

BETONARME KALIP MALİYETİNİN BİLGİSAYAR ORTAMINDA TASARIMI

¹Gökhan DURMUŞ

²Serkan SUBAŞI

¹Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Eğitimi Bölümü, Teknikokullar, Ankara

²Düzce Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Eğitimi Bölümü, Konuralp, Düzce

¹e posta: gduumus@gazi.edu.tr

²e posta: subasi.serkan@gmail.com

ÖZET

Bu çalışmada; AutoLISP programlama dili kullanılarak betonarme perde kalıpların tasarımını yapabilen bir bilgisayar programı hazırlanmıştır. Program, ACI 347, CIRIA Report 108, DIN 18218 ve CSA S269.3 hesap modellerinin öngördüğü yanal basınç parametrelerini kullanarak hesap yapabilmektedir. Hazırlanan program bu hesap modellerinden herhangi birini kullanarak kalıp elemanlarının kesit tayini, iki boyutlu kalıp planlarının çizdirilmesi, metraj ve maliyet çizelgelerinin hazırlanması gibi işlemleri gerçekleştirebilmektedir. Ayrıca yapılan analiz sonucunda DIN 18218 hesap modelinin kalıp maliyeti açısından daha iyi sonuç verdiği görülmüştür.

1. GİRİŞ

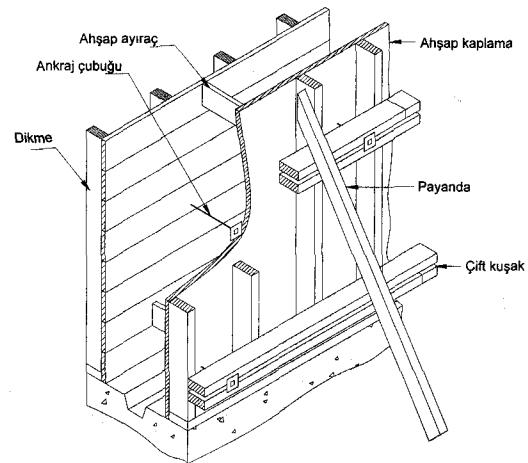
İnşaat sektöründe toplam maliyete etki eden önemli maliyet unsurlarından biri de kalıp malzemesidir. Kalıp; taze betona istenilen şekil ve boyutları vermek ve kendisini taşıyacak duruma gelene kadar betonu desteklemek için yapılan geçici bir strüktür olarak tanımlanabilir. Genel olarak kalıplar metal, plastik veya ahşap malzemelerden üretilmektedir. Betonarme yapı üretim sisteminde kullanılan kalıplar, betonla doğrudan temas halinde bulunan temel malzeme ve bütün gerekli taşıyıcı-destekleyici strüktürü kapsamaktadır. Betonun düşey kalıp yüzeyine (perde, kolon vb.) olan hidrostatik basıncı kalıp tasarımında en etkin faktördür. Diğer taraftan, düşey kalıp yüzeyine etki eden hidrostatik beton basıncının oluşmasında betonun yoğunluğu, beton yerleştirme hızı, sıkıştırma metodu, beton sıcaklığı ve kalıp yüksekliği gibi faktörlerin etkin olduğu bilinmektedir [1,2].

Betonarme bir yapıda kaba inşaat maliyetinin büyük bir kısmını kalıp maliyeti teşkil eder. İstatistiki bilgilere göre kaba inşaat maliyetinin ortalama % 45'i işçilik, %55'i malzeme maliyetidir. Toplam işçilik maliyetindeki kalıbın maliyet oranı ise % 50'dir. Yıpranma payı ile ele alınacak olursa, malzeme maliyetinin % 10'unu oluşturur[3]. Bu durumda kalıp işçiliğinde, işçilik maliyetlerini azaltacak önlemlerin alınması gerekir. Her bir yapının maliyet değerleri göz önüne alınacak olursa kalıp işçilik bedelinin toplam

işçilik bedeline oranı %30-60 arasındadır. Bu oranın büyük oluşu kalıp işçilik bedelinin maliyet etkisine önemli derecede etkilediğini göstermektedir [4]. Bu nedenle, kalıp elemanların en uygun değer boyut ve sıklıklarda rasyonel bir yaklaşımla, tasarlanması kalıp maliyetlerini azaltabilir.

Literatür incelendiğinde kalıp malzemesinin en az kullanıma ilişkin çalışmaların sınırlı sayıda olduğu görülmektedir. Kalıp malzemesi maliyetinin azaltılması konusunda sadece Hanna ve Senouci'nin yaptıkları çalışma ile karşılaşmaktadır. Bu çalışmada, yapı marketlerde mevcut olan farklı ölçülerdeki tahta, ızgara kirişi, kiriş ve dikme malzemeleri dikkate alarak, bu malzemelerin bütün kombinasyonları belirlenmiş ve en uygun maliyeti araştırılmıştır. Ayrıca, kalıp malzemelerinde mukavemetin yeterliliği, kalıp tasarımının betonarmenin mukavemetine olan etkileri, beton dökme esnasında kalıp üzerinde oluşan rüzgar ve diğer ani yüklerin etkileri araştırılmıştır [5,6,7,8,9]

Bu çalışmada, Şekil 1'de verilen perde duvar kalıp planına uygun bir bilgisayar programı hazırlanmıştır. Bu program sayesinde, kalıp sisteminin tasarımında en önemli etken olan taze betonun hidrostatik basıncını ve diğer parametreleri dikkate alarak, kullanılan toplam kalıp malzeme miktarını en aza indirecek dikme ve kuşak aralıkları belirlenmektedir. Program aynı zamanda, AutoCAD ortamında kesit, üst görünüş, yan görünüş ve kullanıcıya detaylı bilgi tablosunu oluşturabilmektedir.



Şekil 1. Geleneksel perde duvar kalıbı

2. DÜŞEY KALIP ELEMANLARININ BOYUTLANDIRILMASINDAKİ ETKİN FAKTÖRLER

Kolon ve perde duvar gibi düşey kalıpların boyutlandırılmasında kalıp içerisine yerleştirilen betonun yapmış olduğu yanal basınç en etkin faktör olarak görülmektedir. Bu yüzden düşey kalıpların tasarımı kalıp yüzeyine etkiyen beton yanal basıncına göre yapılmaktadır.

Genel olarak kalıp yüzeyine gelebilecek en büyük yanal basınç $P = w \cdot h$ formülü ile ifade edilebilir [12]. Burada, w =beton yoğunluğu, h =kalıp yüksekliği'dir. Buradaki formülden elde edilecek değer tasarımda kullanılacak en büyük değeri vermektedir. Tasarımcı bu değere göre yapacağı kalıp tasarımında en güvenli eleman kesitlerini tayin edebilir. Ancak bu değere göre yapılan kalıp tasarımlarında ekonomiklikten uzaklaşmış olacaktır. Daha gerçekçi bir kalıp tasarımı için kalıp yüzeylerine etki eden taze beton yanal basıncının büyüklüğünü etkileyen faktörlerin detaylı olarak belirlenmesinde fayda vardır. Bunlar beton yerleştirme hızı, yoğunluğu, sıcaklık, vibrasyon, betonun yüksekliği olarak bilinmektedir. Bunlar dışında kalan etkenlerin beton yanal basıncındaki etkisi önemsenmeyecek kadar azdır [13].

3. BETON YANAL BASINCININ HESAPLANMASINDA KULLANILAN HESAP TEKNİKLERİ

3.1 ACI 347-94'e göre beton yanal basıncı

Taze beton basınçlarının hesabında beton döküm hızı ve taze beton sıcaklığı göz önüne alınmaktadır. ACI Committee, kalıbın gelen tüm hidrostatik yanal basınca göre tasarlanmasını tavsiye etmektedir. Kalıbın, yüzeyine gelen beton yanal basıncının hesaplanması için aşağıdaki formül önerilmektedir [12,14].

$$P_m = C_w \cdot C_c \left[7.2 + \frac{1156}{T+17.8} + \frac{244 \cdot R}{T+17.8} \right]$$

C_w = Birim ağırlık katsayısı

C_c = Kimyasal katsayısı

3.2 CIRIA Report 108'e göre beton yanal basıncı

CIRIA Report göre kalıplarda en büyük beton yanal basıncının hesaplanmasında aşağıdaki formül önerilmektedir.

$$P_{bmax} = D \left[C_1 \sqrt{R} + C_2 \cdot K \sqrt{H - C_1 \sqrt{R}} \right]$$

Formülde;

P_{max} = Beton yanal basıncı, kN/m^2

C_1 = Kalıp büyüklüğüne bağlı olan katsayı [$m \cdot h^{0.5}$]; $C_1 = 1.0$

C_2 = Çimento cinsi ve katkı maddelerine bağlı katsayısı [$m^{0.5}$] Portland çimentosu için; 0.3 alınmıştır.

D = Beton birim hacim ağırlığı, (kN/m^3)

H = Kalıp yüksekliği, (m)

h = Beton döküm yüksekliği, (m)

K = Sıcaklık katsayısı : $k = \left(\frac{36}{T+16} \right)^2$

R = Beton döküm hızı (m/h),

T = Taze beton sıcaklığı ($^{\circ}C$), olarak verilmektedir [11,14].

3.3 DIN 18218' göre beton yanal basıncı

DIN 18218'de beton karışımları dört tipte sınıflandırılmıştır. Bunlar K_1 katı veya kuru beton, K_2 plastik beton, K_3 yumuşak beton ve K_4 akıcı betondur. Buna göre beton yanal basıncı hesaplamak için; K_1 için; $P_{max} = 5 \cdot V + 21$ (v = beton döküm hızı, m/h) K_2 için; $P_{max} = 10 \cdot V + 19$ K_3 için; $P_{max} = 14 \cdot V + 18$ K_4 için; $P_{max} = 17 \cdot V + 17$ formülleri önerilmektedir [7,9,11,12,14].

3.4 CSA-S269.3'e göre beton yanal basıncı

Kanada Standardında maksimum yanal basıncı tahmin etmede etkin faktörleri; yerleştirme hızı, beton sıcaklığı, katkı maddeleri, kalıbın deformasyonu, beton sertleşme süresini etkileyen ilave bağlayıcı ve katkı maddeleri olarak belirtmektedir. Kolon kalıplarının tasarımında, kontrol edilebilir bir beton döküm hızında dökülmesi tavsiye edilmedikçe, tüm beton yanal basıncına göre yapılmasını önermektedir. Özel beton dökümleri için bilinen tüm parametreleri içeren Gardner (1985)'in yaptığı çalışmalara dayanan aşağıdaki formül türetilmiştir [7,9,11,12,14].

$$P_{mak} = \left[(24 \cdot h_i) + \left(\frac{d}{40} \right) + \left(\frac{400R^{0.5}}{18+T} \cdot \left(\frac{100}{100-\beta} \right) \right) + \left(\frac{Slump}{10} \right) \right] < 24h_i (kPa)$$

formülde;

P_{max} = Yanal basınç limiti (kPa),

h_i = Vibratörün batma derinliği (ek küçük 1 m)

d = Kalıbın ek küçük ölçüsü

R = Beton yerleştirme hızı (m/h)

T = Beton sıcaklığı ($^{\circ}C$)

F = Beton içerisindeki uçucu kül ve curuf içeriğinin yüzdesi

Slump = Betonun çökme miktarı (mm)

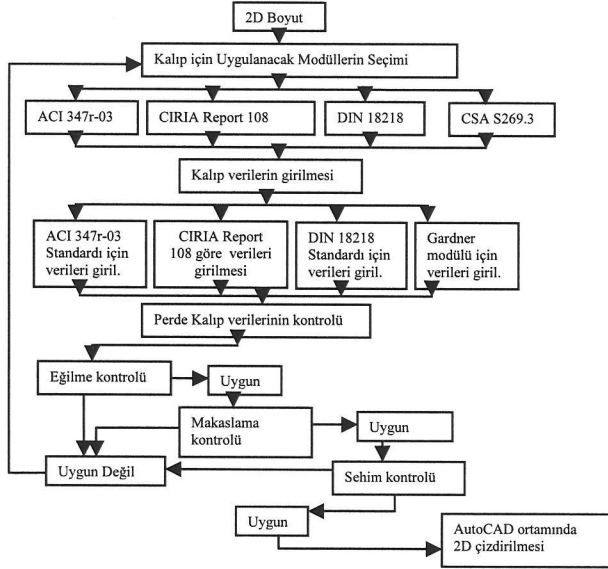
h = Beton yerleştirme yüksekliği (m)

ifade etmektedir

2. KALIP SİSTEMİNİN MODELLENMESİ

Betonarme perde kalıpları Şekil 1'de ifade edildiği gibi, kalıp yüzeyleri, dikmeler, tespit lataları, kuşaklar, kalıp ankrajları ve payandalardan oluşmaktadır. [10].

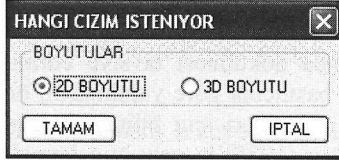
Kalıp tasarımının programını Şekil 2'de verilen algoritmaya uygun olarak oluşturulmuştur.



Şekil 2. AutoLISP programının 2D boyutlu betonarme perdelerin kalıp programını tasarlama algoritması

5. TASARIM PROGRAMININ UYGULANMASI

Hazırlanan AutoLisp programın yüklendikten sonra Şekil-3 gözükecektir



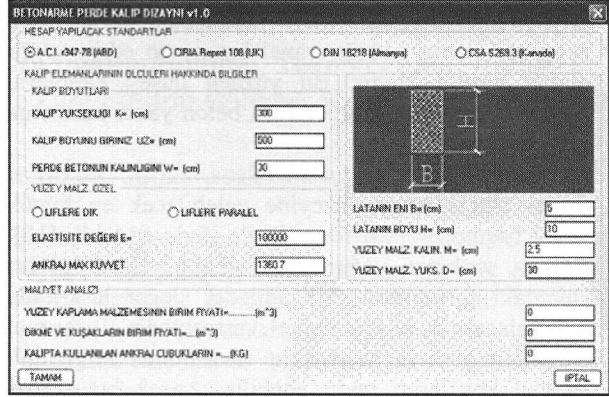
Şekil 3. Çizdirilecek boyutun seçilmesi

Yaptırılacak çizimin boyut türü seçildikten sonra "Tamam" butonuna basılarak Şekil 4'te ifade edilen şekle geçilir.

Bu şeklin,

- İlk bölümde; ACI 347-78, CIRIA Report 108 ve DIN 18218 ve CSA S269.3 göre beton yanal basıncın hesaplanmasında kullanılan hesaplama yöntemleri bulunmaktadır. Kullanıcı tarafından bunlardan herhangi biri seçilerek işlem yaptırılabilir.
- İkinci bölümde; uygulanacak kalıp elemanlarının ölçüleri hakkında bilgiler girilmektedir. Bunlar, kalıbın yüksekliği, boyu ve perde betonun kalınlığına ilişkindir.
- Üçüncü bölümde; beton yanal basınca karşı yüzey kaplama malzemesindeki ahşabın liflerin dik ve/veya paralel olma durumu kullanıcı tarafından seçilmektedir.
- Dördüncü bölümde; Dikme ve kuşaklarda kullanılan ahşap malzemenin eni ve boyu ölçüleri, yüzey malzemesinin kalınlığı ve yüksekliği girilmektedir.

- Beşinci bölümde ise yüzey kaplama malzemesi birim fiyatı, Dikme ve kuşaklarda kullanılan malzemenin birim fiyatı, ankraj çubuklarının fiyatları girilerek bu diyalog kutusuna ilişkin bilgiler tamamlanır (Şekil 4).

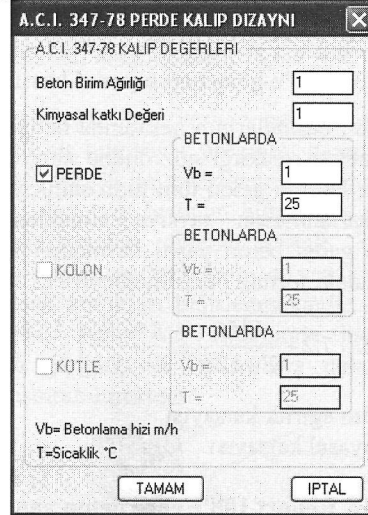


Şekil 4. Betonarme perde kalıp tasarımı için gerekli veriler

"Tamam" butonuna basıldıktan sonra Şekil 5'te görülen hesaplama yöntemlerini gösteren diyalog kutuları ekranda görülür.

Bu diyalog kutularının;

1. Şekil 5'te görülen diyalog kutusu ACI 347-78 hesap teknikleri ilişkin parametreler içermektedir. Bu parametreler, beton döküm hızı ve sıcaklığıdır.



Şekil 5. ACI 347-78 göre beton yanal basınç için gerekli veriler

2. Şekil 6'da görülen diyalog kutusu CIRIA report 108 göre beton yanal basıncı hesaplama tekniklerini içermektedir. Diyalog kutusu parametreleri iki bölüme ayrılmıştır.
 - a) Birinci bölümde; beton yoğunluğu, duvar katsayısı ve çimento çeşidi yer almaktadır.
 - b) İkinci bölüme; betonun döküm hızı ve sıcaklığı yer almaktadır.

CIRIA report 108, PERDE KALIP DIZAYNI

FORMULDEKİ KATSAYILAR

YÖGUNLUK $L_b =$ BETON YÖGUNLUGU kN/m³

D.KATSAYI $C_1 =$ DUVAR KATSAYISI sabit

ÇİMENTO $C_2 =$ ÇİMENTOSU TIPI (0.3) sabit

DEĞİSKEN PARAMETRELER

T = BETON YERLESTİRME SICAKLIĞI °C

Vb = BETONUN YERLESTİRME HIZI (m/h)

BU DEĞERLER CIRIA REPORT 108'DEN ALINMIŞTIR

Şekil 6. CIRIA report 108 göre beton yanal basıncını etkileyen değerler

3. Şekil 7’de DIN 18218 göre beton yanal basınç parametreleri görülmektedir. Bu yöntemde beton kıvamı oldukça önemlidir. Bu kıvama göre beton yanal basınç değerlerinin hesaplanması için, katı, plastik ve akıcı kıvamlara ilişkin beton döküm hızı değeri girilir.

DIN 18218 PERDE KALIP DIZAYNI

DIN 18218 KALIP DEĞERLERİ

KATI $V_b =$

$K_1 = 5V_b + 21$ KN/M²

PLASTİK $V_b =$

$K_1 = 10V_b + 19$ KN/M²

AKICI $V_b =$

$K_1 = 14V_b + 19$ KN/M²

Beton Birim ağırlığı 25kN/M³

Taze Beton sıcaklığı 15°C

Priz Süresi 5 saat

Şekil 7. DIN 18218 göre beton yanal basıncı için gerekli değerlerin girilmesi

4. Şekil 8 de CSA S269.3 göre beton yanal basınç parametreleri görülmektedir. Bu yöntemde vibratörün batma derinliği, kalıp boyutu, beton döküm hızı, beton sıcaklığı, Uçucu kül, ve çökme miktarı beton yanal basınç değerlerinin hesaplanması için kullanılmaktadır.

CSA S269.3 GÖRE PERDE KALIP DIZAYNI (1986)

CSA S269.3 KALIP DEĞERLERİ

Hi vibratör batma derinlik.(m)

Kalıp Boyutu.(m)

Beton Döküm Hızı.(m/h)

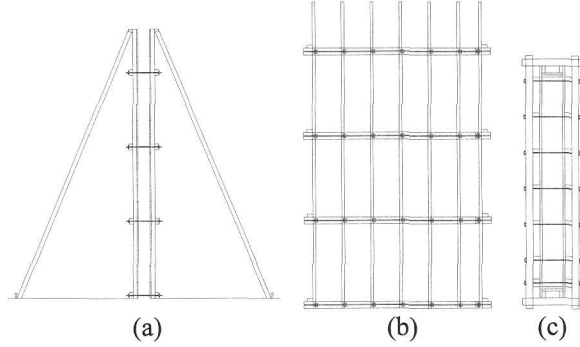
Beton Sıcaklığı (C)

Uçucu kül,curuf mik. (ağırlıkça %)

Çökme miktarı, mm

Şekil 8. CSA S269.3 göre beton yanal basıncı için gerekli değerlerin girilmesi

Parametreler girildikten sonra programın çalışmaya başlaması için “Command” satırında “BAŞLAMA NOKTASINI GİRİNİZ” yazısı gözükecektir. Bu yazıdan sonra AutoCAD in ekranında (x,y,z) 0,0,0 koordinatları girilmesiyle program çalışmaya başlayacaktır. Kalıbın kesitten görünüşü, üst görünüş, yan görünüşünü ve metrajını hesaplayarak çizme işlemini bitirecektir (Şekil 8)



| | METRAJ | MALİYET |
|--|---------|-----------------------------|
| KAPLAMA KERESTESİ (en x boy)..... | 3 30 | 0.75 m ³ 300 YTL |
| YATAY ve DUSEY KIRISLER (en x boy)..... | 5 10 | 0.91 m ³ 364 YTL |
| ANKRAJ ÇUBUGU (CAP)..... | Ø 18 38 | m 125 YTL |
| MERKEZDEN MERKEZE DİKME ARALIĞI(DUSEY).... | | 52.07 cm |
| MERKEZDEN MERKEZE KUSAK ARALIĞI(YATAY).... | | 95.07 cm |
| MAKSİMUM BETON YANAL BASINCI..... | | 34.182 kg/m ² |

(d)

- a) Kalıbın düşey kesiti
b) Kalıbın yandan görünüşü
c) Kalıbın üstten görünüşü
d) Kalıp maliyeti hesap tablosu

Şekil 8. Tasarım çıktısının AutoCAD ortamında çizdirilmiş durumunun ayrı ayrı gösterimi

Hazırlanan program kullanılarak çeşitli beton döküm hızlarında dört farklı hesap yöntemi kullanılarak beton yanal basınçları ve kalıp maliyetleri hesaplanmıştır. Maliyet hesaplamasında II.sınıf çam kalıp kerestesinin m³ maliyeti 350 YTL, ankraj çubuğu ise m³'si 10 YTL olacak şekilde programa girilmiştir.

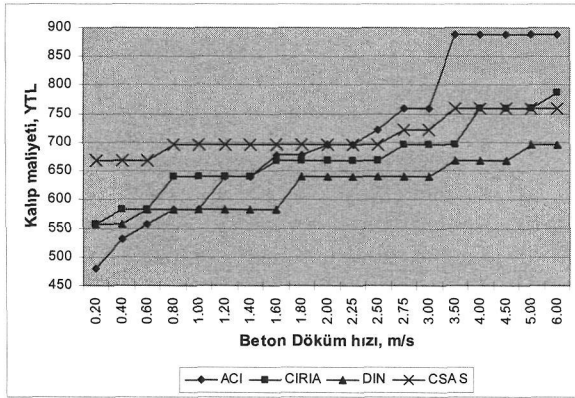
Hesaplama kullanılan kalıp boyutu ve diğer veriler aşağıda verilmiştir. Kalıp için gerekli olan veriler;

- Kalıp yüksekliği: 300cm, kalıp boyu: 500 cm, duvar kalınlığı: 30cm, elastisite değeri: 100000 kg/cm²(II. Sınıf Çam) ve destek elamanları: 5x 10 cm olarak girilmiştir.

Programın hesaplamış olduğu yanal basınç ve maliyet verileri Tablo 1’de verilmiştir. Ayrıca hesaplama sonuçları Şekil 9’da grafik olarak gösterilmiştir.

Tablo 1. Hazırlanan program ile hesaplanan beton yanal basıncı ve kalıp maliyeti verileri

| Beton Döküm hızı (m/h) | ACI | | CIRIA | | DIN | | CSA | |
|------------------------|--|----------------------|--|----------------------|--|----------------------|--|----------------------|
| | Maksimum yanal basınç (kN/m ²) | Kalıp Maliyeti (YTL) | Maksimum yanal basınç (kN/m ²) | Kalıp Maliyeti (YTL) | Maksimum yanal basınç (kN/m ²) | Kalıp Maliyeti (YTL) | Maksimum yanal basınç (kN/m ²) | Kalıp Maliyeti (YTL) |
| 0.20 | 11.35 | 480.01 | 22.24 | 557.52 | 22.00 | 557.52 | 41.21 | 668.04 |
| 0.40 | 15.51 | 532.02 | 26.26 | 583.03 | 23.00 | 557.52 | 43.16 | 668.04 |
| 0.60 | 19.66 | 557.52 | 29.33 | 583.03 | 24.00 | 583.03 | 44.65 | 668.04 |
| 0.80 | 23.81 | 583.03 | 31.91 | 641.04 | 25.00 | 583.03 | 45.88 | 695.05 |
| 1.00 | 27.97 | 583.03 | 34.18 | 641.04 | 26.00 | 583.03 | 47.03 | 695.05 |
| 1.20 | 32.12 | 641.04 | 36.23 | 641.04 | 27.00 | 583.03 | 48.03 | 695.05 |
| 1.40 | 36.27 | 641.04 | 38.10 | 641.04 | 28.00 | 583.03 | 48.95 | 695.05 |
| 1.60 | 40.43 | 677.65 | 39.84 | 668.04 | 29.00 | 583.03 | 49.81 | 695.05 |
| 1.80 | 44.58 | 677.65 | 41.74 | 668.04 | 30.00 | 641.04 | 50.64 | 695.05 |
| 2.00 | 50.60 | 695.05 | 43.01 | 668.04 | 31.00 | 641.04 | 51.39 | 695.05 |
| 2.25 | 52.31 | 695.05 | 44.82 | 668.04 | 32.25 | 641.04 | 52.29 | 695.05 |
| 2.50 | 53.92 | 722.05 | 46.52 | 668.04 | 33.50 | 641.04 | 53.10 | 695.05 |
| 2.75 | 55.53 | 759.07 | 48.13 | 695.05 | 34.77 | 641.04 | 53.96 | 722.05 |
| 3.00 | 57.15 | 759.07 | 49.68 | 695.05 | 36.00 | 641.04 | 54.73 | 722.05 |
| 3.50 | 72.00 | 887.26 | 52.55 | 695.05 | 38.50 | 668.04 | 56.17 | 759.07 |
| 4.00 | 72.00 | 887.26 | 55.20 | 759.07 | 41.00 | 668.04 | 57.55 | 759.07 |
| 4.50 | 72.00 | 887.26 | 57.66 | 759.07 | 43.50 | 668.04 | 58.83 | 759.07 |
| 5.00 | 72.00 | 887.26 | 59.96 | 759.07 | 46.00 | 695.05 | 60.00 | 759.07 |
| 6.00 | 72.00 | 887.26 | 64.13 | 787.57 | 51.00 | 695.05 | 62.28 | 759.07 |

**Şekil 9.** Beton döküm hızına bağlı olarak kalıp maliyetleri

6. SONUÇ

Betonarme kalıplarının tasarımı için AutoLISP yazılımından yararlanılarak hazırlanan tasarım programı ACI 347-78, CIRIA Report 108, DIN 18218 ve CSA S269.3'e göre hesap modellerini kapsamaktadır. Programın kullanım süreci; hesaplama modellerinin seçilmesi, standart eleman boyutlarının, kereste özelliklerinin, seçilen modelin parametrelerin ve beton özelliklerinin girilmesi gerektirmektedir.

Model parametrelerinin girilmesi ve işlem süreçlerinin yapılmasıyla;

1. Beton yanal basıncının hesaplanması,
2. Kalıp elemanlarının düzenlenmesi,
3. İki boyutlu kalıp planlarının çizilmesi,
4. Metraj ve maliyete ait çizelgenin oluşturulması,
5. Kalıp elemanlarının boyutlandırılması

işlemlerini gerçekleştirebilmektedir. Ayrıca; tasarım programı ile yapılan denemeler sonucunda düşük beton döküm hızlarında ACI 347-78 daha iyi sonuç verdiği, yüksek beton döküm hızlarında ise DIN 18218 daha uygun sonuç verdiği bulunmuştur. Kalıp maliyeti açısından da DIN 18218 en uygun sonuç verdiği görülmüştür.

Kaynaklar

1. Anthony, W.R., Stainer, P.J., "Concrete High Rises Offer Many Cost Advantages", Concrete Construction, vol:33, Pp 453-456, CekoCord, Oak Brook, Pg 81, 1988, USA
2. Arslan M., "Ahşap Kalıp Yüzey Malzemesinin Performansını Belirlemeye Yönelik Kriterlerin Saptanması Ve Geleneksel Yapım Çerçevesinde Karakavak Kerestesinin Kalıp Yüzey Malzemesi Olarak Kullanım Sınırlarını Belirlenmesi" Doktora tezi, G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 1994, Ankara.
3. Hanna, Award S., "Concrete Formwork systems", Marcel Dekker,1999, New York, USA
4. Altan M., , Betonarme Elemanlarda Kalıp, İ.T.Ü, İnşaat Fakültesi, sayı: 1500, 1992 İstanbul
5. Proverbs, P. O. and et al., 1998. "A Comparative Evaluation of Planning Engineers", Fromwork Productivity Rates in European Construction", Building and Environment, Vol. 33, No. 4, pp. 181-187.
6. Arslan, M. 2002. "Effect of Drainer Formworks on Concrete Lateral Pressure", Concruction and Building Materials, 16, pp. 253-259.
7. Huang and et al., 2000. "A Monitoring Method for Scaffold-Frame Shoring Systems for Elevated Concrete Formwork", Computers and Structures, 78, pp. 681-690.
8. Ghaib, A. A., and et al., 2001. "Mechanical Properties of Concrete Cast in Fabric

Formworks”, Cement and Concrete Research, 31, pp.1459-1465.

9. Güngör, İ., Kayacan M. C., Çankıran O., “Betonarme Yapılarda Ahşap Kalıp Malzemesinin Optimizasyonu”, Pamukkale üniversitesi mühendislik fakültesi mühendislik bilimleri dergisi, Yıl: 2006, Cilt: 12, Sayı: 1, Sayfa: 15-20., Denizli
10. Peurifoy.L, R., Oberlender D.,G., “Formwork For Concrete Structures” Third Edition, Pp: 35-135, 1996, USA
11. CIRIA Report 108., IB29 Formwork., information bülleten,1989,
12. American Concrete Institute., Guide to formwork for concrete, ACI manual of concrete practice, Publication No: ACI 347R-94,
13. Hund.,M.K.,“Formwork For Concrete” Special Publication No.4 5th ed., American Concrete Institute ,detroit,MI. 1989,USA
14. Arslan M., , Betonarme Elemanların Dayanıklılığı Üzerinde Araştırmalar, T.C. Başbakanlık D.P.T. Projesi, 1997, Ankara