

BETONARME PERDE KALIPLARIN BİLGİSAYAR ORTAMINDA TASARIMI

Gökhan DURMUŞ, Metin ARSLAN, Serkan SUBAŞI
G.Ü.Teknik Eğitim Fak., Yapı Eğitimi Bölümü, 06500 Teknikokullar, ANKARA
gdurmus@gazi.edu.tr, metina@gazi.edu.tr, subasi@gazi.edu.tr.

ÖZET

Kalıp; taze betona istenilen şekil ve boyutları vermek, kendisini taşıyacak duruma gelene kadar onu desteklemek için yapılan geçici bir yapıdır. Kalıp sisteminin tasarımında en önemli faktör taze betonun hidrostatik basıncıdır. Bu bakımdan beton hidrostatik basıncının belirlenmesinde etkin olan parametrelerin doğru analiz edilerek rasyonel kullanımı gerekmektedir.

Bu çalışmada; AutoLISP programlama dili kullanılarak betonarme perde kalıplarının tasarımını yapabilen bir bilgisayar programı hazırlanmıştır. Program, ACI 347, CIRIA Report 108, DIN 18218 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.

Anahtar kelimeler: Kalıp, Yanal Basınç, AutoLISP, AutoCAD, Beton

COMPUTER AIDED DESIGN WALL FORMWORKS FOR REINFORCED CONCRETE

ABSTRACT

Formwork can be described as a temporary structure that is used to give desired dimensions, shape to fresh concrete and to support it. The most important factor for the design of formworks is the hydrostatic pressure of fresh concrete for this reason it is important to use rational parameters that are effective for the determination of hydrostatic pressure of fresh concrete.

In this study a computer code that can design formworks of reinforced concrete walls was designed by using AutoLISP. Code can perform calculations by using methodologies proposed by ACI 347, CIRIA Report 108, DIN 18218. By using one of these methodologies, the code can perform determination of formwork elements cross section, preparation of formworks technical draws, cost analysis calculation.

Key words: Formwork, Lateral Pressure, AutoLISP, AutoCAD, Concrete

1. Giriş

Yapay zekanın uygulandığı alanlardan biri de uzman sistemler olarak bilinmektedir. Bu tür sistemler, beynin işlevini yerine getirerek bir yöntem oluşturmak ve bu yöntemi modellemek için tasarlanan sistemler olarak görülmektedir. Uzman sistemler bilgi işleme yöntemindeki farklılık ve uygulama alanları nedeniyle çeşitli bilim dallarında kullanılabilir. Özellikle üretim yöntemlerinin optimisasyonu, ürün analizi, kalite analizi ve kontrolü, planlama ve yönetim analizi gibi alanların yanı sıra son yıllarda yapı elemanlarının tasarımı da kullanıldığı görülmektedir [1].

Betonarme yapı üretim sistemi içerisinde önemli bir yere sahip olan kalıp, betonla doğrudan temas halinde bulunan esas materyal ve bütün gerekli taşıyıcı-destekleyici yapıyı kapsar. Düşey kalıp yüzeyine (perde, kolon vb.) betonun hidrostatik basıncının kalıp tasarımında en etkin faktör olduğu bilinmektedir. Diğer taraftan düşey kalıp yüzeyine tesir eden hidrostatik beton basıncının oluşmasında etkin olan faktörler; betonun yoğunluğu, beton yerleştirme hızı, sıkıştırma metodu, beton sıcaklığı, kalıp yüksekliği olarak bilinmektedir [2,3].

Betonarme bir yapıda kaba inşaat maliyetinin büyük bir kısmını kalıp maliyeti teşkil eder. İstatistik bilgilerine göre kaba inşaat maliyetinin ortalama % 45'i işçilik, %55'i malzeme maliyetidir. Kalıbın toplam işçilik maliyetindeki maliyet oranı % 50 ve kalıbın amortisman kısmı ile ele alınacak olursa, malzeme maliyetinin % 10'unu oluşturur. Bu durumda kalıp işçiliğinde, işçilik maliyetlerini azaltacak önlemlerin alınması uygun olacaktır. Eğer her bir yapının maliyet değerleri göz önüne alınacak olursa kalıp işçilik bedelin toplam işçilik bedeline oranı %30-60 arasındadır. Bu oranın büyük oluşu kalıp işçilik bedelinin maliyet faktörüne önemli derecede etkilediği görülmektedir [4]. Bu nedenle, rasyonel bir yaklaşımla, kalıp elemanlarının optimum boyut ve sıklıklarda tasarlanmasının kalıp maliyetlerini azaltacağı düşünülmektedir.

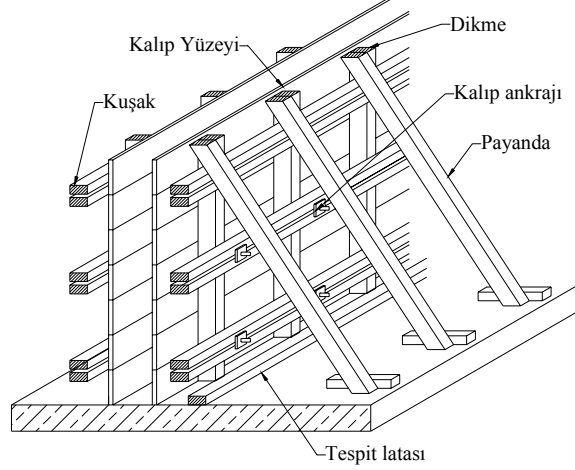
Betonarme yapı üretiminde, genişlikleri yüksekliklerinin 5 katından fazla olan kolonlar, perde olarak adlandırılmaktadır. Perde kalıbının tasarımında etkin faktörler: Perde duvarın yüksekliği, genişliği, kalınlığı, kesit geometrisi, eğimi, plandaki eğriliği, birleşim yeri, biçimleri ve rezervasyon boşluklarıdır. Perde kalıp konstrüksiyonlarının oluşturulmasında, beton yanal basıncın elemanlara dengeli bir şekilde aktarılması sistemin dengesinin sağlanması temel faktör olarak görülmektedir [4].

Bu çalışmanın amacı; taze betonun düşey kalıp yüzeylerine yapmış olduğu yanal basıncın yanısıra yerleştirme hızı, sıkıştırma metodu, sıcaklığı ve yüksekliği esas alınıp, AutoLISP programlama dili kullanılarak betonarme perde kalıplarının tasarımını yapabilen bir bilgisayar programı hazırlanmıştır.

2. Kalıp Elemanları

Betonarme perde kalıpları Şekil 1'de görüldüğü gibi, kalıp yüzeyleri, dikmeler, tespit lataları, kuşaklar, kalıp ankarajları ve payandalardan oluşmaktadır. Kalıp yapımında ahşap, ahşap ürünleri, çelik ve alüminyum gibi malzemeler kullanılmaktadır [5].

Ahşap ve ahşap ürünleri yoğunluğunun az, mekanik mukavemetlerinin yüksek, ısı iletisi kat sayısının düşük ve işçiliğinin kolay olması nedeniyle kalıp yapımında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu nedenle ile çalışmada II sınıf cam kerestesi verileri esas alınarak kesit tayinleri yapılmıştır.



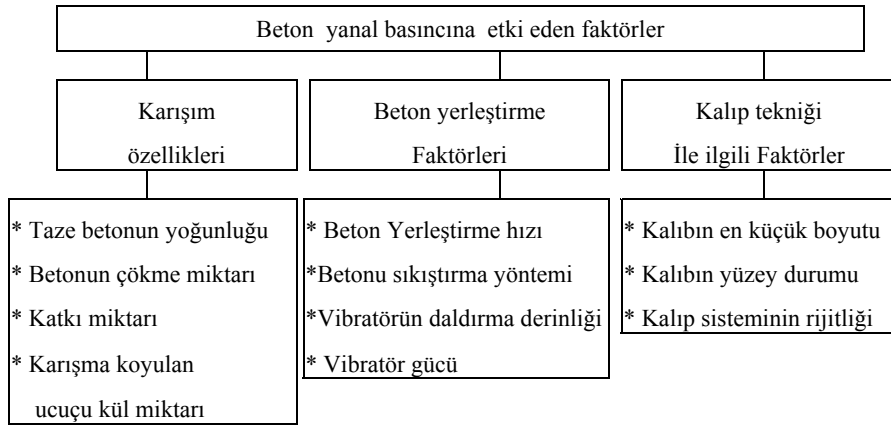
Şekil 1. Perde duvar kalıbı örneği

3. Kalıp Tasarım Parametreleri

Kalıp yüzeyine etki eden beton yanal basıncının şiddetini etkileyen faktörler Şekil 2'de görülmektedir. Bu faktörler önem sıralarına göre;

1. Betonun yoğunluğu,
2. Betonun yerleştirme hızı,
3. Beton sıkıştırma metodu,
4. Beton sıcaklığı,
5. Beton yüksekliği,

olarak bilinmektedir [6]. Diğer taraftan beton yanal basıncına etkileyen faktörler ve bunların alt süreçleri Şekil 2'de görülmektedir.



Şekil 2. Kalıplarda beton yanal basıncına etki eden faktörler ve alt süreçleri

Tasarım programında; taze beton yoğunluğu, beton yerleştirme hızı, kalıbın en küçük boyutu ve kalıbın yüzey durumu hakkındaki bilgiler kullanıcı tarafında bilgisayara girilmektedir.

3.1. Betonun yoğunluğu

Betonun yoğunluğunun kalıba gelen basınca direkt etkisi vardır, çünkü bir akışkanın herhangi bir noktasındaki hidrostatik basınç, akışkanın yoğunluğu ile doğrudan ilgilidir. Taze beton, vibratör işlemine tutulduğu zaman sıvıların davranışına yakın davranış göstermektedir [7]. Tasarım programında taze betonun yoğunluğu 2400 gr/cm³ olarak kabul edilmiş ve bütün hesaplamalarda bu değer kullanılmaktadır.

3.2. Beton yerleştirme hızı

Betonun kalıp içindeki ortalama yükselme hızı, beton yerleştirme hızı olarak kabul edilmektedir. Beton kalıpta yükseldikçe herhangi bir noktadaki yanal basınç bu nokta üzerindeki beton derinliğine bağlı olarak artar. Betonun katılaşmaya başlamasıyla azalma eğilimine giren yanal basınç betonun sertleşmesiyle sona erer. Yerleştirme hızı, yanal basınç üzerine birinci dereceden etkilidir ve yanal basınç yerleştirme hızı ile doğru orantılıdır. Yanal basıncın üst limiti ise betonun tam sıvı olarak kabul edilmesi halidir [8].

Tasarım programında betonu yerleştirme hızı kullanıcı değişkenli olarak bilgisayara girilmektedir.

3.3. Beton sıkıştırma metodu

Betonun sıkıştırma işleminde şişler, tokmaklar ve vibratörler kullanılmaktadır. Sıkıştırma işlemleri, kaba ve ince agreganın kümeleşmemesi, beton içerisinde hava boşlukların azaltılması, her beton döküm tabakasının bir alt tabaka ile karışarak bağlanmasının sağlanması, çelik donatı çevresi beton ile tam olarak sarılması ve kalıpla temas halinde olan beton yüzeylerinde yeterince ince malzeme birikerek düzgün bir beton yüzeyi elde edilmesi amacı ile yapılır [9].

Tasarım programında, betonun vibratörlerle iyice sıkıştırıldığı kabul edilmiştir.

3.4. Beton sıcaklığı

Beton yanal basıncı üzerine beton iç sıcaklığının önemli bir faktör olduğu bilinmektedir. Çünkü betonun düşük sıcaklıklarda sertleşmesi daha uzun zaman alır ve dolayısıyla taze betonun yapmış olduğu basınç süreci artmış olacaktır [8].

Tasarım programında uygulanacak standardın içerisindeki formül gereği kullanıcının değiştirmesine olanak sağlayacak şekilde düzenlenmiştir.

3.5 Beton yüksekliği

Kalıp yüksekliği fazla olan perde duvar ve kolonlara beton dökümü sırasında, çoğu zaman beton karışım suyunun yüzeye çıktığı görülür. Beton karışım suyunun yüzeye çıkmasını önlemek için beton dökme hızını yavaşlatmak gerekmektedir[10]. Bilindiđi gibi beton yüksekliği artıkça tabanda oluşan yanal basınç şiddeti de artar.

Tasarım programında kalıp yüksekliğini maksimum 15 m boyutunda genişliğini ise sınırsız olarak girilebilmektedir.

4. Alternatif Yanal Basınç Hesaplama Yöntemleri

Taze betonun kalıp yüzeyine yapmış olduğu yanal basıncın hesaplanmasında farklı yaklaşımlar görülmektedir. Bunların en yaygın olarak kullanılanları ACI 347-78, CIRIA Report 108, DIN 18218, Gardner J., Department of Main Roads, Ertingshausen, Specth, Fransız ve Belçika kayar kalıp üreticileri, tarafından önerilen hesap yöntemleridir[6].

Tasarım programı, beton yanal basıncın hesaplaması için kullanıcıya ACI 347-78, CIRIA Report 108, ve DIN 18218 gibi seçenekler sunmaktadır.

4.1. ACI 347-78'e göre beton yanal basıncı

ACI 347-78, betonarme perde duvar kalıpları üzerine gelen yanal basıncı hesaplanmasında; beton içerisinde herhangi bir katkı olmayan çimento ile üretilmiş ve maksimum çökmesi 10-15 cm olan 2400 kg/m³ birim ağırlığına sahip betonu esas almaktadır [1].

Kalıbın, yüzeyine gelen beton yanal basıncına göre dizaynı için;

$$P_m = 0,073 + \frac{8 * R}{T + 17,8} \quad \text{beton döküm hızı } R < 2 \text{ m/h}$$

$$P_m = 0,073 + \frac{11,78}{T + 17,8} + \frac{2,49 * R}{T + 17,8} \quad \text{beton döküm hızı } R = 2-3 \text{ m/h}$$

formülleri önerilmektedir.

Formülde;

P_m = Maksimum yanal basınç, (kg/m²)

R = Beton döküm hızı, (m/h)

T = Taze beton sıcaklığı (°C)

olarak verilmektedir.

4.2. Ciria Report 108'e göre beton yanal basıncı

Bu rapora göre kalıplarda maksimum beton yanal basıncının hesaplanmasında;

$$P_{b \max} = \gamma_b \left[C_1 \sqrt{V_b} + C_2 \cdot k \sqrt{h - C_1 \sqrt{V_b}} \right]$$

formülünün kullanımı önerilmektedir.

Formülde ;

P_{\max} =beton yanal basıncı, kN/m²

C_1 = 1,0 perde kalıplarında

= 1,5 kolon kalıplarında

C_2 =0,3-0,6 çimento cinsi ve katkı maddelerine bağlı katsayısı,

γ_b = kN/m³ olarak beton birim hacim ağırlığı,

h = kalıp yüksekliği(betonlama yüksekliği), (m)

$$k = \left(\frac{36}{T + 16} \right)^2 \text{ sıcaklık katsayısı,}$$

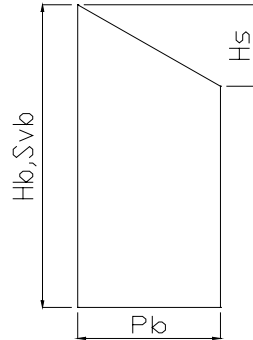
V_b =beton döküm hızı [m/h],

T = taze beton sıcaklığı [°C],

olarak verilmektedir [12].

4.3. DIN 18218'e göre beton yanal basıncı

DIN 18218'de taze beton yanal basınçlarının hesabında beton sınıfları, betonlama hızı, beton birim ağırlığı, priz süresi, vibrasyon durumu gibi parametreler esas alınmaktadır. Taze beton yanal basıncının kalıp yüksekliği boyunca dağılımı Şekil 3'de görülmektedir.



P_b = Maksimum basınç
 H_s = Hidrostatik basınç
yüksekliği

Şekil 3. DIN 18218'göre taze beton yanal basınç dağılımı

P_b = maksimum basınç değeri ve h_s hidrostatik basınç yüksekliği, beton sınıflarına ve V_b betonlama hızına bağlı olarak Çizelge 1'deki diyagramdan alınır. Diyagramda

verilen şartlardan birinin veya birkaçının değişmesi durumunda P_b Çizelge 2 alınan katsayılar yardımıyla düzeltilir [7].

Beton sınıfı	Saat olarak priz gecikme süresi	
	5	15
K1	1.15	1.45
K2	1.25	1.80
K3	1.40	2.15

Çizelge 1. Priz gecikme katsayısı

$K1 = 5 V_b + 21$; Kuru beton kıvamındaki taze betonun yapmış olduğu yanıl basınç

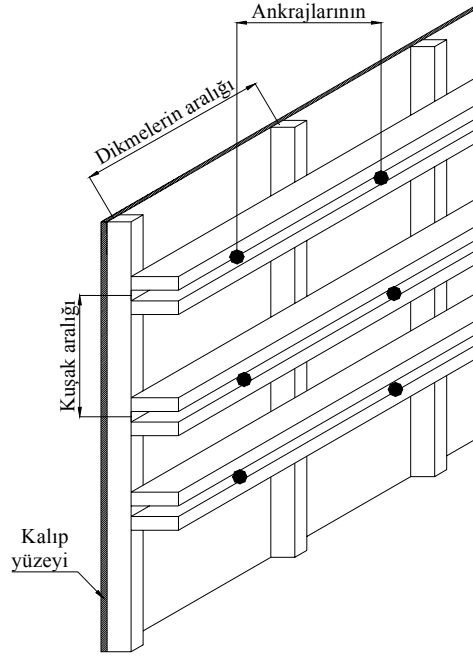
$K2 = 10 V_b + 19$; Plastik beton kıvamındaki taze betonun yapmış olduğu yanıl basınç

$K3 = 17 V_b + 19$; Akıcı beton kıvamındaki taze betonun yapmış olduğu yanıl basınç

γ_b kN/m ³	α	γ_b kN/m ³	α
10	0.40	24	0.96
12	0.48	25	1.00
14	0.56	26	1.04
16	0.64	28	1.12
18	0.72	30	1.20
20	0.80	35	1.40
22	0.88	40	1.60

Çizelge 2. DIN 18218'e göre maksimum taze beton basınçlar

5. Perde Duvar Kalıbın Tasarımı



Şekil 4. Perde duvar kalıbı elemanları ve statik açıklıkları

Kalıp tasarımının işlem sırası;

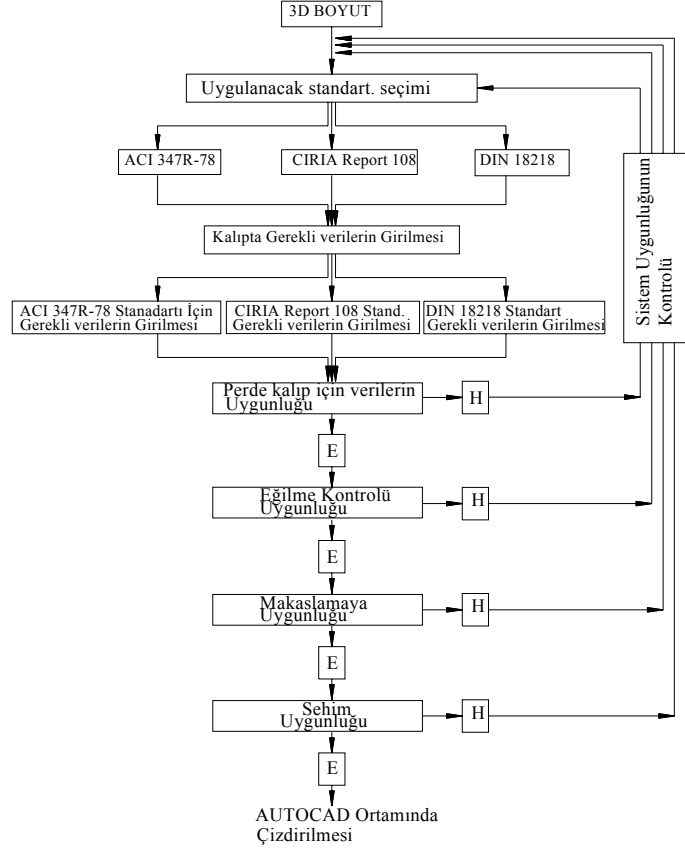
- Betonun yoğunluğu, beton yerleştirme hızı, sıkıştırma metodu, beton sıcaklığı, kalıp yüksekliği ve betonun maksimum yanıl basıncın belirlenmesi.
- Dikme aralıkların belirlenmesi (kontrplağın eğilme ve sehim hesapları yapılarak belirlenmesi).
- Kuşak aralıkların belirlenmesi (dikmelerin eğilme ve sehim hesapları yapılması).
- Dikme ve kuşak elemanlarının mukavemetin kontrol edilmesi,
- Kuşakların taşıyamadığı dayanımlarının basıncına göre ankraj çubuklarının aralık ve kalınlıklarının belirlenmesi.

şeklinde gerçekleştirilmektedir [13].

5.1. AutoLISP Tabanlı Tasarım Programının Hazırlanması

LISP, yapay zeka çalışmalarında kullanılan bir programlama dilidir. List Processing'in (liste İşleme) kısaltılmış ifadesidir. AutoLISP ise LISP'in AutoCAD ile kullanılabilir şekilde uyarlanmış halidir. AutoLISP sayesinde kullanıcılar AutoCAD'e yeni komutlar ekleyerek, kişiselleştirebilmekte dolayısıyla ondan artan bir verim elde edebilmektedir [14].

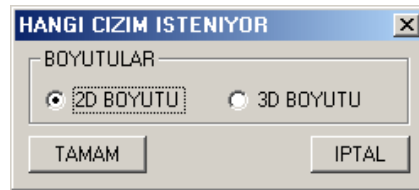
AutoCAD, iki ve üç boyutlu tasarımı imkan vermesinin yanında kullanıcıların tasarım sistemine yeni özellikler kazandırmasına imkan vermektedir. Bu özellikler esas alınarak program çerçevesi çizilmektedir [15]. Şekil 5’de perde duvar kalıbın algoritması görülmektedir.



Şekil 5 AutoLisp programının 3D programının betonarme perde kalıp programın algoritması

5.2. AutoLISP Tabanlı Tasarım Programının Uygulanması

Hazırlanan AutoLisp Programının yüklenmesi bittikten sonra Şekil-6’daki dialog kutusu açılır.



Şekil 6. Çizdirilecek Boyutun seçilmesi

Yaptırılacak çizimin boyut türü seçildikten sonra tamam butonuna basılarak Şekil 7'deki dialog kutusuna geçilir.

Bu çizelgenin

- İlk kısmında; ACI 347-78, CIRIA Report 108 ve DIN 18218' göre beton yanal basınçın hesaplanmasında kullanılan hesaplama yöntemleri bulunmaktadır. Kullanıcı tarafından bunlardan herhangi biri seçilerek işlem yaptırılabilir.
- İkinci kısmında; uygulanacak kalıp boyutları hakkında bilgiler girilmektedir. Bunlar, kalıbın yüksekliği, boyu ve perde betonun kalınlığıdır.
- Üçüncü kısmında; beton yanal basınca karşı yüzey kaplama malzemesinin ahşap liflerinin dik ve/veya paralel olma durumunun kullanıcı tarafından seçilmesi.
- Dikme ve kuşaklarda kullanılan ahşap malzemenin eni ve boyu hakkında bilgiler girilir.
- Dördüncü kısımda ise yüzey kaplama malzemesi birim fiyatı, dikme malzemesinin birim fiyatı, ankraj çubuklarının fiyatları girilerek bu dialog kutusuna ilişkin bilgiler tamamlanır (Şekil 7).

Şekil 7. Betonarme perde kalıp dizaynı için gerekli veriler

Tamam butonuna basıldıktan sonra Şekil 7'de görülen hesaplama yöntemlerini gösteren dialog kutuları ekranda görülür.

Bu dialog kutularının;

1. Şekil 8'da görülen dialog kutusu ACI 347-78 hesap yöntemlerine ilişkin parametreler içermektedir. Bu parametreler, beton döküm hızı ve sıcaklığı olarak görülmektedir.

A.C.I. 347-78 PERDE KALIP DIZAYNI

A.C.I. 347-78 KALIP DEGERLERI

KUTLE BETONLARDA:

Vb =

T =

PERDE BETONLARDA:

Vb =

T =

KOLONLARDA:

Vb =

T =

Vb= Betonlama hizi m/h
T=Sicaklik °C

TAMAM IPTAL

Şekil 8. ACI 347-78 göre beton yanıl basınç için gerekli veriler

2. Şekil 9'da görülen dialog kutusu CIRIA report 108 göre beton yanıl basıncı hesaplama yöntemlerini içermektedir. Dialog kutusu parametreleri iki bölüme ayrılmıştır.
 - a) Birinci grupta; beton yoğunluğu, duvar katsayısı ve çimento çeşidi yer almaktadır.
 - b) İkinci grupta; betonun döküm hızı ve sıcaklığı görülmektedir.

CIRIA report 108, PERDE KALIP DIZAYNI

FORMULDEKI KATSAYILAR

Lb = BETON YOGUNLUGU KN/m³

C1 = DUVAR ICIN KATSAYI (1.0) YAZINIZ

C2 = PORTLAND CIMENTOSU (0.3) YAZINIZ

DEGISKEN PARAMETRELER

T = BETON YERLESTIRME SICAKLIGI °C

Vb = BETONUN YERLESTIRME HIZI (m/h)

BU DEGERLER CIRIA REPORT 108'DEN ALINMISTIR

TAMAM IPTAL

Şekil 9. CIRIA report 108 göre beton yanıl basıncını etkileyen değerler

3. Şekil 10'da DIN 18218 göre beton yanıl 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 BETON KIVAMI

Vb = 0.0000

$K1=5Vb+21 \text{ kN/M}^2$

PLASTİK BETON KIVAMI

Vb = 0.0000

$K1=10Vb+19 \text{ kN/M}^2$

AKICI BETON KIVAMI

Vb = 0.0000

$K1=14Vb+18 \text{ kN/M}^2$

Beton Birim ağırlığı 25kN/M³

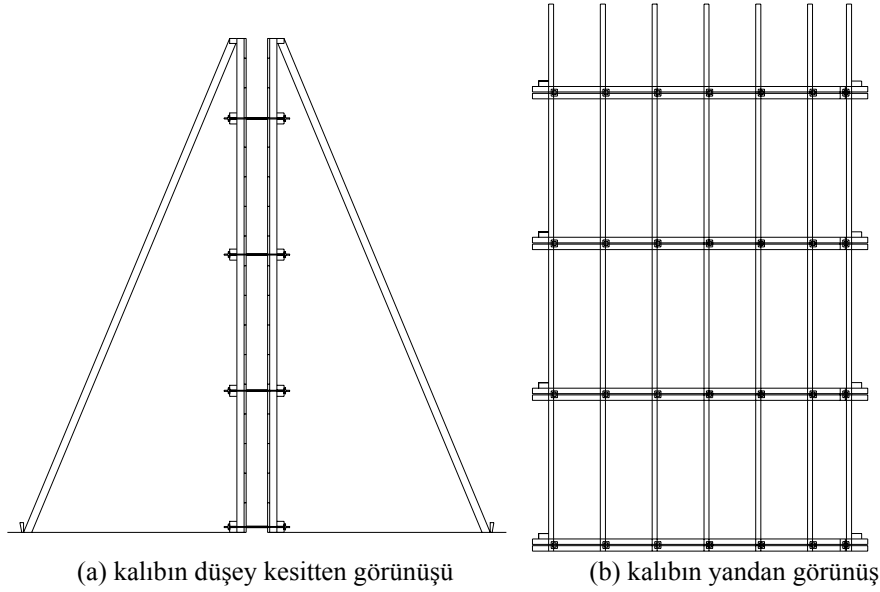
Taze Beton sıcaklığı 15°C

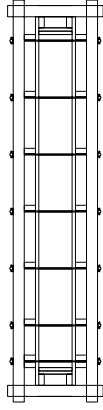
Priz Süresi 5 saat

TAMAM IPTAL

Şekil 10. DIN 18218 göre beton yanal basınç 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. Çalışması bitince kalıbın kesitten görünüşü, üst görünüş, yan görünüşünü ve metrajını hesaplayarak çizme işlemini bitirecektir (Şekil 11)





	METRAJ		MALİYET
KAPLAMA KERESTESİ (en x boy).....: 3 30	0.9	m ²	20250000 TL
YATAY ve DUSEY KIRISLER (en x boy).....: 5 10	0.85	m ²	191250000 TL
ANKRAJ CUBUGU (CAP).....: Ø 10	23.04	m	230400000 TL
MERKEZDEN MERKEZE DIKME ARALIGI(DUSEY).....:	51.28	cm	
MERKEZDEN MERKEZE KUSAK ARALIGI(YATAY).....:	137.81	cm	
MAKSIMUM BETON YANAL BASINCI.....:	853.92	kg/m	
EGILME GERILMESI.....:	62.38	kg/cm ²	
MAKASLAMA GERILMESI.....:	3.65	kg/cm ²	
SEHİM DEGERI.....:	0.2	cm	

c) kalıbın üstten görünüşü

d) kalıbın maliyetinin hesap tablosu

Şekil 11. Tasarım çıktısının AutoCAD ortamında çizdirilmiş durumunun ayrı ayrı gösterimi

A, b, c, d seçeneklerindeki şekiller, AutoCAD ortamındaki tek bir sayfada görülmektedir.

6. Sonuç

Perde duvar kalıplarının tasarımı için AutoLISP yazılımından yararlanılarak hazırlanan tasarım programı ACI 347, CIRIA Report 108 ve DIN 18218 hesap modellerini kapsamaktadır.

Programın kullanım süreci;

- Hesaplama modellerinin seçilmesi,
- Standart eleman boyutların girilmesi,
- Kereste özelliklerinin girilmesi,
- Birim fiyatların girilmesi,
- Seçilen modelin parametrelerin girilmesi,
- Beton özelliklerinin girilmesi,

işlemlerini gerektirmektedir.

Model parametrelerinin girilmesi ve süreç işlemlerin 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;

- Programın düzgün çalışması için kullanıcıya yardımcı olan uyarı mesajları verilmektedir.

KAYNAKLAR

1. Kayır, Y., Gülesin, M., Makine Tasarım Teorisi ve Modern İmalat Yöntemleri Konferansı, G.Ü Teknik Eğitim Fakültesi, 1997, Ankara
2. Anthony, W.R., Stainer, P.J., "Concrete High Rises Offer Many Cost Advantages", Concrete Construction, vol:33, Pp 453-456, CecoCord, Oak Brook, Pg 81, 1988, USA
3. 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.
4. Altan M., , Betonarme Elemanlarda Kalıp, İ.T.Ü, İnşaat Fakültesi, sayı: 1500, 1992 İstanbul
5. Peurifoy.L, R., Oberlender D.,G., "Formwork For Concrete Structures" Third Edition, Pp: 35-135, 1996, USA
6. Altan M.;Aydoğan M., Düşey Kalıp Yüzeyine Teki Eden Taze Beton Basıncının Hesabı Hakkında,IMO Teknik Dergi, Yazı 38, 529-537, 1992, Ankara
7. Hund.,M.K.,,"Formwork For Concrete" Special Publication No.4 5th ed., American Concrete Institute ,detroit,MI. 1989,USA
8. Kawai, Toru; *Kuroda, Yasuhiro; Mukawa, Yoshihiro*; *Source: Experimental study on the properties of highly flowable concrete using low heat generating cement, ; Doboku Gakkai Rombun-Hokokushu/Proceedings of the Japan Society of Civil Engineers , , n 462 pt 6-18, Mar, Publ by Japan Soc of Civil Engineers, Tokyo, Jpn, p 111-120, 1993, JAPAN*
9. Arslan M., , Betonarme Elemanların Dayanıklılığı Üzerinde Araştırmalar, T.C. Başbakanlık D.P.T. Projesi, 1997, Ankara
10. Arslan M.,Beton (Dökümü,Kalıpları,Kusurları,Dayanıklılığı) s:60-65, s: 110-20, Atlas yayıncılık ., 2001, İstanbul.
11. ACI. Committee 439.3R,mechanical concrete of reinforcing bars, ACI manual of concrete practice part 3, ACI Committee, 2000, USA
12. CIRIA Report 108., IB29 Formwork., information bülletini,1989,
13. Peurifoy.L, R., Oberlender D., G, "Formwork For Concrete Structures" Third Edition, 1996, USA
14. Çıkış, E., AutoLISP, Türkmen yayınevi, s:1, 1994, İSTANBUL
15. Çetinkaya, K., Başak, H., Uygulamalı AutoLISP ve DCL ile programlama, Seçkin Yayınevi, mart 1999, ANKARA.