleri
- Atık su bozuşturma tankları
- Baraj su alma yapıları
- Denge bacaları
- Baraj şaft kaplama inşaatları
- Havalandırma bacaları kaplamaları

## B- UYGULAMA

#### Yapının Aplikasyonu

Yapının zemine uygulanması hem akslar hem de kot olarak çok doğru şekilde yapılmalıdır. Burada yapılacak bir hatanın telafisi çok zordur, hatta bazen imkânsızdır. Vaziyet planı ve kotlar işveren kuruluşun onaylı olarak teslim alınmalı ve yapı zemine tatbik edildikten sonra işveren veya temsilcisi ile yer teslim tutanağı düzenlenmelidir. Bu şekilde hata yapma ihtimali minimuma indirilmiş olur. Tahıl ve çok gözlü hammadde depoları gibi yapılarda mutlaka "total station" kullanılmalıdır. Baca ve tek gözlü silolarda elimizde olanak varsa "total station", yoksa diğer ölçü aletleri veya şerit metre kullanılabilir.

Dairesel yapılarda önce yapının merkezi bulunarak buraya matkapla bir delik delinip bu deliğe sıkı oturacak bir demir parçası çakılır. Yapının iç ve dış kenarları yine elimizdeki imkânlara göre aletle veya şerit metre ile işaretlenerek yapının duvarları zemine işlenir. Daha sonra bu duvarların içinde kalacak şekilde matkapla delikler delinerek içlerine demir çubuklar çakılır. Çubuk çakma işlemi

bittikten sonra yapı içerisine her yeri tarayacak şekilde lazer şakül yerleştirilir. Lazer şakül vasıtası ile bu çubuklar üzerine yatay düzlemi temin etmek üzere işaretler yapılır. Bu şekilde yapı kalıp montajına hazır hale gelir.

## Kayar Kalıp Kurulması

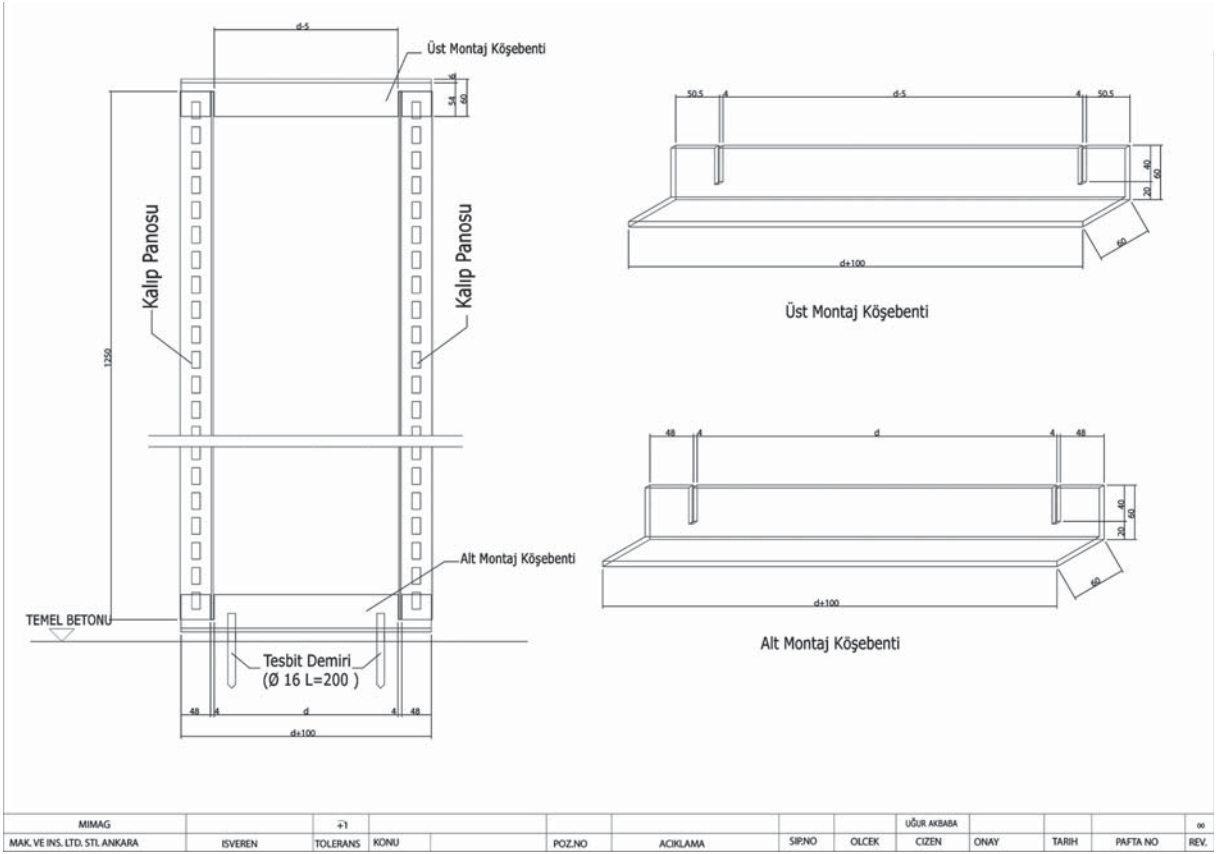
Kayar kalıp kurulmasının birinci aşaması yapının duvar kalınlığını belirleyecek ve güvence altına alacak olan 60 x 60 x 6.. köşebentlerin montajıdır.

Şekil 3'de görüldüğü gibi köşebent üzerinde 3 mm kalınlığında panoların gireceği kadar yarıklar oluşturulur. Köşebentler daha önceden planlanan yerlerde monte edilmiş olan demirlere yine önceden lazer optik vasıtası ile işaretlenmiş kotlara uygun olarak monte edilir. Bu şekilde kalıp tabanının aynı düzeyde kurulmuş olması temin edilir.

Köşebent montajı tamamlandıktan sonra pano montajına geçilir. Genelde pano montajına içeriden başlanır, özellikle tek gözlü yapılarda önce iç kısımlardaki kalıp montajı tamamlanır. Bu şekilde davranmanın amacı birinci grup demirlerin dıştan yaklaşılarak montajının yapımına kolaylık sağlamaktır. Birinci grup demir montajı yapıldıktan sonra dış pano montajı tamamlanır ve panolara üstten geçecek şekilde gösterilen köşebent yarıkları aşağı doğru dönük olarak monte edilir. Bu köşebent'in yarıklarının içten içe ölçüsü duvar kalınlığından 5 mm daha kısa yapılır.

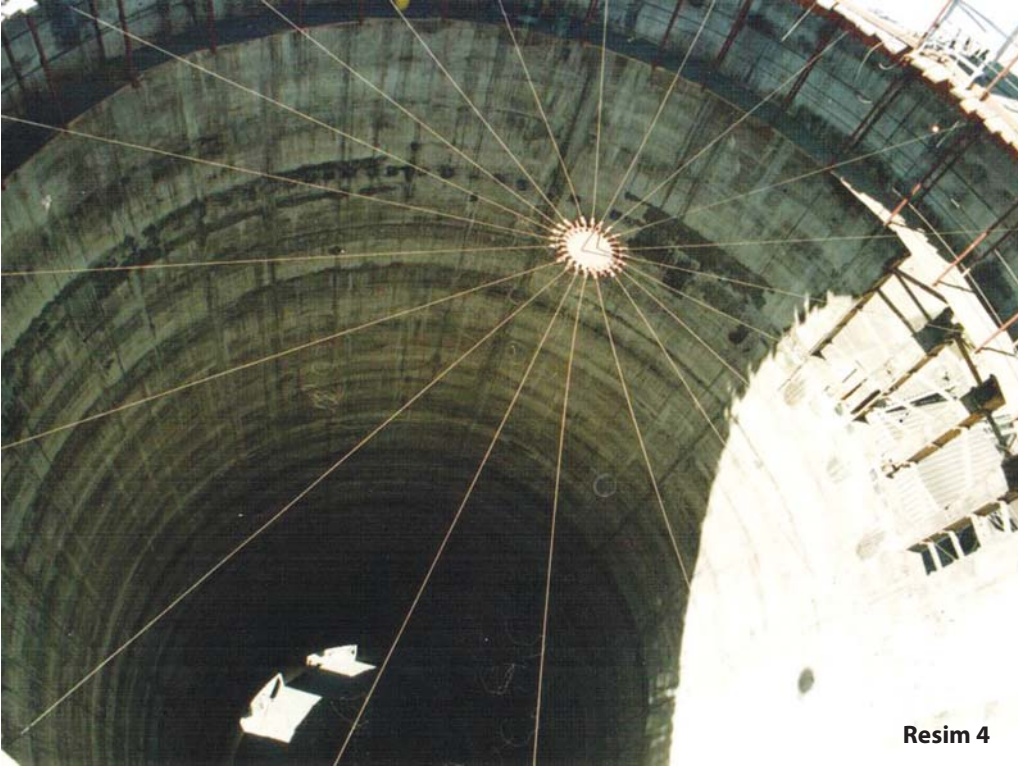
Kalıp üzerinde konulan kalınlık ayar köşebentleri beton dökümü başlayıp 1. kademe priz aldıktan sonra sökülerek alınır. Alt köşebentler betonun içinde kaldığı için alınmaz.

Köşebent ve pano montajından sonra sırasıyla kilit, iç ve dış kuşaklar, mahmuz, boyunduruk U'ları, konsol, yıldız göbek, ahşap işleri, kriko, vana, güç merkezi, tırmanma çubuğu, korkuluklar, elektrik ve aydınlatma tesisatları, asma iskele montajları sırası ile ve önceden hazırlanmış projesine göre yapılır.



Şekil 3 - Montaj Köşebent





Resim 4

Asma iskele, yürüme yolları, emniyet ağları kalıp yeterli bir yüksekliğe geldikten sonra monte edilebilir. Kalıbın kayma hızı özellikle başlangıçta bir miktar düşük tutularak bu gibi montajlara imkân sağlanır. Yıldız göbekler dairesel kesitli yapılarak çap kontrolü yapmak ve çapı muhafaza etmek için kullanılır. (Resim 4)

Kalıp montajı tamamen bitip, başlama noktasına gelince ölçüler bir daha kontrol edilip işveren veya temsilcisine teslim edilmelidir.

Kalıbın kaydırılma hızı olarak genelde 3 m'lik bir yükseliş hedeflenmelidir. Başlangıçta, daha önce de ifade edilen montajlar ve olabilecek aksamalar nedeniyle 2 m'lik bir yükseliş uygun olacaktır.

## Kayma Esnasında Yapılacak İşler

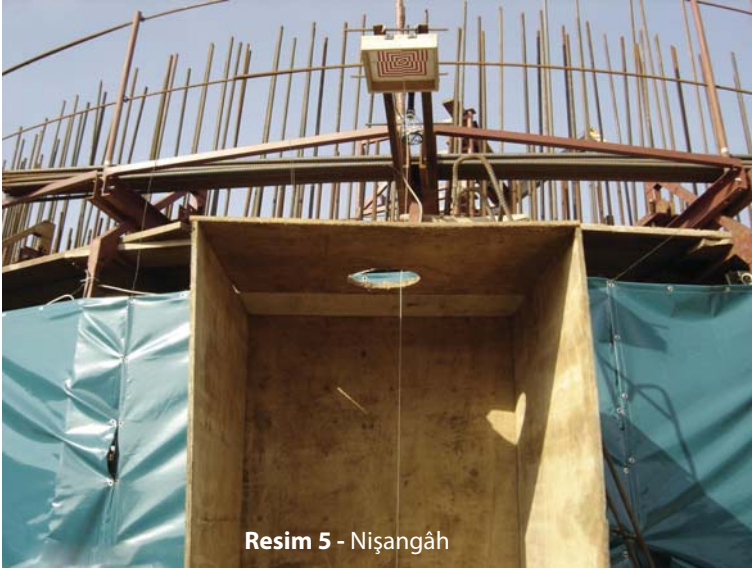
Aşağıda kayma esnasında yapılacak işlerden genel olarak bahsedilecektir. Proje ve işverenin isteğine göre farklı işlemlerde olabilir.

### a. Kalıp İşleri

Kayma işleminin kilit personeli ve esas sorumlusu "kalıpcı" ekibidir.

Kalıpçıların sorumlu olduğu işlemler aşağıdadır.

- Hidrolik sistemi işletmek
- Tırmanma çubuğu eklemelerini ve çıkarmalarını yapmak. Tırmanma çubuğu, monte edilmiş boyu 30-40 m civarına geldiğinde yerinden çıkarılarak yeniden kullanılır. Bu şekilde hem kullanılan çubuk adedinden tasarruf edilmiş olur, hem de daha uzun boylarda çubukları ağırlık nedeniyle çekememe (geri alamama) riski kaldırılmış olur. Çubuklar makine ile çekilse dahi çok uzun boylarda ek yerinden kopma riski vardır.
- Yatay ve düşey ölçü kontrollerini yapmak ve gerektiğinde müdahale etmek için resim 5'de görülen "nişangâh" kullanılır.
- Kot ve perde kalınlığını kontrol ve takip etmek



Resim 5 - Nişangâh

- Gömülü çelik elemanları takip etmek, montajını yapmak, yaptırmak ve alttan çıkan gömülü elemanlara yapılması gereken işlemi yapmak
- Betonun priz durumunu takip ederek beton dökümü için program yapmak, beton ekibini bilgilendirmek. Betoncu ve demirci ekiplerini denetlemek.
- Merdiven asansör vs. gibi ulaşım yollarının kurulmasını ve emniyetini sağlamak
- Rezervasyon, daralma ve 2. faz beton dökülecek yerlerle ilgili hazırlıkları yapmak, denetlemek ve uygulamak. Kapı ve benzeri açıklıkların kenarları, guseler, döşemeler için 2. faz betonuna hazırlık almak üzere demir filizlerinin bırakılması gerekir. Bu filizlerin usulüne uygun bırakılması gerektiği

gibi, kalıp altından çıktığında, yani henüz beton işlenilebilir halde iken yerlerinden çıkarılarak düzeltilip temizlenmesi gerekir. Genelde bu tür filiz demirleri için yuvarlak ve yumuşak B.A demirleri kullanılır.

Düşey perde duvar kalınlıklarında ekonomi sağlamak amacıyla yukarıya doğru 1 veya 2 kademede daralmalar olabilir. Çimento silolarında ters bunkerlerin oturacağı yerlerde de duvarda çıkıntılar temin edilir. Duvarın iç yüzeylerinde teşkil edilen bu çıkıntı veya daralmalar kalıp içerisine 2. bir kalıp giydirilerek temin edilir. Bu giydirmeler "daraltma sandığı" olarak adlandırılan kalıplarla yapılır. Bu kalıplar; çelik, ahşap, kontrplak ve 1 mm sac yüzeyden imal edilir. Yükseklik 100 cm, eni 75-80 cm civarında yapılır. Yerine konulurken birbirine rijit olarak eklenir. Mevcut kalıp sistemi ile beraber hareket etmesi için mahmuz boyunduruklarına sapsamalar vasıtası ile tutturulurlar.

Daraltma sandıklarının iş durdurulmadan yerine montajı oldukça güçtür. Bu nedenle montaj kotuna geldiğinde yeteri kadar priz geciktirici kullanılarak beton dökümü durdurulur. Daralma kotunda beton yüzeyi düzlenir. Kalıp 60-70 cm civarında boş olarak çekilir. Ortaya çıkan boşluktan yararlanarak sandıklar kalıp içine indirilip yan yana monte edilir. (Resim 6 Kalıp içerisine monte edilmiş rezervasyon sandıkları).

Rezervasyon boşlukları için projesine uygun olarak önlemler alınır ve uygulanır. Boşluk genişlikleri iki krika arasındaki uygun olacak mesafeden daha büyük ise tırmanma çubuklarının içinden geçeceği "geçici kolonlar" inşa edilir. Geçici kolonlar yük altında tırmanma çubuklarının flambaj yapmasını önlemek amacı ile teşkil edilir. Resim 7 de bir çimento silosunun altındaki boşluk için teşkil edilen geçici kolonları ve resim 8'de geçici kolonların kaldırılmış hali görülmektedir.

#### b. Beton İşleri

Kayar kalıp için kullanılacak betonun projesi tarafından belirlenen gerekli beton sınıfından bir üst sınıfta olması tercih edilmelidir.

Kayar kalıp uygulanan yapının betonu için sıcak ve soğuk havada beton dö-



Resim 6





Resim 7



Resim 8

kümü şartnamelerinin tümü fazlası ile geçerlidir. Önceki bölümlerde belirtildiği gibi uygulamanın yapıldığı esnada hava sıcaklığının 10-25° C arasında olması tercih nedenidir.

Hava sıcaklığı kadar yerine konulacak betonun sıcaklığı önemlidir. İdeal beton 20° C civarında olmalıdır. Özellikle sıcak havalarda dökülecek betonun 30° C fazla ısıda olması son derecede tehlikelidir. Güneş tesiri ile iyice ısınan sac kalıplara yerleştirilen beton, kalıp yüzeylerine aniden yapışarak hem yüzey boşlukları yaratmakta hem de kalıbın hareketini engellemektedir. Bu gibi durumlarda imalat kesinlikle yapılmamalı ya da işveren yazılı olarak uyarılıp sorumluluk alınmamalıdır.

Kayma işlemi başlamadan önce betonla ilgili olabilecek tüm konular ve sorunlar önceden enine boyuna incelenmeli, gerekli testler yapılmalı, katkı malzemeleri numuneler üzerinde deneyler yapılarak geçerli iklim koşullarında priz alma süresi ve kullanılacak katkı malzemesi miktarı tespit edilmelidir. Özetlemek gerekirse yapılacak işlemler ve tedbirler şunlardır;

**Agrega:** Yapıdaki donatı sıklığı da dikkate alınarak tane çapı en büyük 20 mm olan 2 nolu agrega seçilmeli (Tablo 1) ve proje gereksinimi olan beton sınıfının bir üst sınıfını temin üzere beton deneyleri yapılmalıdır.

Tablo 1

Hazır Beton Türü	En Büyük Dane Boyutu
1 No'lu Agregalı	8-10
2 No'lu Agregalı	16-20
3 No'lu Agregalı	25-32
4 No'lu Agregalı	63

**Beton Kıvamı (Tablo 2):** En akışkan olan K4 sınıfı kullanılmalıdır. Çökme değeri 16 ve daha üzeri olan bu betonu elde etmek için proje gereksinimi su miktarını artırmadan katkı malzemeleri ile bu değeri sağlayacak önlemler alınmalıdır. Önceden testi yapılmamış katkı malzemesi kesinlikle kullanılmamalıdır. Katkı malzemesi miktarının belli bir oranda daha fazla olmayacağından hareketle kullanılacak katkı malzemelerinin cinsi ve çeşidi önem kazanmaktadır. Akışkanlık sağlayıcı katkı ne kadar gerekli ise priz geciktirici katkıda o kadar geniş ölçekte kullanılmaktadır. Bazı ticari markalarda akışkanlık sağlayıcı katkı malzemeleri aynı zamanda priz geciktirici görevi de yapmaktadır.

**Priz geciktirici:** Kayar kalıp uygulamasında genel olarak yerine konulup sıkıştırılan betonun 6-8 saat aralığında priz alması istenir. Betonun hazırlandığı yerden yerine konulan yere kadar geçen sürede dikkate alınırsa priz geciktiricinin kayar kalıptaki önemi daha iyi anlaşılır.

**Beton santrali:** Beton santrali uygulama yerine yakın olmalıdır. Betonun hazırlanma anından yerine konulması arasındaki süre için müsaade edilen sınırlar aşılmamalıdır. Olabilecek arıza ve trafik sıkışıklıkları hesap edilmelidir. Beton santrali ve beton taşınması 24 saat esasına göre planlanmalıdır. Betonu uygulama alanına getiren mikserin betonu boşaltmadan önce irsaliyesi incelenerek beton üretim saati, beton sınıfı, katkı malzemesi cinsi ve miktarı kontrol edilmelidir.

**Betonun yerleştirilmesi:** Betonun kovaya alındıktan sonra yerine taşınması yer vinci veya kule vinç vasıtası ile yapılmaktadır. Bu taşıma esnasında betonun su kaybının en az düzeyde olması temin edilmelidir. Kalıp içerisine dökülen beton en az 12000 devirli vibratörler vasıtası ile sıkıştırılmalı bu işi yapan betoncular önceden kayar kalıp betonu konusunda eğitilmiş olmalıdır.

**Betonun korunması:** Kalıptan çıkan betonun güneşten ve su kaybından korunması gerekir. Kalıp iskelesi etrafına kapatılan brandalar güneşten korunmayı kısmen sağlayabilir. Su kaybını önlemek için ıslatılmış teliz asılmakta ya da kimyasal madde ile yüzeyler kapatılmaktadır.

Kimyasal maddelerin üretimindeki teknolojik ilerlemeler nedeniyle son yıllarda yüzeylerin kimyasal maddelerle kapatılması yaygın olarak kullanılmaktadır. Uygulama fırça yada püskürtme yöntemiyle yapılabilir.

### c. Demir İşleri

Diğer işlerde olduğu gibi demircilik işleri açısından da uygulama projesi önceden enine boyuna incelenmelidir.

Öncelikle projede gösterilen donatı çap, adet ve şekillerinin kayar kalıpta kullanılabilir hale gelmesidir.

Mümkünse proje yapımcısı donatı yerleşim planlarını yaparken kayar kalıp konusunda uzman kişilerle birlikte çalışmalı ve önerileri dikkate alınmalıdır. En ekonomik ve en az fire veren bir donatı projesi yapılması için bunun yapılması gerekir.

Şantiyede çalışan demirci sayısı diğer gruplar arasında en fazla olanıdır. Bu sayının daha fazla artmaması ve asgari düzeyde tutulabilmesi için hazırlık aşamasının ve montaj aşamasının çok iyi planlanmış olması gerekir.

Başlangıç olarak şantiyedeki kesme ve bükme makinelerinin yeterli sayıda ve kapasitede olması gerekir. Kayma esnasında yapının başından sonuna kadar kullanılması gereken demir kesilmiş, bükülmüş ve kullanma sırasına göre vinçlerin uzanabileceği bir uzaklıkta istiflenmiş olmalıdır.

Yatay demirler özellikle küçük çaplı dairesel yapılarda kısa boylu olarak planlanırlar. Çünkü bu demirler 1,5 m civarındaki mahmuz aralıklarından yatay olarak sürülerek monte edilir. Demir çapı çok kalın ve boyu uzun olursa "sürme" işlemi yapılamaz. Düşey demirlerin çap ve boyları da iyi seçilmelidir. Neticede insan gücü ile yerine konulup bağlanacaktır. Demir boyunun çok kısa olması bindirme boyu nedeniyle gayri ekonomik durumlar yarattığı gibi işgücü kaybı yaratır. Fazla uzun olduğunda ise rüzgâr ve kendi ağırlığı nedeniyle yerinde muhafaza edilmesi güçleşir.

**Tablo 2 - Beton Kıvamları ve Çökme Değerleri**

Sınıf	Çökme
K1	0-4
K2	5-9
K3	10-15
K4	16 ve üzeri

Temelden başlayarak düşey demirlerin ek yerleri kademeli olarak planlanmalıdır. Özellikle büyük hacimli yapılarda kademelendirme sayısı işgücü kullanımını yaymak amacı ile fazla tutulur.

Kalıp sürekli hareket halinde olduğu için sabit pas payları kullanılmaz. Bunun yerine duvar kalınlığı ve demir çapına bağlı olarak kalınlığı değişen borudan bükme bir malzeme kalıbın üst kısmına takılarak pas payı vazifesi görmesi sağlanır. Kullanılacak borunun boyu 20-25 cm uzunluğunda olmalı ve kalıba 1 m ara ile asılmalıdır.

Duvar kalınlığında daralma olan yerlerde pas payı malzemesinin nasıl uygulanacağı önceden planlanıp hazırlık yapılmalıdır.

## Kayar Kalıp Uygulamasında Dikkat Edilecek Genel Hususlar

Dikkat edilmesi gereken hususlar aşağıda yazılı olanlarla sınırlı olmamak üzere ve işin cins ve yeri-ne göre değişeceği dikkate alınarak belirtilmektedir.

- Kayar kalıp uygulamasında kullanılan en önemli araçlardan birisi kule vinçtir. Uçta 2,5 ton taşıma kapasitesi bakımlı ve en az iki operatörlü kule vinç kayar kalıbın olmazsa olmazlarından. Sadece yer vinci kullanılması halinde aynı kriterler geçerlidir.
- Elektrik kesilmesi halinde hem hidrolik merkez hem de aydınlatma için gerekli önlemler alınmalıdır. Enerji mutlaka yedeklenmelidir.
- Kayar kalıp, çalışma platformu, asma iskeleler sürekli olarak temiz ve beton parçalarından arınmış tutulmalıdır. Her vardiya mutlaka vardiya sonu temizlik yaptıktan sonra işi bırakmalıdır.
- Projeler ise başlamadan makul bir süre önce temin edilmeli ve üzerinde çalışılmalıdır. B.A. demirleri, bırakılacak boşluklar, daralmalar, tırmanma çubuğu montaj ve demontaj programı, bırakılacak ankrajlar önceden ciddi şekilde çalışılarak gereken hazırlıklar yapılmalıdır. Kalıp üzerine ulaşım önceden planlanmalıdır.
- Aşağıda yazılı maksimum yüklerin aşılmaması temin edilmelidir.
- Konsol iskelelerde yayılı yük 100 kg/m<sup>2</sup>
- Asma iskelelerde yayılı yük 60 kg/m ya da iki kişi yan yana kriteri aşılmamalıdır.
- Çalışma platformunda yayılı yük 150 kg/m<sup>2</sup>
- Kalıp ve iskelede kullanılan ahşap malzeme mutlaka kalite kontrolünden geçmelidir.
- İş güvenliği ile ilgili her türlü uyarı ve talimat levhaları konulmalıdır.
- İşlerin tamamı ile ilgili dikkat edilmesi gereken hususlar bir liste yapılarak her gün formler tarafından kontrol edilerek rapor tutulmalıdır.
- Yapıda kullanılması öngörülen ve kullanma ihtimali olan her türlü katkı ve kür malzemesi önceden test edilmek şartı ile yeteri miktarda şantiyede hazır bulundurulmalıdır. Katkı malzemesi beton santralinde katılacak ise santralde deneyimli ve güvenilir bir eleman bırakılmalıdır.
- Betonun döküleceği mevsimde dikkate alınarak beton santralindeki beton bünyesine girecek malzemelerin kalite ve ısı, nakliye esnasında geçirebileceği değişim, yerine koyma anındaki şartları önceden mutlaka çalışılmış olmalı ve önlemler alınmalıdır. Sıcakta ve soğukta beton döküm şartları önceden mutlaka çalışılmalıdır.
- Kayar kalıp başlangıcında beton dökülürken kalıp hiçbir zaman ağzına kadar doldurulmaz. Beton dökme kademe yüksekliği 30-45 cm arasında tutulur. Birinci kademe prize geçtikten sonra 2. kademe dökülür. Birinci kademe prizi bir demir çubukla kontrol edilir. Sertleşme olmuşsa kayma başlatılır ve 3. kademe betonu dökülür. Yukarı doğru çıkılırken beton döküm hızı kalıp içerisindeki betonun priz almış yüksekliğine göre ayarlanır. Bu yükseklik daima 35-45 cm arasında olmalıdır. Her yeni dökülen betonun kademe kalınlığı 25 cm civarında olmalıdır.
- Yapı betonu içerisinde kalan gömülü çelik elemanlar projesine göre imal edilip gerekli testleri yapıldıktan sonra kaplama yapılacak ise uygun malzeme ile kaplandıktan sonra kullanıma hazır bir şekilde yapı kenarına istif edilmelidir. Gömülü çelik elemanın şekil ve ebat olarak kayar kalıp uygulaması esnasında yerine konulabilirlik durumu mutlaka iş başlamadan kontrol edilmelidir.

- Yapının tüm uygulama projelerinin yanında özel olarak "gömülü çelik elemanlar montaj projesi" olması gerekir. Çoğu kere gömülü çelik elemanlar aynı kotlarda yerine konulduğu için yeterli iş gücü, sarf malzemesi, ekipman önceden çok iyi planlanmalıdır.
- Montaj ve betonlama işleri bittikten birkaç saat sonra gömülü çelik elemanlar kalıbın yukarı doğru hareket etmesi sonucu alt taraftan çıkacaktır. Asma iskeleler üzerinde çalışan ekiplerin çıkan malzemelerin yeri ve şeklinde olabilecek olumsuzlukları derhal gidermesi gerekir. Aksi takdirde bulunduğu yere ulaşılması zorluğunun yanında betonun tam prize ulaşması nedeniyle çok müşkül durumlara karşılaşılabılır.

## Kayar Kalıp Uygulamasında Toleranslar

### Silolar

Türkiye standartlarında silolar ve benzeri inşaatlarda ilgili tolerans standartları belirlenmemiştir. TSE bu konuda özel bir standart yayını henüz yapmamıştır. Pratikte uygulanan bazı tolerans standartları aşağıda verilmektedir.

1. a. Maksimum yatay sapma 80 mm den fazla olamaz. Bu miktar yapı üzerindeki bir noktanın yapının temelindeki bir noktaya göre ölçülen ötelenmesi veya dönmesi sonucu meydana gelen sapma miktarı olup 30 m yüksekliğe kadar olan silolar için geçerlidir. 30 m den daha yüksek silolar için bu sapma miktarı 100 mm'yi geçemez.
- b. Düşey sapmalar için ACI STANDART/COMMENTARY 117-52 de kabul edilen değerler kullanılabilir.  
100 ft (30 m) den küçük yapılarda  $\pm 3$  in (76 mm)  
100 ft (30 m) den daha yüksek yapılarda  $\pm (1/400 \times \text{yükseklik})$  den küçük olmalıdır
2. Dairesel kesitleri çap ölçüsündeki değişiklik hiçbir şekilde 75 mm'yi geçemez. Normal şartlarda sapma  $= (25 \text{ mm} \pm 4 \text{ mm} \times \text{çap (m)})$  miktarını geçemez.
3. Dairesel olmayan silolarda iç genişlik ölçülerinde sapma  $= (4 \text{ mm} \times \text{genişlik (m)})$  ya da hiçbir şekilde toplam 50 mm'yi geçemez.
4. Belirlenmiş olan duvar kalınlığındaki sapma -10 mm ve + 25 mm'yi geçemez.

ACI STANDART / COMMENTARY 117-52 ye göre;

		Maksimum	Minimum
Duvar kalınlığı	d < 300 mm	+10	-6
	300 < d < 910 mm	+13	-10
	d > 910 mm	+25	-19

5. Duvar gövdesinde bırakılan boşlukların ölçülerinde üst ve alt katlarında  $\pm 80$  mm, belirlenen yan ölçülerde her iki istikamette 25 mm'yi geçemez. Boşluk genişliği belirtilen ölçüden az olamaz.