

**AHŞAP BETONARME PERDE KALIPLARININ BİLGİSAYAR
ORTAMINDA TASARIMI**

125984

GÖKHAN DURMUŞ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
YAPI EĞİTİMİ**

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**AĞUSTOS-2002
ANKARA**

125984

Gökhan DURMUŞ tarafından hazırlanan “AHŞAP BETONARME PERDE KALIPLARININ BİLGİSAYAR ORTAMINDA TASARIMI” adlı bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.



Prof. Dr. Metin ARSLAN

Tez Yöneticisi

Bu çalışma jürimiz tarafından Yapı Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan

: Prof. Dr. Metin Arslan



Üye

: Doç. Dr. Recep Kani



Üye

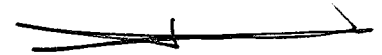
: Yrd. Doç. Dr. Deman Şimşek, M. Sıkel

Üye

.....

Üye

.....



Bu tez, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez Yazım kurallarına uygundur.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	iv
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. BETONARME PERDE KALIPLARI.....	3
2.1. Betonarme Perde Kalıp Konstrüksiyonları.....	3
2.2. Kalıp Malzemeleri.....	7
2.2.1. Kalıp keresteleri.....	7
2.2.2. Kontrplak.....	9
2.2.2.1 Yüksek yoğunluklu kaplama kontrplak.....	12
2.2.2.2. Kontrplaklara destek olarak kullanılan dikmelerin maksimum genişliği.....	16
2.2.3. Metaller.....	17
2.3. Kalıp Elemanları.....	18
2.3.1. Kalıp yüzeyleri.....	18
2.3.1.1. Ahşap kalıp yüzeyleri.....	18
2.3.1.2. Ahşap keresteleri.....	22
2.3.1.2.1. Kerestelerdeki müsaade edilen gerilmeler.....	22
2.3.1.2.2. Nem içeriği ayarlama faktörleri.....	25
2.3.2. Kalıplarda kullanılan bağlama elemanları.....	25
2.3.2.1 Germe teli ile bağlama.....	26
2.3.2.2 Kalıp ankrajı ile bağlama.....	27
2.3.3. İskele elemanları.....	29
2.3.3.1 Ahşap iskeleler.....	29
2.3.3.2 Çelik iskeleler.....	29
3. BETON YANAL BASINCI.....	30
3.1. Beton Yanal Basıncını Etkileyen Faktörler.....	30
3.1.1. Betonun ağırlığı.....	31
3.1.2. Betonu yerleştirme hızı.....	31
3.1.3. Betonun sıkıştırma metodu.....	31
3.1.4. Beton sıcaklığı.....	34
3.1.5. Beton derinliği (yüksekliği).....	34
3.1.6. Diğer faktörler.....	35
3.2. Beton Yanal Basıncının Hesaplama Teknikleri.....	35
3.2.1. ACI 347-78'e göre beton yanıl basıncı.....	36
3.2.1.1 Betonarme perde duvar kalıpları üzerine gelen beton yanıl basıncı.....	36

3.2.2.	Ciria Report 108'e göre beton yanal basıncı	38
3.2.3.	DIN 18218'e göre beton yanal basıncı.....	42
3.2.4.	Gardner J.'ye göre beton yanal basıncı	45
3.2.5.	Department Of Main Roads göre beton yanal basıncı	48
3.2.6.	Ertingshause göre beton yanal basıncı	49
3.2.7.	Spect'e göre beton yanal basıncı.....	50
3.2.8.	Fransız ve belçika kayar kalıp inşaatçılarına göre beton yanal basıncı.....	50
4.	TASARIM TEKNİKLERİ.....	52
4.1.	Kalıp Tasarımında Kullanılan Eşitsizlikler	52
4.1.1.	Kirişlerdeki eğilme momentlerinin incelenmesi	53
4.1.2.	Kirişlerde eğilme gerilmesi.....	55
4.1.2.1	Eğilme elemanların dengesi.....	57
4.1.3.	Kirişlerdeki yatay makaslama gerilmesi.....	58
4.1.3.1	Kirişin, yatay kesmedeki birim gerilme hesabını değiştirilme metodu.....	59
4.1.4.	Kirişlerin sehim.....	61
4.1.5.	Kirişlerin eğilim momenti , kesme ve sehim tablosu	63
4.1.6.	Açıklık tayini	63
4.1.6.1	Düzgün yayılı yükle tek açıklıklı elamanların uzunluk tayini.....	63
4.1.6.2	Düzgün yayılı yük altında iki ve daha fazla açıklıklı kirişlerde açıklıklar..	66
4.1.7.	Kontrplaklarda gerilmeler ve sehim.....	67
4.1.8.	Kontrplaklarda eğilme gerilmesine bağlı olarak izin verilebilecek yükler..	67
4.1.9.	Dikmelere gelen yükler ve basınç gerilmesi.....	71
4.2.	Beton Duvar Kalıbının Tasarımı	76
5.	AUTOLISP KULLANILARAK BETONARME PERDE KALIPLARIN BİLGİSAYAR DESTEKLİ PARAMETRİK TASARIMI.....	77
5.1.	Programın Hazırlanması	78
5.2.	Tasarım Programının Yüklenmesi	80
5.3.	Tasarım Programının Kullanımı	81
5.4.	Programın Düzgün Çalışması İçin Hata Mesajları.....	85
6.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	87
	KAYNAKLAR.....	88
	EKLER.....	91
	ÖZGEÇMİŞ.....	98

AHŞAP BETONARME PERDE KALIPLARIN BİLGİSAYAR**ORTAMINDA TASARIMI****(Yüksek Lisans Tezi)****Gökhan DURMUŞ****GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Ağustos 2002****ÖZET**

Bu çalışmada, AutoLISP kullanılarak ACI 347, CIRIA Report 108, DIN 18218'e hesap modellerinin öngördüğü yanal basınç parametrelerini tanıtan bir bilgisayar programı geliştirilmiştir. Bu program hesaplama modellerine göre; beton yanal basıncın hesaplanması, kalıp elemanların düzenlenmesi, iki boyutlu kalıp planlarının çizilmesi, kalıp elemanların ölçülendirilmesi, kalıbın üç boyutlu katı modelinin çizilmesi ve metraj ve maliyet çizelgesi hazırlanması işlemlerinin gerçekleştirebilmektedir.

Ayrıca hesap model verilerinin karşılaştırılması sonucunda; düşük beton döküm hızlarında ACI 347, yüksek beton döküm hızlarında ise DIN 18218 hesap modelinin kullanılması önerilmiştir.

Bilim Kodu : 2251101

Anahtar Kelimeler : Beton yanal basınç, Ahşap kalıp, AutoCAD, AutoLISP

Sayfa Adedi : 98

Tez Yöneticisi :Prof. Dr. Metin ARSLAN

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

**COMPUTER AIDED DESIGN OF WOODEN FORMWORKS
FOR CONCRETE
(M.Sc.Thesis)**

Gökhan DURMUŞ

**GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
August 2002**

ABSTRACT

In this thesis, the computer software to calculate, lateral concrete pressure according to ACI 347, CIRIA Report 108 and DIN 18218 methods was developed using AutoLISP. This software can calculate lateral concrete pressure, determine optimum dimensions and spacing of formwork members it can produce 2D and 3D drawings of the formwork and it can also calculate cost of the proposed formwork.

As a result of comparative studies, it was proposed to use ACI 347 method for low concrete filling rates, and DIN 18218 methods for high concrete filling rates.

Science Code : 2251101
Key Words : Wood formwork, Concrete lateral pressure, AutoCAD, AutoLISP
Number of page : 98
Thesis Adviser :Prof. Dr. Metin ARSLAN

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım süresince bilgi ve tecrübesiyle beni yönlendiren değerli hocam Prof. Dr. Metin ARSLAN'a, desteğini esirgemeyen saygıdeğer hocam G.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Eğitimi Bölüm Başkanı Prof. Dr. M. Haluk ÇELİK'e, Program yazılması sırasında yaptıkları yardımlarla bana destek olan Araştırma Görevlisi Dr. Hüdayim BAŞAK'e, tez çalışması sırasında Yapı Eğitimi Bölümü Öğretim üyesi Yrd.Doç. Dr. Osman ŞİMŞEK'e, yardımlarından dolayı çalışma arkadaşlarım Araştırma Görevlisi Nihat IŞIK'a, Araştırma Görevlisi Serkan SUBAŞI'na, bütün Yapı Bölümü öğretim elemanlarına, ayrıca Nurcan EMUCE'ye teşekkürlerimi bir borç bilirim.



ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Kereste boyutları (TS 51)	8
Çizelge 2.2. 30 cm enli kontrplağın etkin parça modülleri	10
Çizelge 2.3. Kontrplak için müsaade edilen gerilmeler.....	11
Çizelge 2.4. 30 cm enli kontrplağın etkin parça özellikleri	13
Çizelge 2.5. Playform için müsaade edilen gerilmeler kg/cm^2	14
Çizelge 2.6. Yüzey liflerinin desteklere dik olması durumunda, birinci sınıf kontrplakların öngörülen maksimum basınçları kg/m^2	15
Çizelge 2.7. Yüzey liflerinin desteklere paralel olması durumunda, birinci sınıf kontrplakların öngörülen maksimum basınçları kg/m^2	15
Çizelge 2.8. Yüzey liflerinin desteklere dik olması durumunda, yapısal I kontrplakların öngörülen maksimum basınçları kg/m^2	16
Çizelge 2.9. Yüzey liflerinin desteklere paralel olması durumunda, yapısal I kontrplakların öngörülen maksimum basınçları kg/m^2	16
Çizelge 2.10. 2. Sınıf güney çamı ve 2. sınıf dauglas çamından yapılan kontrplak desteklerinin maksimum açıklıkları.....	17
Çizelge 2.11. Dört yan yüzeye ait kuru kerestenin($\text{nem} < \%19$) özellikleri.....	20
Çizelge 2.12. $\%19$ dan düşük nem oranı ile Sarı çam keresteler için tasarım değerleri ($\text{nem} < \%19$)	23
Çizelge 2.13. Nem oranının $\%19$ dan düşük olduğu Douglas çamının tasarım değerleri	24
Çizelge 2.14. Yük süreci için düzeltme faktörleri C_d ,	25
Çizelge 2.15. Nem oranı $\%19$ dan fazla olması durumunda düzeltme faktörleri	25
Çizelge 2.16. DIN 18216'a göre ankraj çubukları kullanma yükleri	28
Çizelge 3.1. ACI 347 göre, beton döküm hızı ve sıcaklığına göre beton yanal basınç değerleri.	37

Çizelge 3.2. Duvar kalıpları için, beton yerleştirme hızı, maksimum basınç ve beton sıcaklığı arasındaki ilişki [25].....	37
Çizelge 3.3. Çimento cinsi ve katkı maddelerine bağlı C_2 katsayıları.....	39
Çizelge 3.4. Ciria Report 108'e göre 5°C için beton yanal basıncı değerleri, kN/m^2	39
Çizelge 3.5. Ciria Report 108'e göre 5°C deki beton yanal basınç grafiği.....	40
Çizelge 3.6. Ciria Report 108'e göre 10°C için beton yanal basıncı değerleri, kN/m^2	40
Çizelge 3.7. Ciria Report 108'e göre 10°C deki beton yanal basınç grafiği.....	41
Çizelge 3.8. Ciria Report 108'e göre 15°C için beton yanal basıncı değerleri.....	41
Çizelge 3.9. Ciria Report 108'e göre 15°C deki beton yanal basınç grafiği.....	42
Çizelge 3.10. Priz gecikme katsayısı	43
Çizelge 3.11. DIN 18218'e göre maksimum taze beton basınçları	43
Çizelge 3.12. Beton Birim hacim ağırlıklarına göre düzeltme faktörleri	44
Çizelge 3.13. Beton döküm hızına ve çeşitli beton sınıflarına göre yanal basınç değerleri	44
Çizelge 3.14. Gardner formülüne göre hesaplanmış maksimum beton yanal basınçları	46
Çizelge 4.1. Kalıp elemanlarında oluşabilecek mesnet reaksiyonları, eğilme momenti, sehim formülleri.....	64
Çizelge 4.2. Şart koşulsuz $F_{c//}$ ve E, kg değerine bağlı , 4x4 4x6 S4S dikdörtgen sert ağaç kolon elemanların izin verilen yükü.	75

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Perde duvar kalıbı (yatay tahtalarla teşkil edilmiş kalıp yüzeyi)	4
Şekil 2.2. Perde alın kalıbı.....	5
Şekil 2.3. İki perdenin birleştiği köşe teşkili	6
Şekil 2.4. Dikdörtgen kirişin en kesiti için semboller.....	21
Şekil 2.5. Bir perde kalıp kesiti	26
Şekil 2.6. Kuşak ile bağlama	27
Şekil 2.7. Kalıp ankraji (tek parçalı)	27
Şekil 2.8. Çok Parçalı kalıp ankraji	28
Şekil 3.1. Kalıplarda beton yanal basıncına etki eden faktörler	30
Şekil 3.2. Kalıp dışına monte edilen dış vibrasyon uygulaması.....	33
Şekil 3.3. DIN 18218'göre taze beton yanal basınç dağılımı	42
Şekil 3.4. Gardner'ın 1979 da deneysel çalışma sonuçları	46
Şekil 3.5. Gardner'ın 1979'da deneysel olarak ölçülen taze beton yanal basınç değerleri	47
Şekil 3.6. DMR diyagramı	48
Şekil 3.7. Yüksek Betonlama hızları için ($V_b > 3$ m/h) DMR tarafından önerilen taze beton basınç dağılımı.....	49
Şekil 3.8. Ertingshausen'e göre taze beton yanal basınçları dağılımı	50
Şekil 3.9. Fransız ve Belçika kayar kalıp inşaatçıların önerdiği kalıplarda taze beton basınç dağılımı	51
Şekil 4.1. Ortada tekil yükle basit kirişin tepkisi.....	53
Şekil 4.2. Düzgün yayılı yük altında basit kiriş.....	55
Şekil 4.3. Basınç elemanı için çapraz bağlamasız uzunlukları.....	72

Şekil 4.4. Duvar kalıp şekli tamamlayıcılardan aralıkları ve açıklık uzunluğu.....	76
Şekil 5.1. Autolisp programının 2D ve 3D boyutlu betonarme perdelerin kalıp programını tasarlama algoritması.....	79
Şekil 5.2. AutoCAD de Autolisp açılarak kullanılması	80
Şekil 5.3. Hazırlanmış LSP uzantılı dosyalara ulaşılması.....	81
Şekil 5.4. Çizdirilecek boyutların seçilmesi	81
Şekil 5.5. Betonarme perde kalıp dizaynı için gerekli veriler	82
Şekil 5.6. ACI 347-78 göre beton yanal basınç için gerekli veriler.....	83
Şekil 5.7. CIRIA report 108 göre beton yanal basıncını etkileyen değerler	84
Şekil 5.8. DIN 18218 göre beton yanal basıncı için gerekli değerlerin girilmesi	84
Şekil 5.9. Perde kalıp kontrolü	85
Şekil 5.10. Perde betonun kalınlığının kontrolü	86
Şekil 5.11. Kesme gerilmesinin kontrolü	86

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılan bazı simge ve kısaltmalar, açıklamaları ile aşağıda sunulmuştur.

Kısaltmalar	Açıklama
NDS	National Design Standard
APA	American Plywood Association
YYK	Yüksek Yoğunluklu Kaplayıcı
ACI	American Concrete Institute
PÇ	Portlan Çimentosu
EYÇ	Erken Dayanımlı Yüksek Çimento
SDÇ	Sülfata Dayanıklı Çimento
CÇ	Cüruf Çimentosu
KÇ	Katkılı Çimento
PZÇ/B	Puzolanik Çimento
KZÇ/A ,KZÇ/B	Kompoze Çimentolar
DMR	Department of Main Road
LISP	List Processing

Simgeler	Açıklama
P	Yanal basınç, kg/cm^2 (ACI)
R	Beton döküm hızı, m/h (ACI)
T	Sıcaklık, °C (ACI, CIRIA Report 108)
w	Taze beton birim ağırlığı, kg/m^3 (ACI)
h	Kalıp yüksekliği, m
C ₁	Duvar ve Perdelere bağlı katsayı, (CIRIA Report 108)
C ₂	Çimento ve katkılara bağlı katsayı, (CIRIA Report 108)
γ_b	Beton birim hacim ağırlığı, kN/m^3 (CIRIA Report 108)
V _b	Beton döküm hızı, m/h (CIRIA Report 108, DIN)
k	Sıcaklık katsayısı, (CIRIA Report 108)
M	Eğilme momenti, kgcm
c	Kiriş merkezinin uçuna olan uzaklığı, cm
f	Uygulanan gerilme, kg/cm^2
F	Mümkün olabilen gerilim, kg/cm^2
I	Kiriş parçasındaki atalet momenti, cm^4
b	Kiriş parçasının eni, cm
d	Kiriş parçasının derinliği, cm
S	Parça modülleri, cm^3

V	Toplam güç, kg
P	Noktasal yük, kg
A	En kesit alanı, cm ²
E	Elastisite modülü, kg/cm ²
F_c	Liflere paralel basınç gerilmesi, kg/cm ²
F_c	Liflere dik basınç gerilmesi, kg/cm ²
L_b/Q	kesme kuvveti (kontraplagı şekillendirmek için kullanılır.), cm ²
W	Toplam düzgün yayılı yük, kg
w	Düzgün yayılı yük, kg/m
L	Kirişin açıklığı ya da kolon uzunluğu, m
l	Kirişin açıklığı ya da kolon uzunluğu, cm
Δ	Sehim, cm



1. GİRİŞ

Taze beton, istenilen şekli alabilmesi için geçici olarak yapılan kalıplar içerisinde dökülür. Kalıp içerisinde sertleşir ve mukavemet kazanır.

Kalıbın görevleri, beton veya betonarme yapı elemanlarına gereken boyut ve şekli vermek, beton ağırlığına ve hidrostatik basınçlara karşı koymak, beton dökme ve yerleştirmeden gelecek darbe ve titreşim etkilerine dayanmak, gerektiğinde çalışma platformu olarak kullanılması şeklinde, özetlenebilir [1].

Kalıp terimi (formwork), betonla doğrudan temas halinde bulunan esas materyal ve bütün gerekli taşıyıcı-destekleyici strüktürü kapsar. Kalıp sisteminin tasarımına başlanmadan önce bazı temel kararların verilmesi gerekir. Yüzey kalitesi ve kalıp tasarımıyla ilgili olan bu kararların çoğu, tasarımın gerekleri olarak ortaya çıkmaktadır.

Tasarımcının alması gereken temel kararlar;

- a) Kalıp yüzey malzeme seçimi (arzu edilen yüzey kalitesi kalıp yüzey malzemesinin türünü ve özelliklerini belirleyecektir.)
- b) Kalıp yüzeyini destekleyici sistemin seçimi,
- c) Kalıp yüzey malzemesinin elde edilebilirliği,
- d) Kalıp sökme (kalıp sökme gereksinimi kalıp montaj metodunun seçiminde önemli faktördür.)

olarak özetlenebilir[2].

Kalıp, taze betonun hidrostatik basıncı yanında, beton dökümünden ve çevre faktörlerinden kaynaklanabilecek bütün yükleri taşımak durumundadır. Kalıba tesir eden kuvvetlerin en önemlileri beton döküm sıcaklığı ve betonun hidrostatik basıncıdır. Özellikle düşey kalıp yüzeyinde (perde, duvar, kolon gibi düşey konumdaki betonarme yapı elemanları kalıplarında) betonun hidrostatik basıncının kalıp tasarımında (kalıp elemanlarının kesit tayininde) en etkin faktör olduğu

bilinmektedir. Taze betonun düşey kalıp yüzeylerine yapmış olduğu yanal basınç hesaplanarak, kalıp elemanları boyutlandırılır [3].

Düşey konumdaki betonarme yapı elemanları çoğu zaman yerinde döküm (in-situ) ile gerçekleştirilir. Kalıp maliyetleri toplam betonarme sistem maliyetinin %50'sine kadar tutabilmektedir [4,5]. Bu nedenle kalıp maliyetlerinin düşürülmesiyle önemli sayılabilecek tasarruflar sağlanabilecektir. Geçici bir yapı olan kalıp maliyetinin düşürülmesinde; tasarımda sağlanacak rasyonel gelişmelere paralel olarak, kıt ve pahalı kaynak durumunda olan ahşap kerestesinin, en ekonomik şekilde kullanılması gerekmektedir [5].

Bu çalışmanın amacı; taze betonun düşey kalıp yüzeylerine yapmış olduğu yanal basınç ve diğer parametreleri esas alarak, betonarme perde kalıpların bilgisayar ortamında, tasarımına ilişkin bilgisayar programı hazırlamaktır.

2. BETONARME PERDE KALIPLARI

Genişlikleri yüksekliklerinin 5 katından fazla olan kolonlar, perde olarak adlandırılır. Perde kalıbının tasarımında etkin faktörler: perde yüksekliği, perde genişlik ve kalınlığı, kesit formu, perde eğimi, plandaki eğriliği, köşelerin teşkili, perde birleşimleri ve perdedeki boşluklardır.

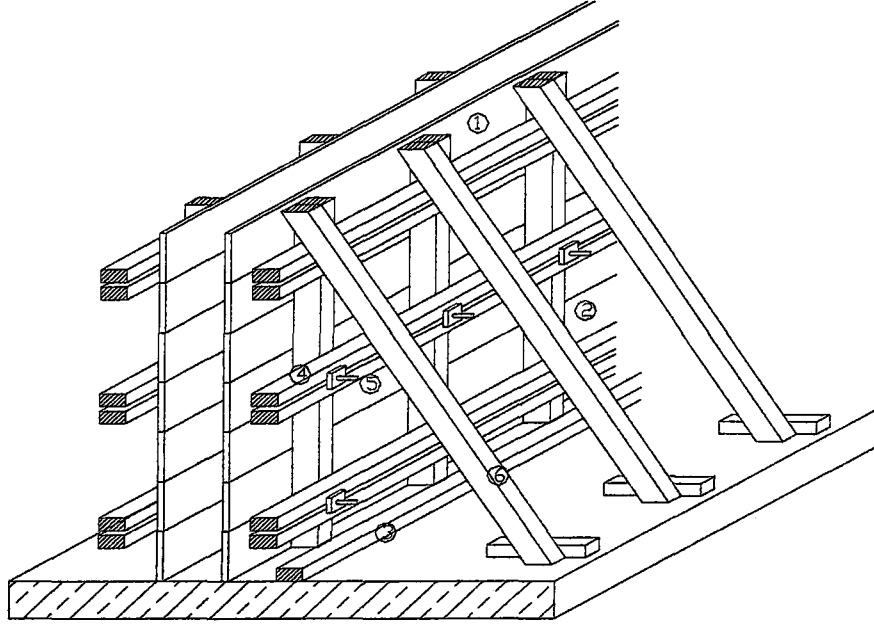
Ayrıca perde kalıbın hazırlanması sırasında iki taraftan kalıplandığı ve karşılıklı bağlanabilen ve serbest duran perde mi? yoksa bir taraftan kalıplandığı ve tüm beton basıncının bir konstrüksiyonla aktarıldığı tek taraflı perde mi ? olduğunun bilinmesi gerekmektedir. Bu iki durumun tasarımında farklı davranılmaktadır.

2.1. Betonarme Perde Kalıp Konstrüksiyonları

Perde kalıpların konstrüksiyonlarının oluşturulmasında, beton yanal basıncının elemanlara dengeli bir şekilde aktararak sistemin dengesinin sağlanması birinci faktör olarak görülmektedir.

Şekil 2.1’de geleneksel bir perde kalıp örneği görülmektedir. Kalıp yüzeyi yatay olarak yerleştirilmiş kalıp tahtalarından oluşmaktadır. Bunlar beton basınçlarını dikmelere aktarır. Dikmeler kalıp yüzey elemanları doğrultusuna dik düzenlenmiş 5/10, 8/10 veya 12/16’cm boyutlu kesitlerindeki elemanlardır.

Kalıp yüzeyi elemanları ek yerinin bir düşey taşıyıcı boyunca yapılması uygun görülmektedir. Aksi halde kalıp yüzey elemanı konsol yüzeyi konsol giriş gibi çalışacağı için deformasyonlar meydana gelip beton sızıntısı olabilecektir [1].



Şekil 2.1. Perde duvar kalıbı (yatay tahtalarla teşkil edilmiş kalıp yüzeyi)

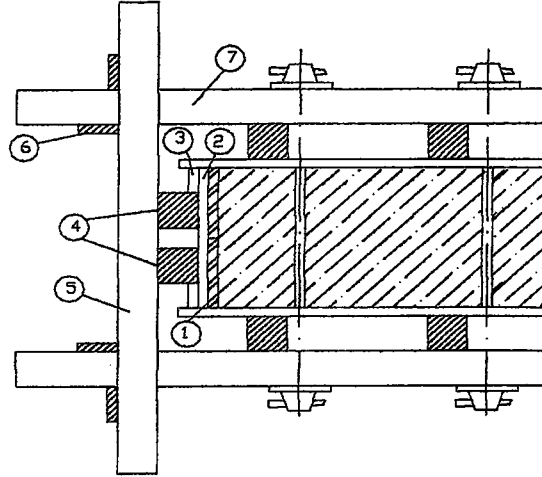
1. Kalıp yüzeyi,
2. Dikme,
3. Betona çivilenmiş tespit latası
4. Kuşak
5. Kalıp ankraji
6. Payanda

Taşıyıcı konstrüksiyonun ikinci elemanı yatay kuşaklardır. Kuşaklar dikmelerden gelen fazla yükleri taşımak amacıyla konulurlar. Kuşaklarında taşıyamıyacağı yükler için de ankraj çubukları kullanılır.

İki kalıp yüzeyini belirli mesafede tutmak ve beton yanal basıncını karşılamak için kuşaklama ve kalıp ankrajları kullanılır. Ankraj sıraları arasındaki düşey uzaklık 50-80 cm olup en alttan 25 cm yükseklikte teşkil edilmektedir. Ankrajların düşey taşıyıcılar üzerine gelmeleri sağlanmaktadır.

Kalınlığı 25 cm den fazla olan perde duvar kalıplarında Şekil 2.2’de görüldüğü gibi perde alın kalıbı oluşturulur

Payandaların iki fonksiyonu vardır. Kalıbın istenilen eğimde veya düşey doğrultuda tutar, rüzgar ve/veya başka itkilerden doğan yatay tesirleri karşılarlar. Payandalar genellikle 45° eğimde yerleştirilir ve alt uçlarından zemine oturtulurlar.



Şekil 2.2. Perde alın kalıbı

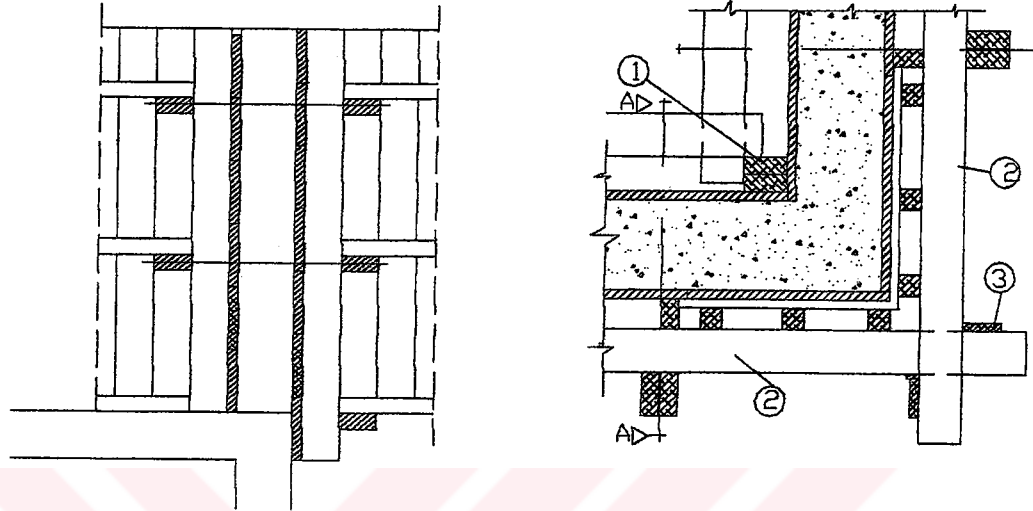
1. Perde ucu için kalıp tahtaları
2. Enşne kuşak (yatay kuşak)
3. Kenar latası
4. Alın kalıbı için dikmeler
5. Alın kalıbı için kuşak
6. Kuşakların emniyeti için tespit latası
7. Kuşak

(4-5-6-7 Perde kalınlığının 25cm fazla olması durumunda kullanılacaktır.)

Kalıbı alt yüzey ile temas ettiği çizgi boyunca bir ahşap lata yerleştirilir. Bu latanın kalıbın ilk çakılan elemanı olduğundan hassas ölçü ile yerleştirilmesi gerekir (Şekil 2.3).

İki perdenin birleşimine kalıp teşkili Şekil 2.3’de görülmektedir. Burada farklı doğrultudan gelen kalıp yüzeyleri 1 nolu iç dikmede birbiriyle birleştirilir. Dış köşede ise her iki taraf kalıp yüzeyi ayrı birer dikme ile desteklenerek birleştirilir. Bu

köşede ankraj elemanı kullanılmayacağından dış kuşaklar kullanılmaktadır. Bu amaçla latalar kullanılır. Ayrıca her iki yüzeyde köşeye yakın ankrajların farklı yükseklikte olması gerekmektedir.



A-A Kesiti

Üst görünüş

Şekil 2.3. İki perdenin birleştiği köşe teşkili

1. İç dikmeler
2. Dış kuşaklar
3. Tespit latası

Perde birleşim köşesi Şekil 2.3’de görüldüğü gibi bina dış yüzüne rastlarsa alttaki betonarme döşemeye betonlama sırasında yerleştirilmiş olan ankraj çubukları bağlanır. Bağlantının yapılabilmesi için betonun şerleşmiş olması gerekir. Kapı ve boşlukları ise aynı perde kalıpları gibi oluşturmalı ve kullanılan ölçü toleranslarına uyulmalıdır.

Kalıp yüzeyi olarak ahşap panolar kullanılabilir. Panoların boyutları dikme aralıklarına uygun olmalıdır. Bu durumda dikme aralıkları $150/2 = 75$ cm, $150/3 = 50$ cm veya büyük gerilme durumlarında $150/4 = 37.5$ ’de bir yapılır.

Pano kalıp yüzeyi kullanılması halinde ankraj çubuklarının panoların birleşim noktalarında ve özellikle yatay yerleşim yerlerinde teşkil edilmesi gerekir. Böylece kalıp yüzeyi delinmemiş olur [1].

2.2. Kalıp Malzemeleri

Betonarme kalıplarında yüzey malzemeleri olarak, keresteler, odun lifi sert levha, kontrplak, cam elyaf, oluklu kutular, çelik, alüminyum, magnezyum ve plastikler gibi malzemeler kullanılmaktadır [6].

2.2.1. Kalıp keresteleri

Yapı kerestelerin, genellikle özgül ağırlığının az, mukavemetinin fazla, işlenebilme kabiliyetinin iyi, ısı ileticiliğinin az olmasından dolayı tercih edilir. Türkiye’de yetişen ve kereste olarak kullanılan, ağaç türleri, iki grup altında incelenmektedir.

1. İbreli (iğne) yapraklı ağaçlar
2. Geniş yapraklı ağaçlar

İbreli yapraklı ağaçlar, Türkiye’nin hemen hemen her yerinde yetişmektedir. Genellikle düzgün elyafı, reçineli yapıya sahiptir [7]. Yapı kerestelerinde en yaygın kullanılan ağaçlardır. Dış etkenler tesiri altındaki yapı kısımlarında bulunmayan kısımlarda kullanılmaktadır [8]. Ağaç türleri, karaçam, sarıçam, köknar, dauglas çamı olarak bilinirler [9].

Geniş yapraklı ağaçlar genellikle döşeme kaplaması ve mobilyacılıkta kullanılırlar [7]. Ağaç türleri olarak meşe, kestane, akasya ağacı, karaağaç, dışbudak, kırmızı ve beyaz kayın ağaçları vb. olarak bilinirler [9].

Keresteler, yapıda kullanılacakları yere ve ağacın cinsine göre çeşitli boylarda ve özel isimler altında piyasada bulunmaktadır. Çam ile kayın kerestelerinin özel

boyutları vardır. Diğer ağaçların keresteleri, gövdenin durumuna göre değişir. Piyasada bulunan kerestelerin ölçü ve isimleri Çizelge 2.1’de görülmektedir.

Çizelge 2.1. Kereste boyutları (TS 51)

Kereste Çeşidi	BOYUTLAR (cm)	
Çıta	0,8/2,4–1,2/2,4–1,8/2,4	
Lata	1,8/4,8-2,4/4,8-2,8/4,8-3,8/5,8	
Kadron	2,8/2,8-2,8/5,8-3,8/3,8-3,8/7,8-4,8/4,8 4,8/5,8-4,8/7,8-4,8/9,8-5,8/5,8-7,8/7,8-9,8/9,8	
Kiriş	12/12-12/15-12/17-12/19-15/15-15/17 15/19-17/17-17/19-19/19	
Azman	20/20-20/22-20/25-20/28-20/30-22/22-22/25 22/28-22/30-25/25-25/28-25/30-28/28-30/30	
Kalas	Kalınlık	3,8-4,8-5,8-7,8-9,8
	Genişlik	8-10-12-15-17-19-22-25-28-30
Tahta	Kalınlık	1,2-1,8-2,4-2,8
	Genişlik	8-10-12-15-17-19-22-25-28-30

Çıta : Kalınlık 1,5 cm ile 3 cm’dir. Genişlikleri 2 cm ile 5 cm arasındadır. Uzunlukları 0,5 m ile 4 m arasındadır. Kalıplarda daha çok detay kısımlarında kullanılır.

Kadron: Genişlikleri ve kalınlıkları eşittir ve 4 cm ile 15 cm arasında bulunurlar. Genellikle kalıplarda dikme olarak kullanılırlar [9].

Lata: Dikdörtgen kesitlidirler. Kalınlıkları 2,5 cm ile 6 cm, genişlikleri 8 cm ile 12 cm arasındadırlar. Betonarme kalıplarında ızgara kirişi olarak kullanılırlar.

Kiriş: Dikdörtgen kesitli kirişlerdir. Kalınlıkları 8 cm ile 28 cm arasında değişmektedir. Yüksekliği ise 10 cm ile 30 cm arasında değişir. Genellikle kemer ve köprü kalıplarında kullanılır.

Tahta : Bu çeşit keresteler daha çok kalıplarda yüzey kaplama işlerinde kullanılır. Kalınlıkları 1 cm ile 3,5 cm, genişlikleri 15 cm ile 32 cm, uzunlukları ise 2,5 m ile 4 m arasında değişmektedir [7].

Kalas: Kalınlık 4 cm ile 10 cm'dir. Genişlikleri 15 cm ile 40 cm'dir. Uzunlukları 3 m ile 6 m arasındadır. Kalıplarda daha çok dikme ve kuşaklarda kullanılır.

2.2.2. Kontrplak

Beton için kalıp yüzeyine kontrplak, yaygın bir biçimde kullanılır. Özellikle üstü açık döşeme ve şekilli kaplamalarda kullanılmaktadır. Avantajları arasında pürüzsüz yüzey, değişik boyut seçenekleri ve kalınlıklarının bulunması, inşaat süresince yükleme boşaltma kolaylığı başta gelmektedir.

Kontrplaklar çeşitli şekilde imal edilebilirler.. Kontrplak içinde genellikle tutkal kullanılır. Kalıp için, içi tutkallı kontrplak kullanımı gerekmektedir. NDS (National Design Standard) standartlar altında imal edilen bütün dış çeşitli kontrplaklar, çok katlı tabakaları birbirine bağlamak için suda çözülmeyen tutkallar kullanılır [6].

Bu tür kontrplaklar, 0,64-2,85 cm kalınlıklı, 1,22-2,45 cm en ve 1,52-3,65 cm uzunluğunda üretilmektedir.

Kontrplak tabakaları kaplama durumuna göre sınıflandırılır. Sınıflandırmalar A, B ve C vb. harfleriyle yapılmaktadır. Kaplama sınıfı A olması sınıfının en yüksek olduğunu gösterir. A sınıfı kontrplakların bir özelliği yamalara yada budaklara sahip olmamasıdır. Ahşap kaplamalar, B sınıfı ise katı bir yüzeye sahiptirler. Fakat küçük yuvarlak budaklar ve yamalara sahiptir. Kalıplarda genellikle B sınıfı kontrplak kullanılır. Dış zamlı kontrplağın en düşük kaplama sınıfı C dir. Bu sınıf küçük budaklara, budak derinliğine ve yamalara sahiptir.

Çizelge 2.2'de 30 cm'lik kontrplağın parça özellikleri verilmektedir. Dış ve iç tabakalar için kullanılan odun türlerinin değerleri alınarak etkin parça özellikleri hesaplanır, Çizelge 2.2'de her bir sınıfın özellikleri görünmektedir.

Çizelge 2.2. 30 cm enli kontrplağın etkin parça modülleri [10].

			Yüzey Liflerine Paralel Uygulanan Kesme İçin Özellikler (Desteklere Dik Yerleştirilen Yüzey Lifleri)				Yüzey Liflerine Dik Uygulanan Kesme İçin Özellikler (Desteklere Dik Yerleştirilen Yüzey Lifleri)			
Kalm. cm	Yaklaşık Ağırlık Kg/m ²	Ts Makasla ma İçin Etkin Kalınlık cm	A En Kesit Alanı cm ²	I Hareketsizlik Momenti cm ⁴	Sc Etkin Parça Modülü cm ³	Lb/Q Kesme Sabiti cm ²	A En Kesit alanı cm ²	I Hareketsizlik Momenti cm ⁴	Sc Etkin Parça Momenti cm ³	Lb/Q Kesme sabiti cm ²
Farklı Türler Grubu										
1,190	6,835	1,0693	12,561	2,7471	3,5068	26,5354	7,7677	0,2497	1,0979	15,7032
1,270	7,323	1,0795	12,561	3,2050	3,8673	28,8128	8,0000	0,3746	1,4257	17,7548
1,508	8,300	1,3868	15,632	4,7867	5,1619	35,2967	8,9613	0,8741	2,2450	18,4580
1,587	8,788	1,3970	15,967	5,3694	5,5552	37,5741	9,8580	1,1238	2,7366	20,1225
1,825	10,251	1,4300	18,206	7,4505	6,3746	42,4580	11,2064	2,0812	3,7854	24,6322
1,905	10,741	1,4300	18,606	8,1998	6,7515	43,6257	13,4258	2,6223	4,6703	26,3161
2,222	12,691	1,4884	18,864	11,571	8,4393	51,9354	17,1032	4,3288	6,4565	32,7677
2,540	14,647	2,0752	24,006	17,606	10,8810	57,3031	20,4064	7,7003	9,6848	45,3612
0,317	16,112	2,1234	24,6709	22,601	13,4374	63,7612	20,5161	11,2799	12,1920	54,3741
Yapısal I										
1,190	6,835	1,3640	12,5613	2,7888	4,0312	26,4967	13,9871	0,3746	1,5240	15,5161
1,270	7,323	1,3843	12,5613	3,2466	4,4409	28,7548	14,4000	0,5827	2,0156	17,5806
1,508	8,300	1,8009	19,4709	4,8283	5,5388	35,9096	16,1355	1,4152	3,2610	18,1354
1,587	8,788	1,8212	20,0774	5,4526	5,9157	38,2838	17,7484	1,8730	3,9001	19,8258
1,825	10,251	1,8821	24,0967	7,6170	7,1939	39,4128	20,1677	3,5380	5,5388	24,3870
1,905	10,741	1,8999	24,8258	8,4079	7,6036	39,9290	24,1612	4,4953	6,8498	26,1096
2,222	12,691	1,9761	25,4967	11,9875	9,3242	48,6386	30,7870	7,4505	9,4881	32,5548
2,540	14,647	2,7711	33,6451	19,9375	13,5521	51,4709	36,7290	13,3610	14,2567	45,0386
0,317	16,112	2,8473	36,0838	25,9312	15,6496	57,0386	36,9290	19,7294	17,9930	54,0451

Çizelgedeki 2.2'deki değerler; APA mühendislik Odun kurumu "kontrplak tasarım şartnamesi"[10]. APA imalat şartnamelerine göre bütün kontrplaklar zımparalanmıştır. Burada sunulan parça özellikleri özellikle iç katmanlarda farklı türlerden yüzey tabakaları içindir. Sunulan parça özellikleri yapısal I içindir (Çizelge 2.3).

Kontrplaklar, esneklik modülüne bağlı dayanıklılık özellikleri, 5 grupta toplanmaktadır. Beşinci grup en düşük sınıf olarak bilinmektedir. Grup 1 ise en yüksek sınıftır. Grup 1 ve 2. kontrplaklar kalıp için kullanılan ortak sınıflardır [11].

Çizelge 2.3. Kontrplak için müsaade edilen gerilmeler.

Gerilme çeşidi	Yüzey tabakasının türlerinin gurubu	Kontrplakların sınıflarının gerilme düzeyleri				
		S-1		S-2		S-3
		Kuru	Islak	Kuru	ıslak	Yalnızca Kuru
Kontrplak Tabakaların Yüzey Gerilmesi (F _b) ve Açıklığa bağlı Dik yada Paralel Yüzey Lifleri (Yüzey Liflerine 45° De 1/6 Ft Kullanılır.)	1	100,53	140,61	83,66	116,00	116,00
	(F _b) 2,3	68,90	98,42	57,65	84,36	84,36
	(F _t) 4	66,08	93,50	54,83	78,04	78,04
Tabakaların Düzlemde sıkıştırılması (yüzey liflerine paralel yada dik) (yüzey liflerine 45° de 1/3 Ft kullanılır.) F _c	1	68,19	115,30	63,27	108,27	108,27
	2	51,32	84,36	47,80	77,33	77,33
	3	42,88	74,52	40,77	69,60	69,60
	4	42,88	70,30	40,77	66,79	66,79
Kalmığa doğru kesme F _v . Yüzey liflerine paralel yada dik (yüzey liflerine 45° de 2F _v kullanılır.)	1	10,89	13,35	10,89	13,35	11,24
	2,3	8,43	9,84	8,43	9,84	8,436
	4	7,73	9,13	7,73	9,13	8,08
Yuvarlama kesme tabakalarının düzlemi içerisinde yüzey liflerine dik yada paralel. F _s	Marina ve	4,42	3,16	4,42	5,27	0
	yapısal I değerleri	3,093	3,726	3,093	3,72	3,37
Taşınım (yüzeyde) Tabakaların yüzeyine dik F _c ⊥	t	14,76	23,90	14,76	23,9043	23,90
	2,3	9,49	14,76	9,49	14,76	14,76
	4	7,38	11,249	7,38	11,24	11,24
Elastisite modülü Katmanların düzlemi içerisindeki eğilme Açıklığa paralel yada dik Yüzey lifleri E	1	105.46	126.55	105.46	126552	126.55
	2	91.39	105.46	91.39	105460	105.46
	3	77.33	84.36	77.33	8436	84.36
	4	63.27	70.30	63.27	7030	70.30

Gerilme seviyesi S-1 tanımlamak için tutuklama dış yüzeyde olmalı ve yalnızca kaplayıcı sınıfları N, A ve C (doğal, tamir edilmemiş)yan yüzeyinde yada sırtta izin verilmelidir. Gerilme seviyesi S-2 için, tutkal dış çevrede olmalı ve kaplayıcı

seviyesi B, C ve D'de ise yüzeyde yer olmalıdır. Gerilme seviyesi 3, iç ve orta tutkalı bütün tabakaları kapsar [11]. Diğer sınıflar için dayanıklılık koşulları, nem içeriği %19 dan daha az olduğu yerlerde kuru uygulanırken, nemin %19'dan daha büyük olduğu durumlarda ise ıslak olarak kabul edilir ve uygulanmaz.

Kontrplak endüstrisi inşaatında kullanılmak üzere özel kontrplaklar üretilmektedir. Bu ürünlerin 1 sınıf, 2 sınıf kontrplak olarak üretildiği gibi özel uygulamalarda kullanılmak üzere yapısal I kontrplağında üretilmekte olduğu bilinmektedir. Bu kontrplaklar 2 yüzeyi zımparalanmış ve yağlanmış olarak fabrikadan çıkmaktadır. Ayrıca kenarlarının geçirimsiz hale getirildiğinde görülmektedir. Çizelge 2.2'de yer alan kontrplak bilgiler bu bağlamda düzenlenmiştir.

Kontrplağın 1. ve 2. sınıf ve yapısal I ait parça özellikleri Çizelge 2.4'de, gösterilmektedir. Çizelge 2.5'da ise müsaade edilen gerilmeler görülmektedir.

2.2.2.1 Yüksek yoğunluklu kaplama kontrplak

Kontrplak sınıfları, yüzey gerilmesine karşı dayanıklı olması için pürüzsüz, saydam olmayan, ısıya dayanıklı olması istenir. Betona temas eden yüzeylerde reçine emdirilmiş malzemelerle kaplanarak daha dayanıklı hale getirilmektedir. Kontrplak endüstrisinde yüksek yoğunluklu kaplayıcı olarak isimlendirilir. Kalınlıkları 2 cm olan kontrplakların minimum toleransları 0.03125 cm'den daha az olmalıdır. Daha kalın tabakalar için belirtilen tolerans %5 civarındadır. Yüksek dayanıklı kontrplak aşındırmaya karşı dayanıklı olduğundan 100 kere kullanıma imkanı vermektedir.

Kontrplak üzerine gelen beton yanal basıncı kullanarak, kontrplak üzerindeki maksimum sehim ve eğilme gerilmesi hesaplanır. Bu hesaplamalar kullanılarak dikmelerin merkezden merkeze olan uzaklıkları belirlenir. kontrplak üzerindeki sehim ve gerilmeleri Çizelge 2.4'de gösterilmektedir [6].

Çizelge 2.4. 30 cm enli kontrplağın etkin parça özellikleri

		Yüzey Liflerine Dik Uygulanan Kesme İçin Özellikler			Yüzey Liflerine Dik Uygulanan Kesme İçin Özellikler		
Kalınlık cm	Yaklaşık Ağırlık kg/cm ²	I Haketsizlik Momenti cm ⁴	Sc Etkin Parça Modülü cm ³	Lb/Q Kesme Sabit cm ²	I Haketsizlik Momenti Cm ⁴	Sc Etkin Parça Modülü cm ³	Lb/Q Kesme Sabit cm ²
SINIF 1							
1,191	0,098	2,747	3,998	30,6	0,749	1,753	15,606
1,27	0,105	3,205	4,392	33,245	0,999	2,13	17,671
1,508	0,12	4,787	5,49	35,084	1,207	2,393	18,284
1,588	0,127	5,411	5,867	36,884	1,582	2,868	19,961
1,826	0,148	7,492	7,046	45,219	2,997	4,048	24,503
1,905	0,155	8,283	7,456	46,368	3,829	5,014	26,213
2,223	0,183	12,32	9,57	55,193	6,285	6,915	38,89
2,54	0,211	17,773	12,077	60,477	11,238	10,389	45,252
2,858	0,232	23,059	13,913	67,29	16,566	13,093	54,316
SINIF 2							
1,191	0,098	2,622	3,982	29,026	0,624	2,261	15,703
1,27	0,105	3,122	4,375	31,555	0,832	2,737	17,594
1,508	0,12	4,787	5,473	34,361	1,041	3,081	18,142
1,588	0,127	5,411	5,85	36,084	1,332	3,687	19,832
1,826	0,148	7,492	7,046	41,961	2,497	5,195	17,942
1,905	0,155	8,241	7,44	42,781	3,122	6,424	26,123
2,223	0,183	12,487	9,685	51,548	5,12	8,882	38,69
2,54	0,211	17,523	12,356	55,574	9,157	13,306	45,077
2,858	0,232	23,559	14,24	61,748	13,444	16,764	54,116
SINIF 3							
1,191	0,098	2,789	4,031	29,052	0,874	2,409	15,516
1,27	0,105	3,247	4,441	31,664	1,207	2,917	17,581
1,508	0,12	4,828	5,539	32,374	1,415	3,261	18,135
1,588	0,127	5,453	5,916	33,923	1,873	3,9	19,826
1,826	0,148	7,617	7,194	39,413	3,538	5,539	24,387
1,905	0,155	8,408	7,604	39,929	4,495	6,85	26,11
2,223	0,183	13,195	10,258	48,639	7,451	9,488	38,652
2,54	0,211	19,937	13,552	51,471	13,361	14,257	45,039
2,858	0,232	25,931	15,65	57,039	19,729	17,993	54,045

Burada sunulan parça özellikleri, özellikle kontrplak içindir. Diğer sınıflar için kontrplak tasarım şartnamesinde listelenmiş parça özellikleri vardır [10].

Çizelge 2.5. Playform için müsaade edilen gerilmeler kg/cm^2

Madde	Kontrplak sınıf I	Kontrplak sınıf II	Yapısal I
Eğilme gerilimi kg/cm	135,69	93,51	135,69
Çekme kesme gerilimi	5,06	5,06	7,17
Esneklik modülü (kg/cm^2 eğilme sehim hesaplanmasında kullanılan ayarlanmış E)	116 006	100 538	116 006
Esneklik modülü (kg/cm^2 kesme sehim hesaplanmasında kullanılan ayarlanmamış E)	105 460	91 399	105 460

Beton yanal basınç, kalıplarda kullanılan dikmelerin mesafelerini etkileyen önemli faktördür. Dikmelerin lifleri gelen basınca dik ise daha dayanıklı ve dikme mesafeleri daha uzun olacaktır. Eğer dikmelerin lifleri gelen basınca paralel ise dikme mesafeleri azalacaktır [12].

Çerçeve açıklıklarının ve kontrplak kalınlıklarının özel bir iş için yapısal I kullanarak bir çok kombinasyonlar oluşturulmaktadır. Bununla birlikte farklı basınçları ve birden çok çerçeve genişliklerini önlemek için sadece kontrplak kalınlıkları değiştirilerek uygulanabilir. Kontrplak çeşitli kalınlıkla da üretilmektedir. Üretilen bu birinci sınıf kontrplakların kalınlıkları 1,508 cm , 1,5875 cm, 1,825 cm ve 1,905 cm dir. Bu kalınlıklar proje uygulamalarında kullanılan en çok kalınlıklardır.

Çizelge 2.6'den Çizelge 2.9'a kadar yapısal I ve birinci sınıf kontrplak üzerindeki önerilen betonun basınçları verilmektedir.

Çizelge 2.6. Yüzey liflerinin desteklere dik olması durumunda, birinci sınıf kontrplakların öngörülen maksimum basınçları kg/m^2 [10].

Kontrplak kalınlığı cm	Destek açıklığı cm						
	9,76	19,52	29,28	39,04	48,8	58,56	78,08
1,1906	13255,8	4320,9	1635,6	732,4	-	-	-
1,2700	14378,8	4736,0	1977,4	854,4	488,2	-	-
1,5081	15184,4	5834,5	2636,5	1196,2	708,0	-	-
1,5875	15965,5	6151,9	2807,4	1293,8	781,2	-	-
1,8256	19578,5	7518,9	3393,3	1684,4	1025,3	537,1	-
1,9050	20066,8	7714,2	3564,2	1806,5	1098,5	585,9	-
2,8575	29123,7	11205,2	6688,9	3613,0	2368,0	1342,7	634,7

Sehimin $1/360$ ile sınırlandırılması ve kontrplakların, iki yada daha fazla açıklık üzerinde devam etmesi durumunda Çizelge 2.6'ı kullanılmaktadır.

Çizelge 2.7. Yüzey liflerinin desteklere paralel olması durumunda, birinci sınıf kontrplakların öngörülen maksimum basınçları kg/m^2 [10].

Kontrplak kalınlığı cm	Destek açıklığı cm					
	9,76	19,52	29,28	39,04	48,8	58,56
1,1906	6762,2	1904,1	537,1	-	-	-
1,2700	7641,0	2294,7	708,0	-	-	-
1,5081	7909,5	2587,7	805,6	-	-	-
1,5875	8641,9	3100,3	1025,3	-	-	-
1,8256	10594,9	4076,8	1830,9	781,2	561,5	-
1,9050	11351,6	4369,8	2245,9	976,5	708,0	-
2,8575	23508,9	9032,5	5590,4	3466,5	1953,0	1245,0

Sehimin $1/360$ ile sınırlandırılması ve kontrplakların, iki yada daha fazla açıklık üzerinde devam etmesi durumunda Çizelge 2.7'i kullanılmaktadır

Çizelge 2.8. Yüzey liflerinin desteklere dik olması durumunda, yapısal I kontrplakların öngörülen maksimum basınçları kg/m^2 [10].

Kontrplak kalınlığı cm	Destek açıklığı cm						
	9,76	19,52	29,28	39,04	48,8	58,56	78,08
1,1906	17381,4	4345,4	1757,7	756,8	-	-	-
1,2700	19163,5	4784,8	2001,8	854,4	488,2	-	-
1,5081	20066,8	5981,0	2660,9	1196,2	708,0	-	-
1,5875	21018,9	6396,0	2831,8	1318,3	781,2	-	-
1,8256	24436,6	7763,1	3442,1	1708,8	1025,3	537,1	-
1,9050	24753,9	8202,5	3637,4	1830,9	1123,0	585,9	-
2,8575	35348,8	13597,6	7518,9	4076,8	2660,9	1513,6	708,0

Sehimin 1/360 ile sınırlandırılması ve kontrplakların, iki yada daha fazla açıklık üzerinde devam etmesi durumunda Çizelge 2.8'i kullanılmaktadır

Çizelge 2.9. Yüzey liflerinin desteklere paralel olması durumunda, yapısal I kontrplakların öngörülen maksimum basınçları kg/m^2 [10].

Kontrplak kalınlığı cm	Destek açıklığı cm					
	9,76	19,52	29,28	39,04	48,8	58,56
1,1906	9618,4	2294,7	634,7	-	-	-
1,2700	10887,8	2953,9	854,4	-	-	-
1,5081	11229,6	3124,8	952,1	-	-	-
1,5875	12279,3	3905,9	1220,6	512,7	-	-
1,8256	15111,1	5810,1	2148,3	927,7	659,1	-
1,9050	16185,2	6225,1	2660,9	1171,8	830,0	-
2,8575	33493,5	12889,6	7982,8	4150,1	2709,7	1660,0

Sehimin 1/360 ile sınırlandırılması ve kontrplakların, iki yada daha fazla açıklık üzerinde devam etmesi durumunda Çizelge 2.9'i kullanılmaktadır

2.2.2.2 Kontrplaklara destek olarak kullanılan dikmelerin maksimum genişliği

Betondan gelen basıncı karşılamak için, kalıp yüzeyinde kullanılan kontrplağı desteklemek amacıyla, dikmeler ve kuşaklar kullanarak ızgara hazırlanır. Burada kullanılan dikmelerin maksimum açıklıkları Çizelge 2.10'de verilmiştir. Çizelge 2.10'de listelenmiş açıklıklar ikinci sınıf dağlas çamı ve 2. sınıf güney çamı kullanılarak hazırlanmıştır [10].

Çizelge 2.10. 2. Sınıf güney çamı ve 2. sınıf dağlas çamından yapılan kontrplak desteklerinin maksimum açıklıkları

2 sınıf dağlas köknarı yada 2 sınıf güney çamların ebadları									2 sınıf dağlas köknarı yada 2 sınıf güney çamların ebadları								
5 10	5 15	5 20	5 25	5 30	10 10	10 15	10 20		5 10	5 15	5 20	5 25	5 30	10 10	10 15	10 20	
2 yada 3 destek üzerinde devam eden kirişler için									4 yada daha fazla destek üzerinde devam eden kirişler için								
297,6	124,5	182,9	231,1	281,9	327,7	172,7	256,5	312,4	134,6	198,1	248,9	304,8	353,1	205,7	299,7	365,8	
595,2	88,9	129,5	162,6	200,7	231,1	134,6	198,1	259,1	96,5	139,7	177,8	215,9	248,9	144,8	213,4	27,9	
892,8	71,1	104,1	134,6	162,6	188,0	109,2	160,0	213,4	78,7	114,3	144,8	175,3	203,2	119,4	172,7	228,6	
1190,4	63,5	91,4	114,3	142,2	162,6	96,5	139,7	182,9	68,6	99,1	124,5	152,4	177,8	104,1	149,9	198,1	
1488,0	55,9	81,3	104,1	127,0	147,3	86,4	124,5	165,1	61,0	88,9	111,8	137,2	157,5	91,4	134,6	177,8	
1785,6	50,8	73,7	94,0	114,3	134,6	78,7	114,3	149,9	55,9	81,3	101,6	124,5	144,8	83,8	121,9	162,6	
2083,2	48,3	68,6	86,4	106,7	124,5	604,5	104,1	139,7	50,8	73,7	94,0	114,3	134,6	78,7	114,3	149,9	
2380,8	43,2	63,5	81,3	99,1	116,8	68,6	99,1	129,5	48,3	68,6	88,9	106,7	124,5	73,7	106,7	139,7	
2678,4	40,6	61,0	76,2	94,0	109,2	63,5	94,0	121,9	45,7	66,0	83,8	101,6	116,8	68,6	101,6	132,1	
2976,0	40,6	58,4	73,7	88,9	104,1	61,0	88,9	116,8	43,2	63,5	78,7	96,5	111,8	66,0	94,0	124,5	
3273,6	38,1	55,9	68,6	86,4	99,1	58,4	83,8	111,8	40,6	58,4	76,2	91,4	106,7	61,0	91,4	119,4	
3571,2	35,6	53,3	66,0	81,3	94,0	55,9	81,3	106,7	38,1	55,9	71,1	88,9	101,6	58,4	86,4	114,3	
3868,8	35,6	50,8	63,5	78,7	91,4	53,3	76,2	101,6	38,1	55,9	68,6	83,8	99,1	55,9	83,8	109,2	
4166,4	33,0	48,3	61,0	76,2	86,4	50,8	73,7	99,1	35,6	53,3	66,0	81,3	94,0	55,9	81,3	106,7	
4464,0	33,0	48,3	58,4	73,7	83,8	48,3	71,1	94,0	35,6	50,8	63,5	78,7	91,4	53,3	78,7	101,6	
4761,6	30,5	45,7	58,4	71,1	81,3	48,3	68,6	91,4	33,0	48,3	63,5	76,2	88,9	50,8	76,2	99,1	
5059,2	30,5	43,2	55,9	68,6	78,7	45,7	68,6	88,9	33,0	48,3	61,0	73,7	86,4	50,8	73,7	96,5	
5356,8	30,5	43,2	53,3	66,0	76,2	45,7	66,0	86,4	33,0	45,7	58,4	71,1	83,8	48,3	71,1	94,0	
5654,4	27,9	40,6	53,3	63,5	76,2	43,2	63,5	83,8	30,5	45,7	58,4	71,1	81,3	48,3	68,6	91,4	
5952,0	27,9	40,6	50,8	63,5	73,7	43,2	63,5	81,3	30,5	43,2	55,9	68,6	78,7	45,7	68,6	88,9	
6696,0	25,4	38,1	48,3	58,4	68,6	40,6	58,4	76,2	27,9	40,6	53,3	63,5	73,7	43,2	63,5	83,8	
7440,0	25,4	35,6	45,7	55,9	66,0	38,1	55,9	73,7	27,9	40,6	50,8	61,0	71,1	40,6	61,0	78,7	

Bilgisayar programında, ahşap betonarme perde kalıp yüzeyi iki şekilde olmaktadır. Birincisi belirli ölçülerdeki ahşap kerestelerdir. İkincisi ise kontrplaklardır. Burada verilen bir çok ahşap kereste ve kontrplak değerleri, programın içerisine yüklenmiştir. Bilgisayar gerekli değerleri kullanılarak hesaplama yapılmaktadır.

2.2.3. Metaller

Metal kalıp yüzeyleri ahşaba göre 14 kat daha mukavemetli, 20-30 kere fazla elastisite modülüne sahip olmakla beraber 12 kere daha ağırdır [1]. Metal kalıplar absorpsiyon özelliği bulunmayan malzemelerdir. Absorpsiyon özelliği bulunan diğer kalıp yüzeylerden farklı özellik göstermektedir. Beton yüzeyinde renk bozukluğuna neden olmayan metal kalıp yüzeyleri; hava boşluğu, şeffaf yüzey gibi yüzey kusurlarının oluşmasına neden olmaktadır [12].

2.3. Kalıp Elemanları

Bir kalıp sistemini üç gruba ayırarak incelemek mümkündür

- 1- Kalıp yüzeyleri
- 2- Bağlama elemanları
- 3- İskele elemanları (dikme ve takviyeler)

2.3.1. Kalıp yüzeyleri

Kalıp yüzeyi kalıbın beton ile direk teması olan kısmıdır. Kalıp, betonda istenilen yüzey düzgünlüğünü sağlamak için çeşitli özelliklere sahip olmak durumundadır.

Bu özellikler;

- Betonla uyumlu bir malzemedan imal edilmektedir. Betonun sertleşmesi sırasında kimyasal reaksiyona girmemek,
- Çimento ve ince malzemeleri geçirmemek,
- Betona ısı izolasyon sağlamak,

- Kabul edilebilir sınırların üzerinde deforme olmamak,
- Ekonomik olmak
- Yeniden kullanım miktarı sağlamak

gibi temel özellikleri taşımak durumundadır.

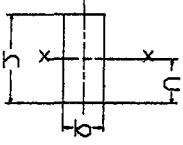
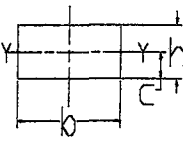
2.3.1.1 Ahşap kalıp yüzeyleri

Ahşap kalıplarda çam, köknar, kavak keresteleri kullanılmaktadır. Kalıpta kullanılacak ahşap fiziksel ve mekanik özellikler bakımından yeterli olmalıdır. Çam grubu kerestelerin yoğun kullanıldığı görülmektedir. Çam kerestelerinde işin önemine göre I, II, III sınıflardan seçilerek kullanılır. Genellikle II sınıf çam kerestesi kullanılır. Kereste de en çok kalıptan çıkınca şekil değiştirmemesi (deforme) istenir. Bazı bölgelerden çıkan keresteler (Ege bölgesi gibi) fazla şekil değişimi olduğundan tercih edilmezler [14].

Ahşap kalıp yüzeyleri absorpsiyon özelliği bulunan kalıp yüzeyleridir. Absorpsiyon değerleri yüksek olan kalıp yüzeyleri daha koyu beton rengi vermektedir. Kalıp yüzeyini oluşturan bütün tahtalar aynı derecede absorpsiyon özelliğine sahip olmaması durumunda farklı koyulukta bölgeler oluşmaktadır. Her kullanımda kalıp yağı ve ince taneler ahşabın gözeneklerini doldurduğu için kullanım sayısı arttıkça daha açık renkli beton yüzeyleri oluşur [13,15]. Diğer taraftan, taze betonun akışkanlığından dolayı kalıp yüzeyi tabanından başlamak suretiyle yukarıya doğru azalan bir hidrostatik basınç tesiri altında kalmaktadır. Tabandan itibaren yukarıya doğru azalmakta olan basınç, aynı şekilde tabandan yukarıya doğru azalan bir absorpsiyon değişimine neden olur. Bunun doğal sonucu olarak tabandan yukarıya doğru bir renk değişimi oluşur [13,16].

Kalıp için kullanılmak istenen keresteler, 4 yan yüzeyinde (S4S, surface 4 lumber) kullanılmak üzere hazırlanır. Kerestenin en kesit uzunlukları uygun ebatlarda biçimlendirilmektedir. Fakat asıl uzunluklar, kullanılan uzunluklardan daha kısadır [6].

Çizelge 2.11. Dört yan yüzeye ait kuru kerestenin(nem< %19) özellikleri.

Normal ölçü		Net alan	Gerçek ölçü		X-X		Y-Y	
								
cm		cm ²	cm		I _x cm ⁴	S _x cm ³	I _x cm ⁴	S _x cm ³
2,5	10,0	25,0	2,4	9,0	8,6	32,4	10,4	8,6
2,5	15,0	37,5	2,4	14,0	33,3	78,4	16,1	13,4
2,5	20,0	50,0	2,4	19,0	76,2	144,4	21,9	18,2
2,5	25,0	62,5	2,4	24,0	158,3	230,4	27,6	23,0
2,5	30,0	75,0	2,4	29,0	284,8	336,4	33,4	27,8
5,0	10,0	50,0	4,8	9,0	17,2	64,8	82,9	34,6
5,0	15,0	75,0	4,8	14,0	66,6	156,8	129,0	53,8
5,0	20,0	100,0	4,8	19,0	152,4	288,8	175,1	73,0
5,0	25,0	125,0	4,8	24,0	316,6	460,8	221,2	92,2
5,0	30,0	150,0	4,8	29,0	569,5	672,8	267,3	111,4
8,0	10,0	80,0	7,8	9,0	27,9	105,3	355,9	91,3
8,0	15,0	120,0	7,8	14,0	108,1	254,8	553,6	142,0
8,0	20,0	160,0	7,8	19,0	247,7	469,3	751,4	192,7
8,0	25,0	200,0	7,8	24,0	514,4	748,8	949,1	243,4
8,0	30,0	240,0	7,8	29,0	925,5	1093,3	1146,8	294,1
10,0	10,0	100,0	9,5	9,0	33,9	128,3	643,0	135,4
10,0	15,0	150,0	9,5	14,0	131,7	310,3	1000,3	210,6
10,0	20,0	200,0	9,5	19,0	301,7	571,6	1357,5	285,8
10,0	25,0	250,0	9,5	24,0	626,6	912,0	1714,8	361,0
10,0	30,0	300,0	9,5	29,0	1127,2	1331,6	2072,0	436,2
12,0	12,0	144,0	11,5	11,5	87,3	253,5	1457,5	253,5
15,0	15,0	225,0	14,0	8,9	49,9	184,0	2019,8	289,2
15,0	20,0	300,0	14,0	14,0	193,7	454,4	3174,0	454,4
15,0	25,0	375,0	14,0	18,4	443,6	789,6	4183,9	599,0
15,0	30,0	450,0	14,0	23,5	921,4	1285,3	5338,1	764,2
20,0	20,0	400,0	19,1	19,1	669,7	1152,2	10974,9	1152,2
20,0	25,0	500,0	19,1	24,1	1361,1	1848,7	13901,5	1459,5
20,0	30,0	600,0	19,1	29,2	2414,4	2709,0	16828,1	1766,7
25,0	25,0	625,0	24,1	24,1	1724,0	2341,6	28251,9	2341,6
25,0	30,0	750,0	24,1	29,2	3058,2	3431,4	34199,7	2834,6
30,0	30,0	900,0	29,2	29,2	3702,1	4153,8	60665,9	4153,8

Çizelge 2.11’de verilen değerler net boyutlar ve kuru keresteler içindir. Nem oranının %19 yada % 19’dan daha az olan keresteler kuru olarak tanımlanır. Yaş kereste ise nem oranının % 19’dan daha fazla olanlardır.

Hesaplamalarda kullanılan terim, tanım ve semboller aşağıda açıklanmıştır.

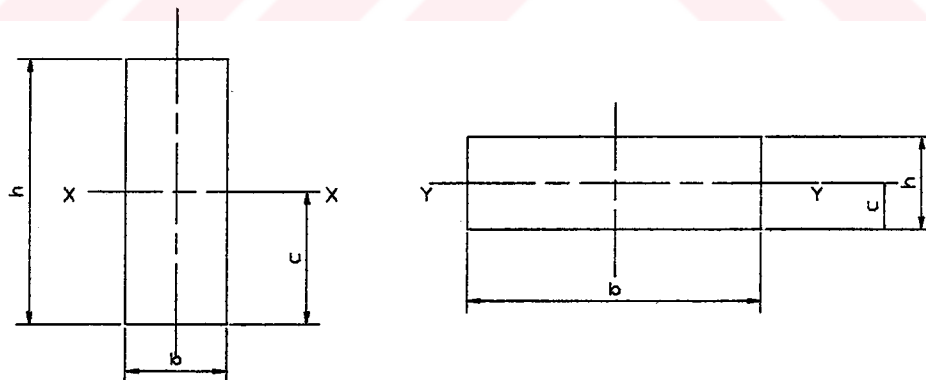
En kesit : Bir kalıp elemanının boyuna eksenine dik olarak alınan kesittir.

Tarafsız eksen : Basınç ve çekme gerilmesinin sıfır olduğu noktadan itibaren X ve Y yönünde çizilen çizgidir. Şekil 2.4’de tarafsız eksen X-X yada Y-Y olarak gösterilmektedir. Elemanın orta derinliğinde ve yük yönüne dik olacak biçimdeki eksene, tarafsız eksen denir.

Atalet momenti:(I) Bir kirişin en kesitinin hareketsizlik noktası, kesitin nötr ekseninden alanlara olan uzaklığın karesi, onun başlangıç alanlarının her birinin ürünleri toplamının çarpımıdır. Kesitin nötr ekseninden olan bir kiriş uzunluğun karesi ile çarpımıdır.

Parça modülleri:(S) Bir kirişin en kesitinin parça modülleri parçanın hareketsizlik momentinin nötr ekseninden parçanın uç noktasına olan uzaklığa bölümüdür.

Şekil 2.4’de dikdörtgen dikme kirişinin en kesitini göstermektedir. Kirişin eni ve derinliği “b” ve “d” olarak sırayla gösterilmektedir.



Şekil 2.4. Dikdörtgen kirişin en kesiti için semboller

Dikdörtgen kirişlerin en kesitleri ile ilgili hesaplamalar yapılacağı zaman genellikle aşağıdaki semboller ve eşitlikler kullanılmaktadır;

A = Bir kesitin en kesitsel alanı, $b \cdot h$ (cm^2)

b = En kesit genişliği şekil 2.4’de gösterilmektedir,(cm)

d =En kesit yüksekliği şekil 2.4’de gösterilmektedir, (cm.)

I = Bir dikdörtgen kiriş için en kesitinin atalet momenti : $bh^3/12$, (cm⁴)

c = Tarafsız ekseninden kirişin uç liflerine olan uzaklık ,(cm)

S = Dikdörtgen kirişin en kesitinin parça modülleri: $bh^2/6$, (cm³)

r = Kirişin en kesitinin dönüş yarıçapı: $\sqrt{I/A}$, (cm)

E = Esneklik modülü, (kg/ cm²)

Q = Alanın statik momenti, (kesme için dayanım ölçüsü)(cm³)

X-X= Kirişin en kesitindeki dar yüzeye dik gelecek biçimde uygulanan yük. X-X eksenini kirişin en kuvvetli dayanımını gösteren yön olarak ifade edilir.

Y-Y= Kirişin en kesitindeki geniş yüzeye dik gelecek biçimde uygulanan yük. Y-Y eksenini kirişin en zayıf dayanımını gösteren yön olarak ifade edilir.

2.3.1.2 Ahşap keresteler

Kalıp yüzeylerinde kontraplakların kullanılmasının yanı sıra 2,5-5 cm kalınlıkta ve 15-20 cm genişlikte olabilmektedir diğer taraftan, plastik ve kağıt levhalar, sac ve alüminyum levhalarında kalıp yüzeyinde kullanıldığı görülmektedir. Kalıp sökülmesinden sonra üzeri sıvanmadan bırakılan çıplak beton (brüt beton) kalıplarında betona temas eden yüzleri rendelenir ve birbirine zıvana geçme ile birleştirilerek betonun düzgün çıkması temin edilir [14].

2.3.1.2.1 Kerestelerdeki müsaade edilen gerilmeler

Kalıp elemanlarında basınç, eğilme ve çekme gerilmelerine meydana gelmektedir. Bundan dolayı kalıpta kullanılan kerestelerden biri veya bütünü, bu gerilmelerle karşı karşıyadır. Kalıp yapımında kullanılan keresteler, bu gerilmeleri karşılamak durumundadır. Kerestenin uygun gerilme büyüklükleri, kerestenin türüne, sınıfına, yükün gerilme üretme sürecine, kerestenin nem içeriğine ve elemanın boyutuna bağlıdır [6].

Kereste endüstrisinde normal yükleme şartlarına bağlı olarak kerestenin çeşitli türleri ve sınıfları için tasarım değerleri yayınlanmaktadır [14].

Çizelge 2.12 ve Çizelge 2.13’de kuru kereste (nem oranı %19 dan daha az) servis şartlarında ve normal yük süreci için kerestenin bir çok türlerinin Çizelge halindeki tasarım değeri verilmektedir. Belirli düzeyler ve türler için bu değerler gösterilmektedir. Eğer kalıp için kullanılan listelerden farklı türler bulunuyorsa, kullanılan kereste türü ile uyacak biçimde tablolaşmış gerilmeler ile ayarlanmalıdır.

Çizelge 2.12. %19 dan düşük nem oranı ile Sarı çam keresteler için tasarım değerleri (nem < %19)

Türler ve Ticari sınıflar	Uygun ölçü	Tasarım değerleri kg/cm ²				
		Ağaç lifindeki uç eğilme F_b	Yatay kesme gerilmesi F_v	Ağaç liflerine dik basınç F_{cL}	Ağaç liflerine paralel basınç $F_{c//}$	Elastisite modülü E (kg/cm ²)
1 sınıf	5-10 kalınlığında	130,06	12,65	39,72	130,06	120,000
2 sınıf	5-10 genişliğinde	105,56	12,65	39,72	116,00	112,500
1 sınıf	5-10 kalınlığında	116,00	12,65	39,72	123,03	120,000
2 sınıf	5-10 genişliğinde	87,88	12,65	39,72	112,49	112,500
1 sınıf	5-10 kalınlığında	105,46	12,65	39,72	116,00	120,000
2 sınıf	5-10 genişliğinde	84,36	12,65	39,72	108,97	112,500
1 sınıf	5-10 kalınlığında	91,40	12,65	39,72	112,49	120,000
2 sınıf	5-10 genişliğinde	73,82	12,65	39,72	105,46	112,500
1 sınıf	5-10 kalınlığında	87,88	12,65	39,72	112,49	120,000
2 sınıf	5-10 genişliğinde	68,54	12,65	39,72	101,95	112,500
7 günden küçük değerler için katsayılar[10]		1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
Nem için değerler katsayı[17] >19%		0,85	0,97	0,67	0,80	0,90

Gösterilen değerler sınıflandırılmış boyutlu kereste içindir [11]. Bu tablo halindeki değerler, NDS’nin (National Design Standart) Çizelge 2.14’deki kesme gerilme faktörü ile ayarlanılır [11]. 7 günden az yük direnci için ayarlanan katsayılar(Çizelge 2.14). Nem oranı %19 dan büyük ayarlamalar için olan katsayılar (Çizelge 2.15).

Çizelge 2.13. Nem oranının %19 dan düşük olduğu Douglas çamının tasarım değerleri

Türler ve Ticari sınıflar	Uygun boyut	Tasarım değerleri kg/cm^2				
		Ağaç lifindeki uç eğilme F_b	Yatay kesme gerilmesi F_v	Ağaç liflerine dik basınç $F_c \perp$	Ağaç liflerine paralel basınç $F_c //$	Elastisite modülü E (kg/cm^2)
1 sınıf	5-10 kalınlığında	105,46	13,35	43,94	117,06	120,000
2 sınıf	5-10 genişliğinde	92,45	13,35	43,94	105,11	112,500
1 sınıf	5-10 kalınlığında	91,39	13,35	43,94	112,14	120,000
2 sınıf	5-10 genişliğinde	80,14	13,35	43,94	100,54	112,500
1 sınıf	5-10 kalınlığında	84,36	13,35	43,94	107,21	120,000
2 sınıf	5-10 genişliğinde	73,82	13,35	43,94	95,97	112,500
1 sınıf	5-10 kalınlığında	77,33	13,35	43,94	101,94	120,000
2 sınıf	5-10 genişliğinde	67,84	13,35	43,94	91,34	112,500
1 sınıf	5-10 kalınlığında	70,30	13,35	43,94	101,95	120,000
2 sınıf	5-10 genişliğinde	61,51	13,35	43,94	91,40	112,500
7 günden küçük değerler için katsayılar[10]		1,25	1,25	1,25	1,25	1,00
nem için değerler katsayı[17] >19%		0,85	0,97	0,67	0,80	0,90

Gösterilen değerler sınıflandırılmış boyutlu keresteler içindir [18]. Bu tablo halindeki değerler, NDS nin Çizelge 2.13'deki kesme gerilme faktörü ile ayarlanır[11]. 7 günden az yük direnci için ayarlanan katsayılar (Çizelge 2.14). Nem oranı %19 dan büyük ayarlamalar için katsayılar (Çizelge 2.15).

Verilen birinci sınıf kereste için müsaade edilen gerilme NDS ye uygun ayar faktörleri, şekil değerlerinin çarpımıyla elde edebilir. NDS tarafından önerilen ayar faktörleri, yük sürecini, nem içeriği, yanma geciktirici kimyasal işlemi, ahşap koruyucusu ve kiriş denge faktörlerini içermektedir. Kalıp için bu ayar faktörlerinin en yaygın olanından bazıları, yük süreci ve nem içeriğidir [19].

Çizelge 2.12 ve Çizelge 2.13'de keresteler için 10 yıl boyunca normal yük altındaki tasarım değerleridir. Normal süreçli yükler dışında kalan yükler için; bu çizelge değerleri, Çizelge 2.14'de gösterilen uygun ayar faktörleriyle çarpılmalıdır.

Kalıba gelen yükler genellikle 7 günden daha azdır. Böylece, Çizelge 2.12 ve Çizelge 2.13'de içerisindeki tasarım değerleri %25 arttırılır. Yükleme sürecinin 7 günden fazla olmaması durumunda ve ayrıca esneklik modülleri de verilmektedir.

2.3.1.2.2 Nem içeriği ayarlama faktörleri

Çizelge 2.12 ve Çizelge 2.13'de tasarım değerleri kerestede ki nem oranının %19 yada daha az olması halinde nem içeriğini düzeltme değerleri Çizelge haline getirilmiştir. Nemin %19'u aştığı yerlerde biçilmiş kereste kullanılır. Bu tablolardaki tasarım değerleri Çizelge 2.15'da verilen uygun nem ayarlama faktörleri ile azaltılmaktadır.

Çizelge 2.14. Yük süreci için düzeltme faktörleri C_d , [12]

Yük süresi	C_d	Tipik şekil yükü
Kalıcı	0,9	Ölü yük
10 yıl	1,0	Kullanılan canlı yük
2 ay	1,15	Kar yükü
7 gün	1,25	Yapı yükü
10 dak	1,6	Rüzgar/ deprem yükü
Vuruş	2,0	Vuruş yükü

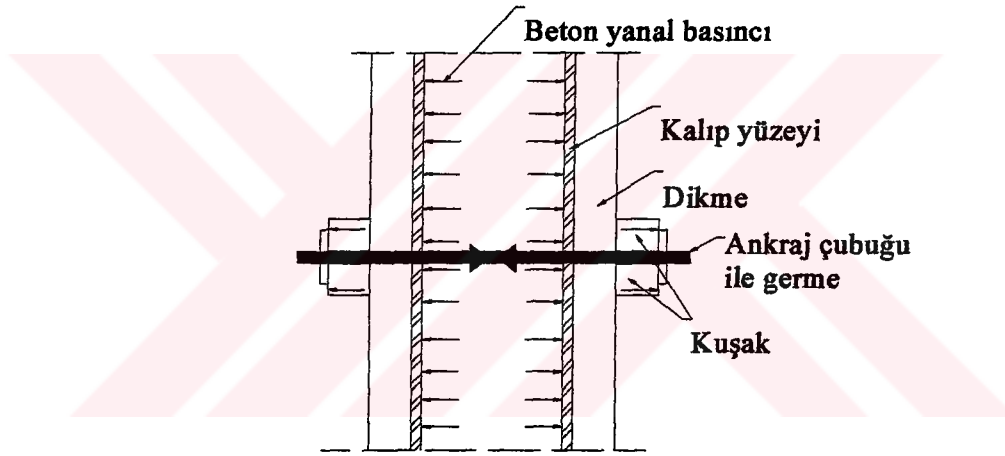
Çizelge 2.15. Nem oranı %19 dan fazla olması durumunda düzeltme faktörleri [12].

Eğilme gerilmesi	Uzayabilme	Kesme gerilmesi	Liflere dik Basınç Gerilmesi	Liflere paralel Basınç Gerilmesi	Elastisite modülü
0,85	1,0	0,97	0,67	0,8	0,9

2.3.2. Kalıplarda kullanılan bağlama elemanları

Kalıp sisteminde bağlantıyı gerçekleştirmede çeşitli konstrüksiyonlar kullanılmaktadır. Bunlar germe teli ve kalıp ankrajı gibi elemanların kullanımı gibi gerçekleştirilmektedir.

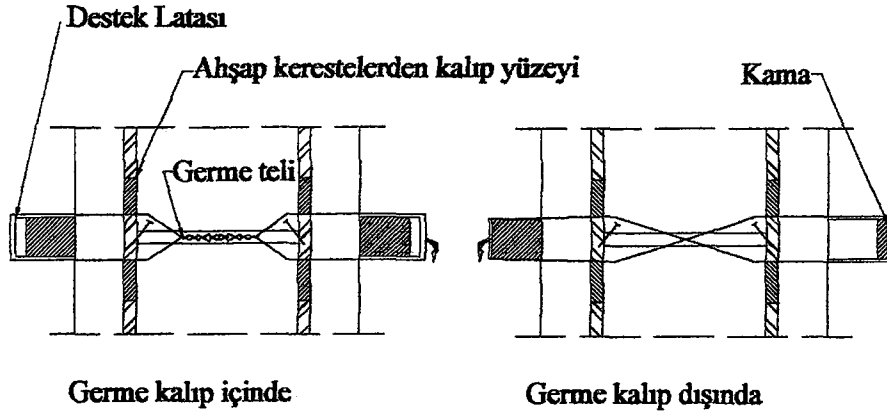
Taze beton eğik ve/veya düşey kalıp yüzeylerine yanal basınç yapar. Beton yanal basınç Şekil 2.5’de görüldüğü gibi kalıp yüzeyleri tarafından dikmelere aktarılır. Dikmeler basıncı kuşaklara aktarır. Kuşaklarda aktarılan yanal basınç ankraj çubukları ve yan bağlantılar tarafından dengelenir.



Şekil 2.5. Bir perde kalıp kesiti

2.3.2.1 Germe teli ile bağlama

Kuşaklama, yumuşak bükülebilir 3-4 mm çaplı çelik telin iki kere kalıp etrafında çevrilmesi ile yapılır. Bunlar bir tane 5x10 kereste ile çaprazlanır. Çubuk uçları dış kısmında bükülerek kapatılır (Şekil 2.6). Germe, çeşitli şekillerde gerçekleştirilebilir. Eğer germe yeri kalıp içerisinde yapılabiliyorsa çaprazlanmış kuşak bir gergi çubuğun vasıtasıyla burularak gerilir.

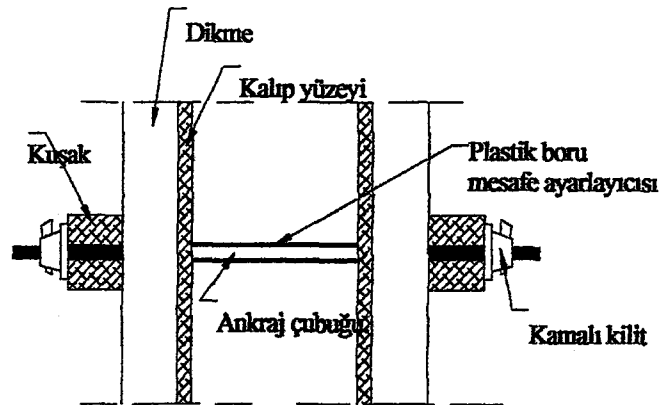


Şekil 2.6. Kuşak ile bağlama

Her iki durumda da kalıpların iki yüzünü belirli uzaklıklarda tutabilmek için mesafe ayarlayıcı kullanılır. Bunlar ahşap ise düşmemesi için yukarıdan aşağıya doğru eğik bir şekilde çakılır ve beton döküm sırasında aşağıya düşmez. Ahşap mesafe ayarlayıcılar kalıptaki beton dökümü bu yüksekliğe geldiği zaman alınmaktadır.

2.3.2.2 Kalıp ankraji ile bağlama

Kalıp ankraji, ankraj çubuğu kilidi ve mesafe oluşmaktadır (Şekil 2.7).



Şekil 2.7. Kalıp ankraji (tek parçalı)

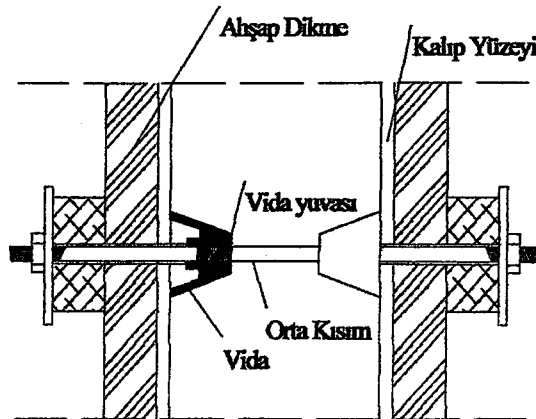
Ankraj çubuğu çekme gerilmesine maruz kalır. Ankraj çubuğu çoğu zaman daire kesitli çelik çubuklardır. Çizelge 2.16'de daire kesitli çubukların alanları ve DIN 18216 ya göre müsaade edilen kullanma yükleri gösterilmiştir.

Çizelge 2.16. DIN 18216'a göre ankraj çubukları kullanma yükleri

Ankraj Çubuğu çapı (mm)	5	6	8	10	12	14
Kesit Alanı cm^2	0.20	0.28	0.50	0.79	1.13	1.54
KN olarak müsaade edilen P kuvveti	3	4.25	7.5	1.2	17	23
Ankraj Çubuğu çapı (mm)	16	18	20	22	25	28
Kesit Alanı cm^2	2.01	2.54	3.14	3.8	4.91	6.16
KN olarak müsaade edilen P kuvveti	30	38	47	57	74	92

Ankraj Çubukları tekrar kullanılabilirler. Bir veya birkaç parçadan oluşabilirler (Şekil 2.8).

Tekrar kullanılan tek parçalı ankraj çubukları plastikten imal edilmiş ve aynı zamanda mesafe ayarlayıcı olarak kullanılan borular içerisine geçirilir. Bu borular beton içinde kalır. Böylece ankraj çubuğu borunun içinden çekilerek beton içinde kalması önlenir. Kalıp sökülünde, ankraj çubuğu borunun içinden çekilerek alınır. Duvar da ortaya çıkan delikler sıva ile veya özel kaplama malzemesi ile kapatılır.



Şekil 2.8. Çok Parçalı kalıp ankrajı

İki ucuna vida başları (manşon) vidalanır. Bu başlar kalıp için mesafe ayarlayıcılarıdır. Betonlamadan sonra yardımcı kısımlar kalıptan çevrilerek alınır. Manşon özel bir anahtarla dışarı çıkartılır. Ankraj çubuğunun orta kısmı beton içinde kalır. Beton yüzeyindeki oyuklar daha sonra kapatılır [1].

2.3.3. İskele elemanları

Geleneksel kalıp sistemlerinde rijitleştirme ve taşıyıcı elemanlar olarak dikmeler, kuşaklar ve yanlamalar kullanılır. Geleneksel kalıp sistemlerde, sık aralıklarla eleman kullanımı gerektiğinden malzeme sarfiyatı fazladır. Gelişmiş kalıp sistemlerinde özel olarak geliştirilmiş iskele elemanları montaj kolaylığı ve malzeme sarfiyatını önlemektedir.

İskele yapımında kullanılan malzemeler bakımından ahşap ve çelik iskeleler olarak sınıflandırılabilirler.

2.3.3.1 Ahşap iskeleler

Ahşap iskeler, dairesel veya dikdörtgen kesitli elemanlardan oluşabilmektedirler. Dairesel kesitlerin çapı minimum 70 mm, düzgün ve budaksız olmalıdır. Ahşap iskele, 5 m'den yüksek yapıldığı zaman, burkulma boyunu önlemek amacıyla kuşak veya çaprazlarla desteklenmelidir.

2.3.3.2 Çelik iskeleler

Ahşap malzemeye göre daha kolay takma ve sökme kolaylığı sağlayan metal kalıp elemanlarının mekanik mukavemetlerinin de yüksek olduğu bilinmektedir. Son günlerde geleneksel kalıp sistemlerinde de kalıp yüzey elemanlarının eskisi gibi masif ahşap yapılmasına karşın taşıyıcı sistemin metal elemanlardan (metal boru ve bağlantı elemanları gibi.) kurulduğu görülmektedir [13].

3. BETON YANAL BASINCI

3.1. Beton Yanal Basıncını Etkileyen Faktörler

Kalıp yüzeyine etki eden yanal beton basıncının şiddetini etkileyen faktörler Şekil 3.1’da gösterildiği gibi sıralanabilir. Bu faktörlerden en önemlileri önem sıralarına göre;

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



Şekil 3.1. Kalıplarda beton yanal basıncına etki eden faktörler

3.1.1. Betonun ağırlığı

Betonun yoğunluğunun kalıba gelen basınca direkt etkisi vardır, çünkü bir akışkanın herhangi bir noktasındaki hidrostatik basınç, akışkanın yoğunluğu tarafından oluşturulmaktadır. Bir akışkanın hidrostatik basınç, akışkanın herhangi bir noktasında tüm yönler için aynıdır ve akışkanla temas halinde olan herhangi bir yüzeye dik açıyla etkir. Bir noktaya tesir eden basınç, akışkanın yoğunluğu ile (beton için genellikle 2400 gr/cm^3 kabul edilebilir.) basınç hesaplanacak olan nokta derinliğin çarpılması ile çıkan sonuca eşittir. Ancak, taze beton, katı taneler ile suyun karıştırılmasından meydana gelmektedir. Buna rağmen betonun da bir sıvının davranışına yakın bir davranış gösterdiği kabul edilir. Ancak betonun katılaşmasından dolayı bir zaman sınırı vardır [20].

3.1.2. Betonu yerleştirme hızı

Betonun kalıp içindeki ortalama yükselme hızı, beton yerleştirme hızı olarak anılır. 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 [21].

3.1.3. Betonun sıkıştırma metodu

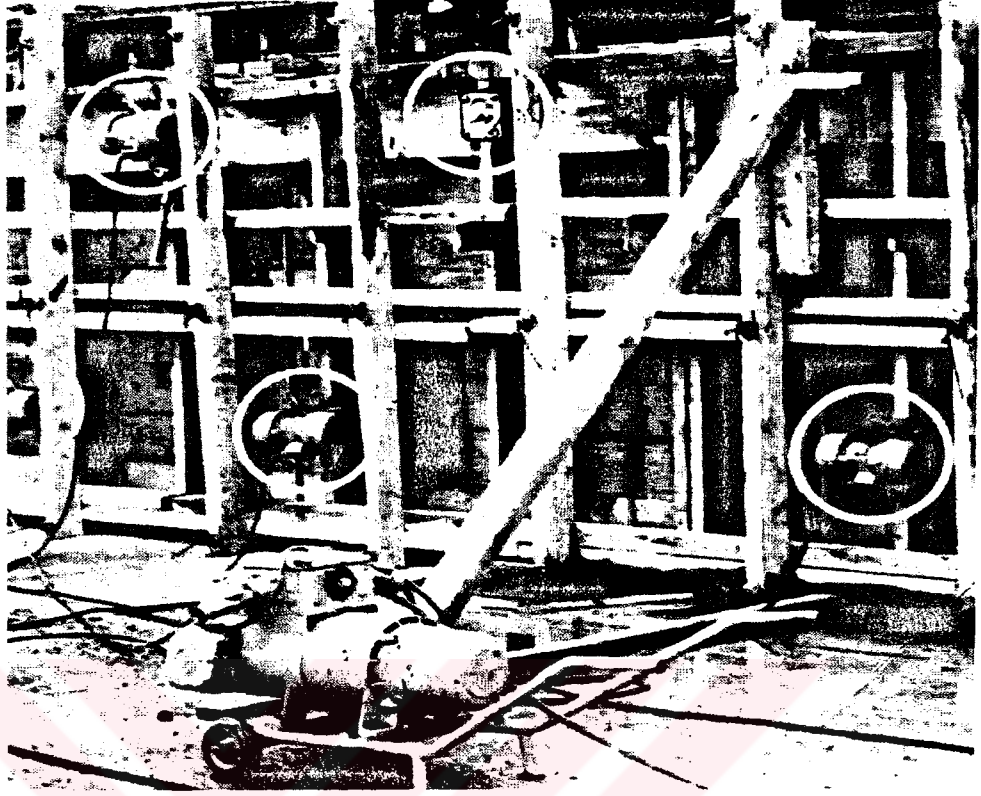
Betonun sıkıştırma işleminde şişler, tokmaklar ve vibratörler kullanılır. Sıkıştırma işlemleri, kaba ve ince agreganın kümeleşmemesi, beton içerisinde hava boşlukların kalmaması, her beton döküm tabakasının bir alt tabaka ile karışarak bağlanmasının sağlanması, çelik donatı çevresi beton ile tam olarak sarılması ve kalıpla temas halinde olan beton yüzeylerinde yeterince ince malzeme birikerek düzgün bir beton

yüzeyi elde edilmesi amacı ile yapılır. Betonun sıkıştırma işlemlerinde kullanılan araçlar içerisinde en çok kullanılanı ve en iyi sonuç vereni vibratörlerdir. Vibratörler kullanım şekillerine göre iç vibratörler, kalıp vibratörleri ve yüzey vibratörleri olarak üç gruba ayrılır [3].

İç vibrasyonlar, betonu konsolide etmek için birinci yöntemdir. İç vibrasyon sonucunda, normal şişlemeye göre %10-20 daha fazla geçici bölgesel yanal basınç meydana gelir [11]. Bu durum, vibrasyon derinliği boyunca betonun bir sıvı gibi davranmasına yol açar. Bu tür yöntemlerle sıkıştırılan beton tabakasının kalınlığı en az 30 cm ve en fazla 70 cm olmalıdır. Vibratör beton içinde 5 sn –15 sn tutulmaktadır. Sıkıştırma işlemi içerisinde vibratör birbirinden uzak noktalarda uzun süre ile tutulmak yerine yakın noktalarda kısa süre ile tutulmalıdır [23]. Günümüzde iç vibrasyonlar yaygın olarak kullanıldığından, ekstradan gelen fazla basınca karşı koyabilecek şekilde kalıp tasarımı yapılmaktadır [20].

Tekrar vibrasyonlar ve dış vibrasyonlar bazı yapı tipleri için uygulanmaktadır. Bu yöntemler normal iç vibrasyonlara göre kalıp üzerinde daha büyük etkiler oluşturmaktadır. Dolayısıyla buralarda kullanılacak kalıplar da özel tasarlanmaktadır.

Kalıp dışına monte edilerek yapılan vibratörler kalıp vibratörleri olarak da adlandırılabilir. Kalıp vibratörleri en büyük tane çapı fazla olan betonlarda ve donatı alanının büyük olduğu hallerde sıkıştırma yapılacaksa kalıp vibratörü kullanılması yararlıdır [22]. Şekil 3.2’de görüldüğü gibi vibratörün kalıp dışına monte edilmesiyle uygulanır. Bu vibratörlerin değişik tiplerde olanı vardır. Bunlar harmonik hareketi oluşturan döner ve pistonlu tipte olanlarıdır [23]. Çalışma sistemi ise; kalıbı sarsarak, kalıp da kendisini bu sarsıntıya (vibrasyonu) betona aktarır. Yani kalıbın kendisi titreşime maruz bırakılır ve bu titreşimi betona ileterek betonu sıkıştırır. Dış vibrasyonun frekansı ve genliği kalıbı parçalamayacak ve dağıtmayacak şekilde ayarlanmaktadır. Aynı zamanda da betonun kalıp içerisinde sıkışmasını sağlamaktadır [13].



Şekil 3.2. Kalıp dışına monte edilen dış vibrasyon uygulaması

Beton yüzeyinde yapılacak sıkıştırmalarda kullanılacak yüzey vibratörleri büyük genlikli ve düşük frekanslı olmalıdır. Sıkıştırma işlemi sırasında vibratör, arkasında bıraktığı beton yüzeyi homojen ve nemli görünüşte olacak düzeyde yavaş hareket ettirilmektedir. Yüzey vibratörü ile sıkıştırma tabaka kalınlığı 20 cm den fazla olmamalıdır.

Şişleme ve tokmklama, vibratör kullanılması mümkün ve/veya uygun olmadığı durumlarda uygulanabilir. Tokmklama, beton yüksekliğinin az, beton yüzeyinin geniş olduğu ve su oranı yüksek beton karışımı kullanıldığı hallerde uygulanabilir. Tokmakla, sıkıştırma yapılacak yüzey, düz veya ızgara şeklinde olabilir. Tokmaklar olabildiğince ağır olmalıdır. Şişleme ve tokmklama uygulanacak (katı kıvramlı) betonların çökme değerleri 2,5 cm – 7,5 cm olmaktadır. Çökmesi az betonların sıkıştırabilmesi için tabaka kalınlığını 15 cm den fazla olmaması gerekmektedir. Tokmklama, beton serbest yüzeyi düzgün ve parlak bir görünüş alıncaya kadar

sürdürür. Şişlenerek sıkıştırıldığında, beton içindeki hava kabarcıkları giderilip, beton sıkı bir yapı kazanıncaya kadar devam ettirilmelidir [22].

3.1.4. Beton sıcaklığı

Beton yanal basıncı üzerine beton iç sıcaklığının önemli bir faktör olduğu bilinmektedir [24]. Çünkü betonun düşük sıcaklıklarda sertleşmesi daha uzun zaman alır ve dolayısıyla betonun az bir bölümü, kendini taşımaya yetebilecek kadar katılaşmadan önce daha fazla derinlikte beton yerleştirilebilir. Soğuk havalarda veya uçucu kül vb. katkıları kullanılarak beton yerleştirilecekse, kalıp tasarlanırken bu etkiler göz önünde bulundurulmaktadır [25].

3.1.5. Beton derinliği (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, ince malzeme miktarı fazla olan daha kuru kıvamda beton dökme gibi önlemler alınabilir. Ancak betonun tasarlanan diğer özelliklerine etki yapabilecek değişiklikleri planlarken dikkatli olunması gerekir. Özellikle yüksek perde duvar kalıplarına beton dökülürken kalıp üst seviyesinin yaklaşık 25-30 cm altında döküm işlemi durdurularak dökülen betonun katılaşması için yaklaşık 1 saate kadar beklenilebilir. Son tabaka olan 25-30'lık bu tabaka için daha katı kıvamda bir karışım hazırlayarak dökülebilir [13].

Yapılan araştırmalarda, beton yanal basıncının hesaplanmasında kullanılan modellerde, ACI 347-78, CIRIA Report 108 ve DIN 18218'e göre beton yanal basıncının beton yüksekliğinin beton yanal basıncına etkisinin olduğu anlaşılmaktadır.

Düşey kalıp yüzeylerine gelen taze beton yanal basıncının hesaplanmasında farklı sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Bu farklılıklar gerek yapılan deneysel çalışmalarda,

gerekse çeşitli yönetmeliklerde öngörülen ampirik bağıntılarda, ikinci dereceden önem arz eden faktörlerin kısmen dikkate alınmasından kaynaklanmaktadır [26].

Çeşitli zamanlarda yapılan ölçümlerde diğer bazı değişkenlerin de yanal basınç üzerinde etkili olduğu gösterilmiştir. Bunlar betonun kıvamını, donatının yerleştirme şekli ve miktarı, çevre sıcaklığı, boşluk suyu basıncı, maksimum agregası boyutu, yerleştirme yöntemi çimento tipi ve yerleştirme derinliği, kalıbın en kesit ölçüsü, kalıbın yüzey düzgünlüğü ve geçirimsizliği olarak bilinmektedir. Ancak genel beton uygulamalarında bu değişkenleri etkileme düzeyleri küçüktür ve dolayısıyla ihmal edilebilir. Uçucu kül ve diğer puzolanların düşük ortam çevre sıcaklıklarında çimento ile yer değiştirmesinde veya priz geciktirici katkıların kullanılmasında yanal basınçlar üzerinde gözden kaçırılmaması gereken önemli etkiler oluşur. Benzer şekilde süper akışkanlaştırıcı katkıların etkileri ve priz geciktiricilerin etkileri de göz önüne alınmalıdır [13].

3.2. Beton Yanal Basınçların Hesaplama Teknikleri

Taze betonun kalıp yüzeyine yapmış olduğu yanal basınçın 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.

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

Taze beton basınçlarının hesabında betonlama hızı ve taze beton sıcaklığı göz önüne alınmaktadır. ACI Comitte kalıbm, betonun tüm hidrostatik yanal basıncına göre tasarlanmasını tavsiye etmektedir.

$$P = w.h \quad (3.1)$$

$$P = \text{yanal basınç} \dots \text{kgf/m}^2$$

w = taze beton birim ağırlığı,..... kg/m^3

h = plastik kıvamdaki betonun derinliği,....m

Hızlı bir şekilde yerleştirilen betonlarda, örneğin kolonlarda, h yüksekliği olarak kalıbın toplam yüksekliği alınmaktadır [25].

3.2.1.1 Betonarme perde duvar kalıpları üzerine gelen 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/m^3 birim ağırlığına sahip betonu esas almaktadır.

Kalıbın, yüzeyine gelen beton yanal basıncına göre dizaynı için;

$$P_m = 0,073 + \frac{8 * R}{T + 17,8} \quad \text{betonlama döküm hızı } R < 2 \text{ m/h} \quad (3.2)$$

$$P_m = 0,073 + \frac{11,78}{T + 17,8} + \frac{2,49 * R}{T + 17,8} \quad \text{betonlama döküm hızı } R = 2-3 \text{ m/h} \quad (3.3)$$

P_m = Maksimum yanal basınç, (kg/m^2)

R = Beton döküm hızı, (m/h)

T = Taze beton sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$)

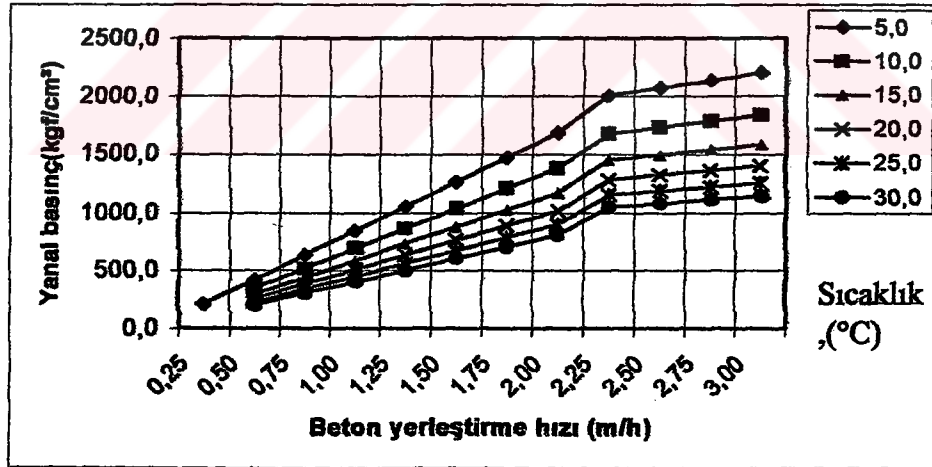
3.2 ve 3.3'de verilen denklemler kullanılarak hesaplanan basınç değerleri Çizelge 3.2'de görülmektedir. Bu denklemlerle hesaplanan yanal basınç değerleri $0,24.h$ 'dan büyük olamaz. Eğer doldurma hızı $3,05 \text{ m/h}$ dan büyük ise maksimum basınç $= 0,24.h$ olur.

Çizelge 3.1. ACI 347 göre, beton döküm hızı ve sıcaklığına göre beton yanal basınç değerleri.

Beton Döküm hızı (m/h)	Belirtilmiş sıcaklıklar için maksimum yanal basınç (kgf/cm ²)*						
	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C
0,25	210,6						
0,50	421,1	345,4	292,8	254,0	224,4	200,9	
0,75	631,7	518,1	439,1	381,0	336,5	301,3	272,8
1,00	842,2	690,7	585,4	508,0	448,7	401,7	363,7
1,25	1052,7	863,4	731,8	635,0	560,8	502,2	454,6
1,50	1263,2	1036,0	878,1	762,0	673,0	602,6	545,5
1,75	1473,8	1208,7	1024,5	889,0	785,1	703,0	636,4
2,00	1684,3	1381,4	1170,8	1015,9	897,3	803,4	727,3
2,25	2004,9	1675,8	1447,1	1278,9	1149,9	1048,0	818,3
2,50	2070,5	1729,6	1492,6	1318,4	1184,8	1079,2	909,2
2,75	2136,0	1783,3	1538,2	1357,4	1219,7	1110,5	1000,1
3,00	2201,5	1837,1	1583,7	1397,4	1254,6	1141,7	1091,0

* Çökme miktarı 10 cm, birim ağırlığı 2400kg/cm² olan betonlar için geçerlidir.

Çizelge 3.2. Duvar kalıpları için, beton yerleştirme hızı, maksimum basınç ve beton sıcaklığı arasındaki ilişki [25].



3.1, 3.2 ve 3.3 verilen denklemler 2400 kgf/m³ birim ağırlığı için verilmişti. Ancak 2400 kgf/m³'ten daha ağır veya hafif beton kullanıldığında daha az veya daha çok basınç hesaplanacaktır. Bunu düzeltmek için ACI tarafından bir düzeltme katsayısı verilmiştir.

$$P_{md} = \left[\frac{D'}{150} \right] P_m \quad (3.4)$$

P_{md} = Düzeltilmiş basınç, (kgf/m²)

D' = Beton birim ağırlığı, (kgf/m³)

P_m = 2400 kgf/m² göre hesaplanmış maksimum beton basıncı

3.2.2. Ciria Report 108'e göre beton yanal basıncı

Bu rapora göre kalıplarda maksimum beton yanal basıncının hesaplanmasında;

$$P_{b\max} = \gamma_b \left[C_1 \sqrt{V_b} + C_2 k \sqrt{h - C_1 \sqrt{V_b}} \right] \quad (3.5)$$

formülünün kullanımı önerilmektedir [27].

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 (Çizelge 3.4),

γ_b = kN/m³ olarak beton birim hacim ağırlığı,

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

$$k = \left(\frac{36}{T + 16} \right)^2 \text{ sıcaklık katsayısı,} \quad (3.6)$$

V_b =beton döküm hızı [m/h],

T = taze beton sıcaklığı [°C],

olarak verilmektedir [27].

Çizelge 3.3. Çimento cinsi ve katkı maddelerine bağlı C_2 katsayıları

Betonlarda kullanılan çimentolar için C_2 katsayıları	
PÇ , EPÇ veya SDÇ birlikte katkıları	0,3
PÇ , EPÇ veya SDÇ birlikte katılar ,priz geciktiriciler	0,3
CC,KÇ, PZÇ/B, Traslı, Uçucu küllü Çimentoları	0,45
KZÇ/A,KZÇ/B,Yüksek aliminli Çimentolar	0,6

PÇ : Portlan Çimentosu, (TS 19)

EYÇ :Erken Dayanımlı Yüksek Çimento, (TS 3646)

SDÇ: Sülfata Dayanımlı Çimento, (TS 10157)

CC : Cüruf Çimentosu, (TS 20)

KÇ : Katkılı Çimento, (TS 10156)

PZÇ/B : Puzolanik Çimento, (TS 12144)

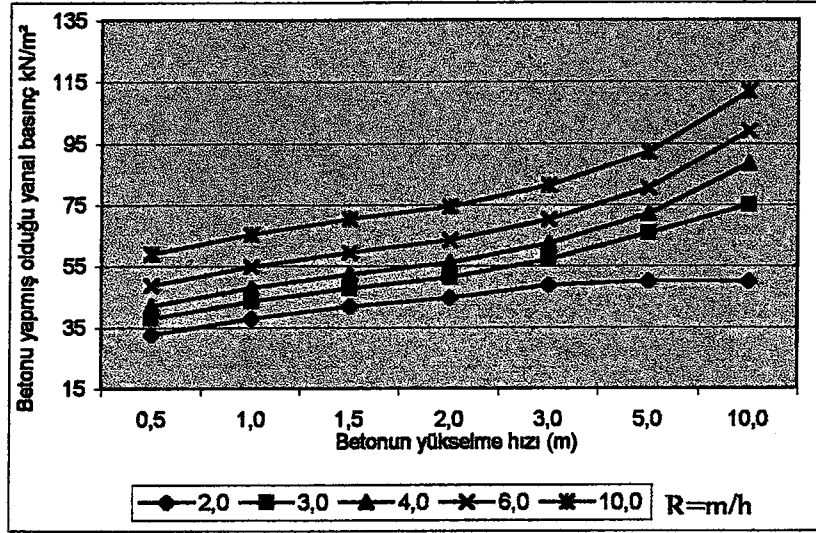
KZÇ/A ,KZÇ/B : Kompoze Çimentolar, (TS 12142)

Çizelge 3.4, 3.6 ve 3.8, $C_1=1.0$, $C_2=0.3$ ve 5°C değerleri esas alınarak, 3.5 nolu formül ile hesaplanan verileri göstermektedir.

Çizelge 3.4. Ciria Report 108'e göre 5°C için beton yanal basıncı değerleri, kN/m^2

Betonun yükselme hızı (m/h)	Beton dökülen kalıbın yüksekliği (m)				
	2,0	3,0	4,0	6,0	10,0
0,5	32,67	37,87	42,02	48,72	59,05
1,0	37,80	43,52	47,91	54,87	65,41
1,5	41,80	47,79	52,39	59,56	70,28
2,0	44,51	51,32	56,14	63,50	74,39
3,0	48,71	57,11	62,34	70,09	81,26
5,0	50,00	65,73	72,00	80,45	92,13
10,0	50,00	75,00	88,53	99,15	111,99

Çizelge 3.5. Ciria Report 108'e göre 5°C'deki beton yanal basınç grafiği

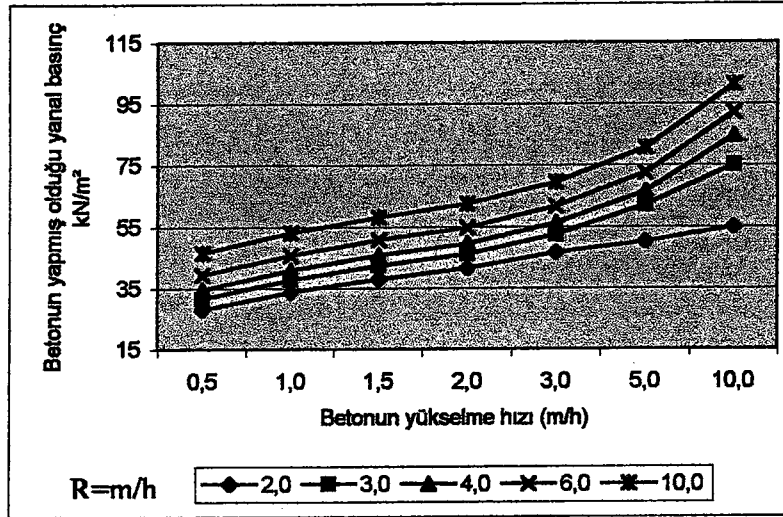


$C_1=1.0$, $C_2=0.3$ ve 5°C değerleri esas alınarak, 3.5 nolu formül ile hesaplanan verileri göstermektedir. (Çizelge 3.4 ,Çizelge 3.5)

Çizelge 3.6. Ciria Report 108'e göre 10°C için beton yanal basıncı değerleri, kN/m²

Betonun yükselme hızı (m/h)	Beton dökülen kalıbın yüksekliği (m)				
	2,0	3,0	4,0	6,0	10,0
0,5	28,01	31,67	34,59	39,31	46,57
1,0	33,71	37,73	40,82	45,71	53,13
1,5	37,94	42,33	45,57	50,61	58,16
2,0	41,37	46,17	49,55	54,73	62,39
3,0	46,60	52,50	56,19	61,63	69,49
5,0	50,00	62,15	66,56	72,50	80,72
10,0	55,00	75,00	84,78	92,25	101,29

Çizelge 3.7. Ciria Report 108'e göre 10°C'deki beton yanıl basınç grafiğı

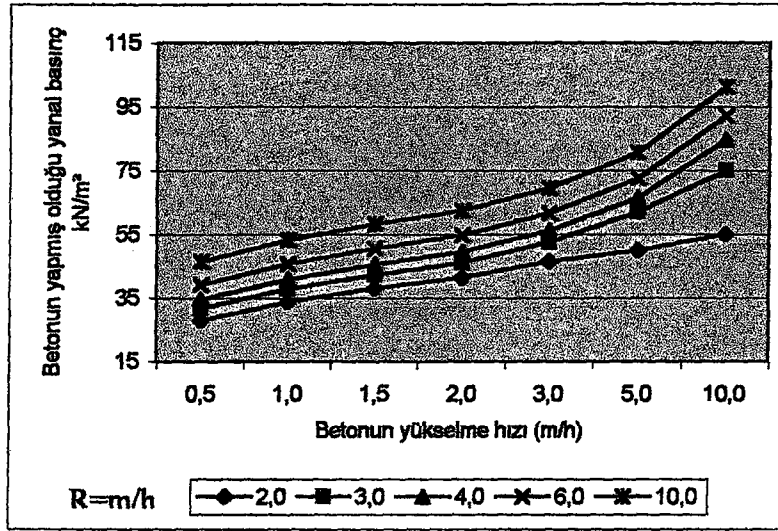


$C_1=1.0$, $C_2=0.3$ ve 10°C değerleri esas alınarak, 3.5 nolu formül ile hesaplanan verileri göstermektedir. (Çizelge 3.6 ,Çizelge 3.7)

Çizelge 3.8. Ciria Report 108'e göre 15°C için beton yanıl basınç değeri

Betonun yükselme hızı (m/h)	Beton dökülen kalıbın yüksekliği (m)				
	2,0	3,0	4,0	6,0	10,0
0,5	28,01	31,67	34,59	39,31	46,57
1,0	33,71	37,73	40,82	45,71	53,13
1,5	37,94	42,33	45,57	50,61	58,16
2,0	41,37	46,17	49,55	54,73	62,39
3,0	46,60	52,50	56,19	61,63	69,49
5,0	50,00	62,15	66,56	72,50	80,72
10,0	55,00	75,00	84,78	92,25	101,29

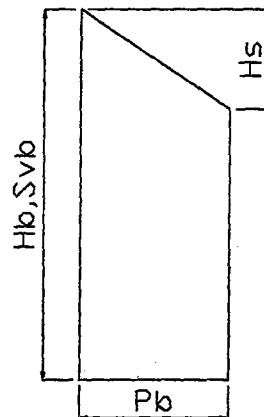
Çizelge 3.9. Ciria Report 108'e göre 15°C'deki beton yanal basınç grafiği



$C_1=1.0$, $C_2=0.3$ ve 15°C değerleri esas alınarak, 3.5 nolu formül ile hesaplanan verileri göstermektedir. (Çizelge 3.8 ,Çizelge 3.9)

3.2.3. DIN 18218'e göre beton yanal basıncı

Taze beton yanal basınçlarının hesabında beton sınıfları, betonlama hızı, beton birim ağırlığı, priz süresi, vibrasyon durumu göz önüne alınmış olup taze beton basınçlarının kalıp yüksekliği boyunca dağılımı Şekil 3.1'de görülen diyagramda verilmiştir.



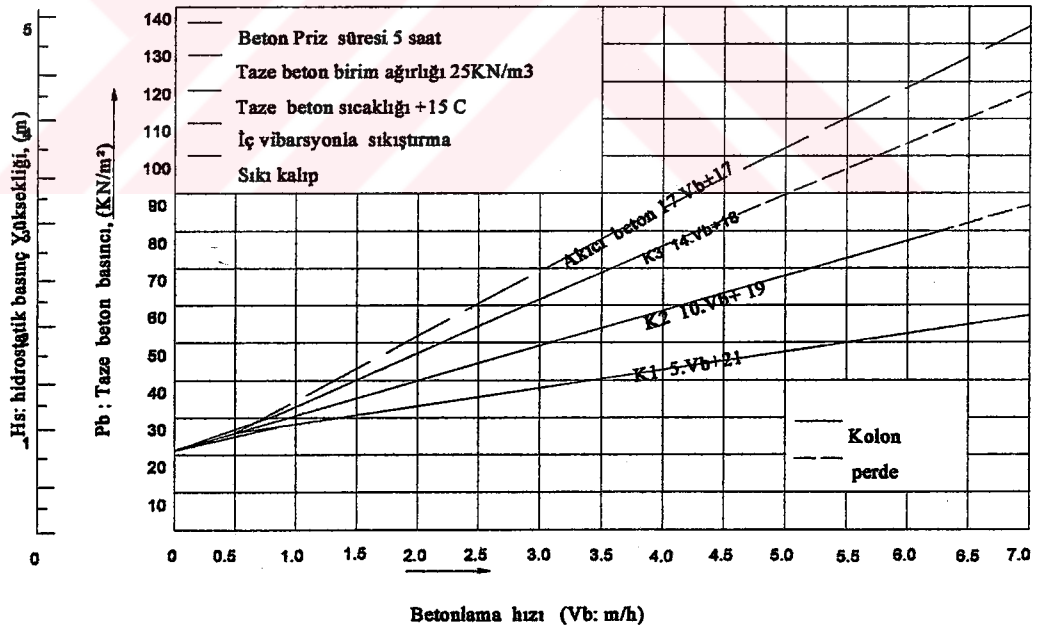
Şekil 3.3. DIN 18218'göre taze beton yanal basınç dağılımı

Çizelge 3.12. Beton Birim hacim ağırlıklarına göre düzeltme faktörleri

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

Formül 3.7 , 3.8 ve 3.9 kullanılarak, beton priz süresi 5 saat, taze beton birim hacim ağırlığı 25 kN/m³ taze beton sıcaklığı +15 °C ve iç vibrasyonlarla sıkıştırma için yanal basınç değerleri Çizelge 3.13’de görülmektedir.

Çizelge 3.13. Beton döküm hızına ve çeşitli beton sınıflarına göre yanal basınç değerleri



3.2.4. Gardner J.'ye göre beton yanal basıncı

Gardner ayrıntılı deneysel çalışmaların sonucunda taze beton yanal basıncının hesaplanmasına yönelik formüller ortaya koymuştur. Gardner'm formülü; $h \leq 1,0$ m, $d \leq 1000$ mm, vibrasyonun gücü 1-2,5 HP, vibrasyon süresi 0-5 dak, betonun sıcaklığı $T = 8-29^\circ\text{C}$, 28 günlük silindir basınç dayanımı $286-371 \text{ kgf/cm}^2$, çökme 50-220 mm, beton döküm hızı $R = 1,52-3,66 \text{ m/sa}$, katkı maddesi süper akışkanlaştırıcı, deney şartları altında geçerlidir [28].

Gardner formülü (1980,1984,1986)

$$P_{mak} = 24.h_i + \frac{3000HP}{d} + \frac{d}{40} + \frac{400.R^{0.5}}{18+T} \left[\frac{100}{100-\beta} \right] + \frac{\Delta-75}{10}, (Kpa) \quad (3.10)$$

$$P_{mak} \leq 24.h \text{ (Kpa)}$$

P_{max} : Maksimum yanal basınç, Kpa

h_0 : Maksimum yanal basıncın oluşturduğu yükseklik, m

h : Kalıbın yüksekliği, m

h_i : Vibratörün batma derinliği, m

R : Beton dökme hızı, m/sa

T : Beton sıcaklığı, $^\circ\text{C}$

B : Uçucu kül veya curuf miktarı (yüzde olarak ağırlıkça)

Δ : Çökme miktarı, mm

Kalıp tasarımı için Gardner formülü (1986);

$$P_{mak} = 24.h_i + \frac{d}{40} + \frac{400.R^{0.5}}{18+T} \left[\frac{100}{100-\beta} \right] + \frac{\Delta}{10}, (Kpa)$$

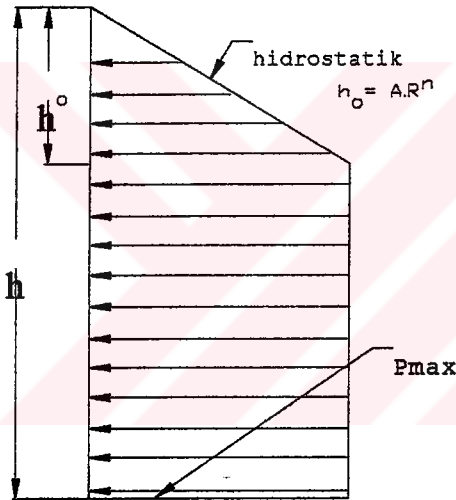
Normal betonlar için yaklaşık yanal taze beton basıncı; formül 3.10 yerine konulmasıyla aşağıdaki formül elde edilir.

$H_i = 1\text{ m}$, $d = 300\text{ mm}$, $T = 15^\circ\text{C}$, $\beta = 0$, $\Delta = 75\text{ mm}$ için;

$$P_{\text{mak}} = 39 + 12.12 R^{0.5} \text{ (Kpa)} \quad (3.11)$$

Çizelge 3.14. Gardner formülüne göre hesaplanmış maksimum beton yanal basınçları

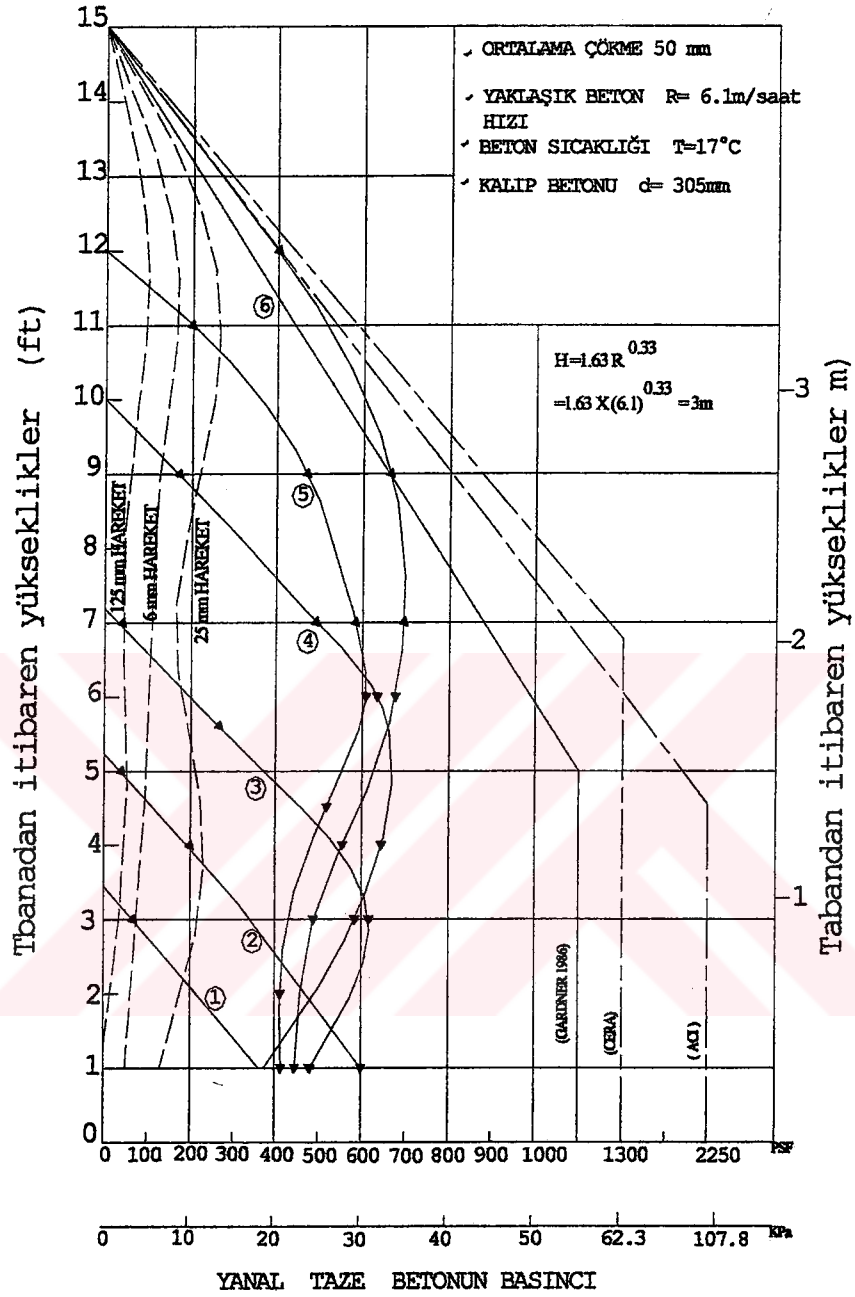
R (m/saat)	1	2	3	4	5	6
P_{mak} (Kpa)	51	56	60	63	66	69



Burada;
 h_0 =hesaplanmasında
 Rodin kullanmış olduğu
 amprik formüllerdir

Şekil 3.4. Gardner'ın 1979 da deneysel çalışma sonuçları

Kalıp tasarımı için yanal basınç eğrisi hidrostatik basınçta olduğu gibi kabul edilebilir. Bu basınç kalıp üst noktasında sıfır değer alırken, daha sonra bir limit değerine ulaşır ve kalıp tabanına kadar sabit kalır (Şekil 3.2). Yanal basınç, betonun yoğunluğu, çökme miktarı, uçucu kül, katkıları, döküm hızı, vibrasyon ve beton ısı ile arttıkça artar.



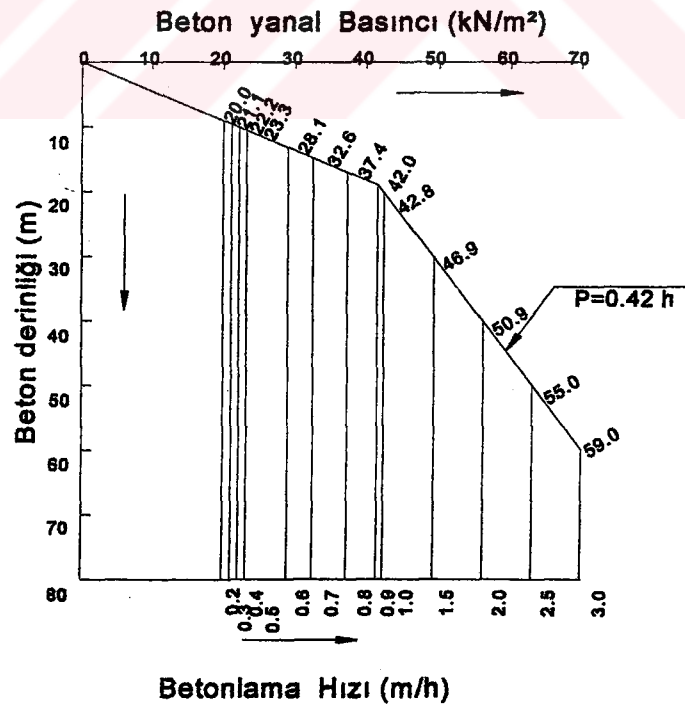
Şekil 3.5. Gardner'ın 1979'da deneysel olarak ölçülen taze beton yanal basınç değerleri

Perde duvar kalıplarının tasarımında güvenli ve ekonomik olabilmek için yeteri derecede hassas konservatif yaklaşımların sınırlarını iyi belirlemek gerekmektedir [29]. Günümüzde kalıplara etki eden beton yanal basınçların konservatif için yaklaşımla hesaplandığı görülmektedir [30].

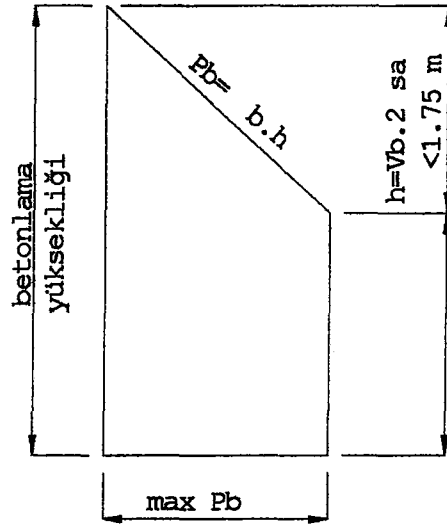
3.2.5. Department Of Main Roads göre beton yanal basıncı

Beton yanal basınç için, Avusturya "Department Of Main Roads" tarafından DMR diyagramı olarak isimlendirilen bir diyagram önerilmiştir (Şekil 3.4). Bu diyagramdan beton üst yüzeyinden itibaren h derinliğinde oluşan maksimum taze beton basıncı $P_{b_{max}}$, betonlama hızına bağlı olarak seçilebilmektedir. Beton dökümü takip eden ilk iki saatte 24 kN/m^3 birim ağırlıklı betonda betonlama hızının $v_b = 0.9 \text{ m/h}$ değeri için 1.75 m derinliğe kadar hidrostatik basınç almaktadır. Bu noktadan itibaren 3 m/h betonlama hızına ve 5.80 m beton derinliğine kadar $p_b = 0.42 h$ 'lik azaltılmış basınç değeri esas alınmaktadır.

Bu sınır değerlerin üstündeki taze beton basınçları Şekil 3.4'de gösterildiği gibi üçgen-dikdörtgen bir diyagram olarak şekillenmektedir. Beton birim hacim ağırlığının 24 kN/m^3 farklı olması durumunda $\gamma_b/24$ oranında ve iç vibrasyon uygulanması durumunda %10 bir artırım gerekmektedir [21].



Şekil 3.6. DMR diyagramı



Şekil 3.7. Yüksek Betonlama hızları için ($V_b > 3$ m/h) DMR tarafından önerilen taze beton basınç dağılımı

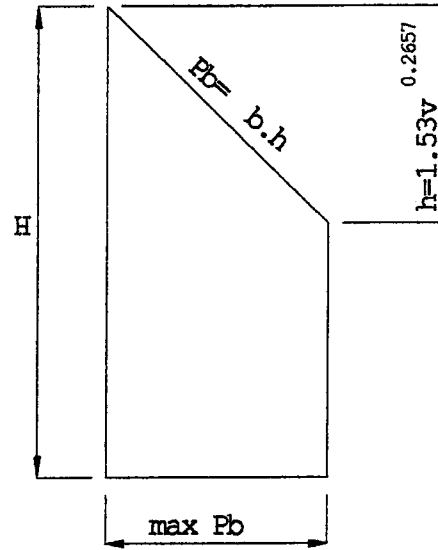
3.2.6. Ertingshausa göre beton yanal basıncı

Ertingshausen'in önerisine göre taze beton basınçlarında esas parametre betonlama hızıdır. Taze beton basınçları V_b [m/h] betonlama hızının 4 m/h den büyük veya küçük oluşuna göre ampirik iki formül ile verilmiştir.

$$V_b \geq 4 \text{ m/h için } P_b = 30 \cdot \sqrt{V_b} \text{ [kN/m}^2\text{]} \quad (3.12)$$

$$V_b < 4 \text{ m/h için } P_b = 30 \cdot \sqrt{V_b} \text{ [kN/m}^2\text{]} \quad (3.13)$$

Formül 3.12 ve 3.13'de γ_b beton birim hacim ağırlığı 24 kN/m³ olarak kabul edilmiştir. Yükseklik boyunca taze beton basınçlarının dağılımı Şekil 2.5'de görüldüğü gibidir. Bu sonuçlar katı kıvamdaki betonlar için uygun sonuçlar vermekte olup plastik kıvamdaki betonlar için ise sonuçlar düşük kalmaktadır [21].



Şekil 3.8. Ertingshausen'e göre taze beton yanal basınçları dağılımı

3.2.7. Spect'e göre beton yanal basıncı

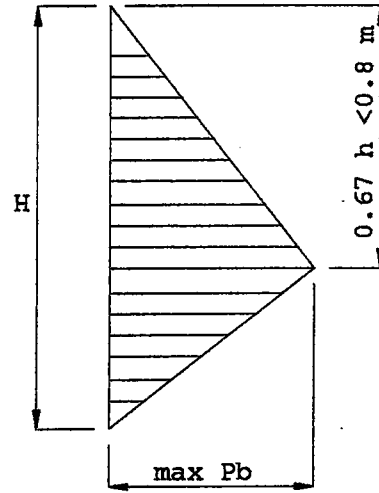
Spect'in önerisine göre katı ve plastik betonlar için maksimum taze beton yanal basıncı P_b betonlama hızını [m/h] bağlı olarak ;

$$\text{Max } P_b = 7.5 v_b + 21 \text{ [kN/m}^2\text{]} \quad (3.14)$$

Bağlantısı ile ifade edilmiştir. İçerdiği sabit terimden dolayı düşük betonlama hızlarında bir minimum taze beton basınç değeri göz önüne alınabilmektedir [20].

3.2.8. Fransız ve belçika kayar kalıp inşaatçılarına göre beton yanal basıncı

Fransız ve Belçika kayar kalıp inşaatçılarına göre beton yanal basıncı, kayar kalıp basıncı dağılımı $0.67 \times h$ (≤ 0.80 m) yüksekliğe kadar hidrostatik basınç şeklinde, bu noktadan itibaren alt uçta sıfıra inen lineer iki doğru gibi alınabilmektedir [21] (Şekil 3.7).



Şekil 3.9. Fransız ve Belçika kayar kalıp inşaatçıların önerdiği kalıplarda taze beton basınç dağılımı

Ayrıca yamaçlardaki yumuşak zeminleri tutmak için bentonit kullanılır. Bentonit kullanılarak yapılan diyagram, duvarlara etki eden yatay basınçlar, kalıplara etki eden yatay basınçlar hesaplama yöntemiyle belirlenmiştir. kritik derinliğinin etki eden en önemli unsur betonun sıvı gibi basınç yaparak yanal basıncı artırmasıdır[12]. 20 m'ye kadar derinlikte olan duvarlar kritik derinlik kabul edilebilir. Taze beton yanal basıncı dağılımının, ikili lineer şekilde ve kritik derinliğinde duvar derinliğinin $1/3$ ü olarak alınması önerilmektedir [31].

4. TASARIM TEKNİKLERİ

Kalıplar, üzerine gelen betonun oluşturduğu basınca karşı dayanmalıdır. Kalıp şekilleri tasarlanırken mühendislik ilkelerine özen gösterilir. Kalıp elemanların boyutları ve açıklıklarının seçimi, varsayımlarla ya da fikir yürütmeler ile yapıldığı takdirde, beklenen sonuçlar elde edilmeyebilir. Yetersiz boyutsal düzenlemeler, şekillerin başarısızlığı ile sonuçlanırken; aşırı boyutlandırmalar ise yüksek derece maliyete neden olabilir.

Uygun bir biçimde kalıpları biçimlendirmek için bazı kesin ve temel bilgilere ihtiyacımız vardır. Kalıp elemanları için kullanılmış malzemelerin fiziki özelliklerinin bilinmesinin yanı sıra; kalıp elemanların üzerindeki, dinamik ve statik etkilerin bilinmesi gerekir.

4.1. Kalıp Tasarımında Kullanılan Eşitsizlikler

Yapı yerindeki şartları incelemek, kalıp elemanlarının boyutlarını hesaplamak ve kalıp tasarımcısının görevlerindendir.

Kalıba gelen beton basıncının ürettiği gerilmeler emniyet sınır değerleri içerisinde kalmalıdır. Kalıpta kullanılacak fomüller Çizelde 4.1’de görülmektedir.

Kalıp biçimlendirilmesinde ve imalatında kullanılan birimler birbirlerine dönüşerek kullanılır. Örneğin uzun bir kiriş için açıklık uzunluğu m cinsinden ifade edilebilirken, kontraplak açıklık uzunluğu cm cinsinden ifade edilebilmektedir. Çünkü ölçülerin farklı biçimleri sık sık kullanılır. Bu bölüm içerisindeki eşitliğin birçoğu her iki birimi gösterilmektedir. Örneğin m cinsinden olan açıklık uzunluğu L ile belirtilmekte iken, cm cinsinden olan açıklık uzunluğu l ile sembolize edilmektedir, böylece $L=100l$ ’dir. Benzer şekilde, aynı biçimde yüklenmiş kiriş üstündeki toplam yük $W = w.L$ ya da $W = \frac{wl}{100}$ olarak hesaplanmaktadır.

W: Toplam düzgün yayılı yük, kg

w: Düzgün yayılı yük, kg/m

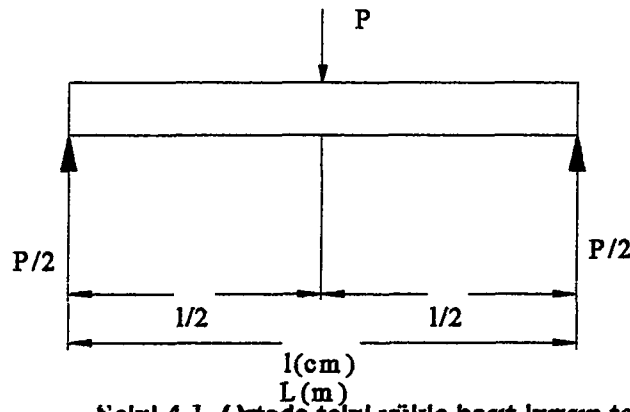
L: Kirişin açıklığı ya da kolon uzunluğu, m

l: Kirişin açıklığı ya da kolon uzunluğu, cm

4.1.1. Kirişlerdeki eğilme momentlerinin incelenmesi

Bir kirişin, uzun eksenine dik olacak şekilde yük uygulandığında, kiriş dönecek ve sapacaktır. Kirişin bu eğimi, karşıt kenarlarında eğilme gerilmesine sebep olur. Eğilme momenti kiriş içerisindeki eğilmeyle gerçekleşir. Bu durum güç öğeleri mesafe ile çarpılarak giderilebilir. Kirişin kısa tarafına gelen yükler kesme güçlerini yaratır.

Her iki uçundan desteklenen sabit yük için, merkezindeki P yükü; kirişin her bir reaksiyon sonundaki gücü $P/2$ olacaktır (Şekil 4.1). Bu durumda ; kirişin merkezinde oluşan maksimum moment $M = \frac{P}{2} \times \frac{l}{2} = \frac{Pl}{4}$ olarak hesaplanır.



Şekil 4.1. Ortada tekil yükle basıt kirişin tepkisi

Açıklık ortasında 1 tane P yükün P tesiri için:

$$M = \frac{Pl}{4} \quad \text{kgcm} \quad (4.1)$$

Kirişin 3'de bir noktalarındaki 2 eşit yükün P tesiri için :

$$M = \frac{Pl}{3} \quad \text{kgcm} \quad (4.2)$$

Kirişin 4'de bir noktalarındaki 3 eşit yükün P tesiri için :

$$M = \frac{Pl}{2} \quad \text{kgcm} \quad (4.3)$$

M: Eğilme momenti ,kgcm

P: Tekil yük, kg

Kirişin bir ucundan x kadar uzaklıktaki bir P tesiri için, maksimum eğilme momenti;

$$M = \frac{[P(l-x)x]}{l} \quad \text{kgcm} \quad (4.4) \text{ olacaktır.}$$

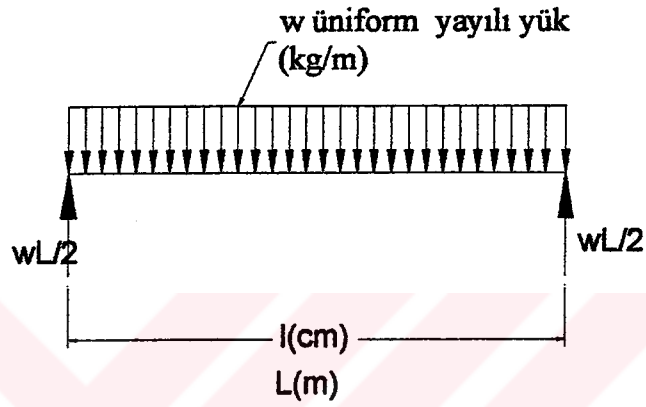
Kiriş açıklığındaki tehlikeli noktalarda, her bir yük tarafından meydana getirilmiş momentin toplanmasıyla, iki veya daha fazla yük tesiriyle kiriş içindeki maksimum eğilme momenti eşitlik (4.4) kullanılarak hesaplanır. Bütün yüklerin birleştirilmiş momentlerinin maksimum olduğu nokta tehlikeli noktadır.

Düzgün yayılı yük ile birlikte her biri uç kısımdan desteklenen basit bir kiriş için, kiriş üstündeki toplam yük, wL, kirişin sonundaki destekler arasında bölünür. Kirişin merkezinde oluşacak maksimum eğilme momenti, aşağıdaki eşitlik izlenerek hesaplanır.

$$M = \frac{wL^2}{8}, \text{ kg m} \quad (4.5)$$

Kgm'den kgcm' ye eğilme momentinin birimlerini çevirmek için 100 ile formül 4.5 çarpılır, basitçe desteklenmiş kiriş üzerindeki düzgün yayılı yükün maksimum eğilme momenti, aşağıdaki eşitlik incelenerek hesaplanır.

$$\begin{aligned}
 M &= \frac{100wl^2}{8} \\
 &= \frac{WL}{8} \\
 &= \frac{wl^2}{800}, \text{ kg cm}
 \end{aligned} \tag{4.6}$$



Şekil 4.2. Düzgün yayılı yük altında basit kiriş

Eğer bir kiriş üç ya da daha fazla eşit aralıklarla yerleştirilmiş mesnetler üzerinde devam ediyorsa , maksimum eğilme momenti ;

$$\begin{aligned}
 M &= \frac{100wl^2}{10} \\
 &= \frac{WL}{10} \\
 &= \frac{wl^2}{1000} \text{ kg cm}
 \end{aligned} \tag{4.7}$$

4.1.2. Kirişlerde eğilme gerilmesi

Kirişler eğilmeye zorlandığı zaman, her bir kalıp elemanı için uygun olan eğilme gerilmesi, $f_b < F_b$ olmamalıdır. Eğilme gerilmesinin hesaplanmasında

$$F_b = M c / I = M / S \tag{4.8}$$

formülü kullanılabilir.

Bir dikdörtgen kiriş için atalet momenti ;

$$I = bd^3 / 12 \quad (4.9)$$

Ve $c = d / 2$ 'ye göre bir dikdörtgen kirişin parça modülleri;(Şekil 2.4)

$$S = I / c = bd^2 / 6 \quad (4.10)$$

$$\text{Burdan ; } f_b = M / S = 6M / bd^2 \quad (4.11)$$

f_b = yanal basınç, kg/cm^2

F_b = Kirişin maksimum emniyet gerilmesi, kg/cm^2

c : Kirişin yalnız ekseninden eğilme içindeki uç liflere olan uzaklığı,cm

I : Kiriş parçasındaki atalet momenti, cm^4

b : Kirişin eni, cm

d : Kirişin boyu, cm

S : Parça modülleri, cm^3

(4.8) ve (4.11) eşitsizlikleri, bilinen eğilme momentine karşı; kirişin bir boyutu biliniyorsa, eğilme gerilmesi hesaplanılabilir.

Tasarım amaçları için kirişin uygun boyutları ile hesaplama yapılır.(Eğilme momenti M ve izin verilebilen emniyet gerilmesi F_b biliniyor ise) Burada, meydana gelen eğilme gerilimi f_b için izin verilebilen emniyet gerilimi F_b kullanılır. Formül (4.8)'deki tasarım amaçları için tekrar yazılabilir.

$$S = \frac{M}{F_b} \quad (4.12)$$

Dikdörtgen bir kiriş için , $bd^2 / 6$ 'yı S 'nin yerine kullanırsak,

$$\frac{bd^2}{6} = \frac{M}{F_b} = F_b = \frac{6M}{bd^2} \quad (4.13)$$

elde edilir.

M: Eğilme momenti, kgcm

S:Parça modülleri,cm³

Bir kirişi incelediğimizde, kiriş boyunca, Düzgün yayılı yükün büyüklüğü, yoğunlaştırılmış yük, yüklerin yerleri, büyüklükler, açıklık uzunlukları ve mesnetlerin çeşidi, kerestenin sınıf ya da türü, emniyet gerilmesi (Fb) bilinmektedir. Bu parametreler kullanılarak eğilme momenti hesaplanabilir.

4.1.2.1 Eğilme elemanların dengesi

NDS (National Design Standard), kalıp elemalarının burkulmaya dayanımı için yanal destekler konusunda ve izlenilecek kurallar verilmektedir. Buda kirişin d/b derinlik oranına bağlıdır. Burkulmaya karşı dayanımda kirişin d/b oranı önemli görülmektedir.

- 1) $d / b = 2:1$, ya da daha az olması durumunda; hiçbir yanal destekleyici istenmez.
- 2) $d / b = 3:1$, ya da $4:1$, olması durumunda yer değiştirmeyi ve dönüşü önlemek amacıyla son kısımlardan tutturulması gerekir.
- 3) $d / b = 5:1$, olması durumunda; kirişin 1 kenarı bütün uzunluğu boyunca tutturulmalıdır.
- 4) $d / b = 6:1$, olması durumunda her iki kenar bir eksen içinde tutturulmazsa ya da elemanın sıkıştırılmış kenarı yanal yer değiştirmeyi önlemek için, uzunluğu boyunca desteklenmemiş ise çapraz destekler kullanılır. Buradaki çapraz destekler 2.44 m'yi aşmamış aralıklarla kurulmalıdır. Kirişin taşıma noktasındaki uç noktalarının dönüşü engellemek için payandalar kullanılmalıdır.

4.1.3. Kirişlerdeki yatay makaslama gerilmesi

Yükler, kirişin uzun eksenine dik olacak şekilde etki eder, eğilme momentlerine ve kesme gerilmesine neden olurlar. Kirişin her noktasındaki kesme gerilmesi büyüklük olarak eşittir. Eğilme momenti altındaki bir kirişte hem yatay hem de dikey kesme gerilmeleri vardır. Ağacın lifleri, yüke dik olduğu zamanki dayanım gücü, liflere paralel olduğu zamankinden daha güçlüdür.

Bir dikdörtgen ahşap kirişte gerçekleşen maksimum yatay gerilme aşağıdaki eşitliklerle hesaplanır.

$$F_v = \frac{3V}{2bd} \quad (4.14)$$

Kirişin, uzunluğu boyunca düzgün yayılı yükle yüklenmiş basit bir kiriş için, uçlardan mesnetlenmiş ise, maksimum kesme uçta oluşacaktır. Maksimum kesme kuvveti

$$\begin{aligned} V &= \frac{wL}{2} \\ &= \frac{wl}{200} \text{ kg} \end{aligned} \quad (4.15)$$

formülü ile hesaplanabilir.

Eşit aralıklı yerleştirilmiş iki mesnet veya daha fazla sayıda mesnet üzerindeki sürekli kiriş için, kesme kuvvetinin maksimum değeri, yaklaşık olarak aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanabilir.

$$\begin{aligned} V &= \frac{5wL}{8} \\ &= \frac{5wl}{800} \text{ kg} \end{aligned} \quad (4.16)$$

Mesnetler arasındaki açıklık bir yada daha fazla olursa, basit kirişin uçunda kesme gerilmesi oluşur ve bu gerilmenin büyük olan, esas alınır.

4.1.3.1 Kirişin, yatay kesmedeki birim gerilme hesabını değiştirilme metodu

Düzgün yayılı yüklerin tesiri altındaki eğilme ögelerindeki kesme kuvveti V hesaplandığında, yüzey üzerindeki bütün gerilmeleri için, kirişin desteklenmesi sağlanır. Bu durum içinde, bir veya birden fazla açıklıklı kirişin mesnet noktalarında oluşan kesme kuvveti, aşağıdaki fomüllerde hesaplanmaktadır.

Tek açıklıklı bir kiriş için kesme kuvveti V ;

$$\begin{aligned} V &= \left[\frac{wL}{2} \right] - w \left[\frac{2d}{100} \right] \\ &= \frac{wL}{2} \left[1 - \frac{2d}{l} \right] \end{aligned} \quad (4.17)$$

L yerine $l/100$ 'yi yazılır, tek açıklıklı kirişteki kesme ;

$$V = \frac{wl \left(1 - \frac{2d}{l} \right)}{200} \quad (4.17a)$$

Eşitlik (4.14)'den kiriş için toplam kesme kuvveti ;

$$V = \frac{2fvbd}{3} \quad (4.17b)$$

(4-17a) ve (4-17b) eşitlikleri birleşir ve fv için çözülür.

$$\frac{2fvbd}{3} = \frac{wl \left(1 - \frac{2d}{l} \right)}{200}$$

$$f_v = \frac{3wl \left(1 - \frac{2d}{l}\right)}{400bd}$$

$$f_v = \frac{3w(l-2d)}{400bd} \quad (4.18)$$

Çok açıklıklı kirişler için, kesme gücü V aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$V = \frac{5wL}{8} - \frac{w2d}{12}$$

$$= \frac{5wL}{8} \left[1 - \frac{2d}{l}\right] \quad (4.19)$$

L'nin yerine $l/100$ yazılır ve eşitlik (4-19) bize çok açıklıklı kirişin kesme kuvveti için aşağıdaki formülü verir.

$$V = \frac{5wl \left[1 - \frac{2d}{l}\right]}{800} \quad (4.19a)$$

Eşitlik (4.14)'den, kiriş içindeki toplam kesme ;

$$V = 2f_v bd/3 \quad (4.19b).$$

Eşitlik (4.19a) ve (4.19b)'yi birleştirilir ve f_v için çözülür.

$$\frac{2f_v bd}{3} = \frac{5wl \left[1 - \frac{2d}{l}\right]}{800}$$

$$f_v = \frac{3w(l-2d)}{320bd} \quad (4.20)$$

4.1.4. Kirişlerin sehim

Betonun yüzeyindeki aşırı dalgalanmayı önlemek için, kalıp elemanlarının sehim değerlerini azaltmak gerekir. Bu sınırlar $l/360$ - $1/6.3$ cm değerler arasında olabilir. Sehimdeki kısıtlamalar, destekler arasındaki mesafe bulmak için, yukarıdaki iki değer eşitlenmesiyle elde edilebilir.

$$l/360 = 1/6.3$$

$$l = 57.14 \text{ cm.}$$

Dayanıklılığın birinci, görünüşün ise ikinci planda geldiği kalıp elemanları için uygun olan maksimum sehim $l/270$ ya da $1/3.15$ cm olarak alınabilir. Sehimdeki sınırlamalar için, destekler arasındaki mesafe bu iki değer eşitlenmesi ile bulunabilir.

$$l/270 = 1/3.15 \text{ cm}$$

$$l = 85.71 \text{ cm.}$$

l = mesnetlerin merkezleri arasındaki mesafedir.

$l/360$ - $l/270$ 'den sehim değerlerini gösterilir. Bu iki sehim kısıtı, kalıp elemanlarının boyut seçimi, görünüşü ve dayanıklılığı için son derece önemlidir. Görünüş, önemli değil ise, kalıbın inşaat maliyetindeki ekonomik etkisi daha da azalacaktır. Düzgün yayılı yüklerle yüklenilmiş ve her bir uçtan desteklenen bir kiriş için, kirişin merkezindeki maksimum sehim

$$\Delta = \frac{5Wl^3}{384EI} \quad (4.21)$$

Δ = sehim, cm olacaktır.

W'nin yerine $wl/100$ 'yi eşitlik (4-21)'de formülde yerine yazılır. Düzgün yayılı yüklerle yüklenmiş bir açıklık kirişin maksimum sehimi aşağıdaki eşitlikle hesaplanabilir.

$$\text{Tek açıklık kiriş için ; } \Delta = \frac{5wl^4}{38400EI} \quad (4.22)$$

Düzgün yayılı yük Δ ' ya eşit bir sehim üretecektir. Bu da aşağıdaki gibidir.

$$\begin{aligned} \text{Tek açıklıklı kiriş için } w &= \frac{38400EI\Delta}{5l^4} \\ &= \frac{7680EI\Delta}{l^4} \end{aligned} \quad (4.23)$$

Birden fazla mesnet üzerinde gelen düzgün yayılı yüklerle yüklenilmiş kiriş için, maksimum sehimin yaklaşık değerini aşağıda formülle bulunabilir.

$$\text{Bir çok açıklık kirişler için } \left[\Delta = \frac{wl^4}{1743EI} \right] * 2,54 \text{ cm} \quad (4.24)$$

Merkezde tekil yüklerle yüklenmiş, her bir uçtan desteklenen bir kiriş için, maksimum sehim

$$\Delta = \frac{Pl^3}{48EI} \quad (4.25)$$

Kirişin dörtte bir aralıklı mesafelerinde üç eşit P yüklerle yüklenmiş kiriş için, maksimum sapma formül (4-26) dan hesaplanabilir.

$$\Delta = \frac{19Pl^3}{384EI} \quad (4.26)$$

4.1.5. Kirişlerin eğilim momenti , kesme ve sehimi tablosu

Kirişlerdeki maksimum kesme kuvveti, eğilme momenti ve sehimini hesaplamak için kullanılan bir çok metot vardır. Karışık şekilli sistemler için yapısal öğelerin detaylı incelemelerine ihtiyaç duyulur. Bu durumda moment ve kesmenin yaklaşık değerlerini hesaplamak için moment ve kesme formülleri kullanılmaktadır. Belirli yükler ve destek koşullarındaki kirişler için maksimum eğilme momenti, kesme ve sehim değerleri Çizelge 4.1 de verilmektedir. Açıklık uzunluğu l ve sapma Δ cm cinsinden ölçülür ve düzgün yayılı yük için ölçümün birimi kg/m dir. Noktasal yük P ve kesme kuvveti v ,kg olarak ölçülür.

4.1.6. Açıklık tayini

Kalıp elemanların dayanımını hesaplamak için bir çok formulu kullanmak gerekir. Öngörülen yükler altında meydana gelecek gerilmeleri hesaplamak için, kalıbın her elemanını incelemek oldukça çok zaman gerektirmektedir. Aynı zamanda izin verilen sapma ile hesaplanan sapmanın karşılaştırılması istenir. Her bir kalıp elemanı için, eğilme, kesme ve sehim kontrolü yapılmalıdır. Kalıp elemanlarının gerilmeleri ve açıklığı hesaplamak amacıyla, gerilme ve sehim eşitliklerinin tekrar elde edilerek yazılması, kesit tayinleri için gerekli görülmektedir.

4.1.6.1 Düzgün yayılı yüklerle tek açıklıklı elemanların uzunluk tayini

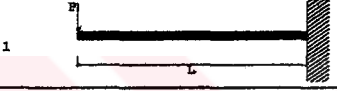
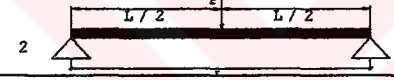
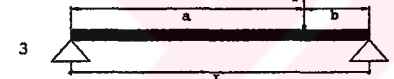
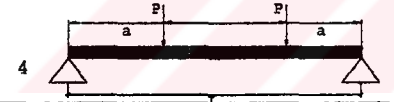
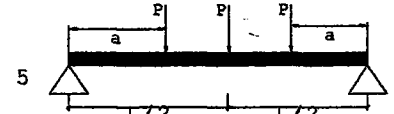
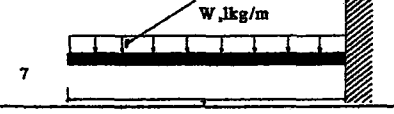
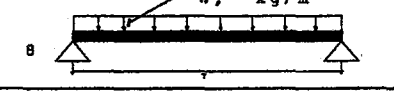
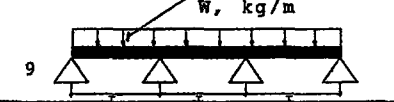
Tek açıklıklı kirişlerde düzgün yayılı yükler için kesme kuvveti,sehim ve mesnet reaksiyon formülleri Çizelge 4.1'de görülmektedir.

Eğilme gerilmesi $F_b=M/S$ ile uygulanan eğilme momenti $M=wl^2/800$ birleştirilir. İfade yeniden düzenlenir bu da tek açıklıklı bir kiriş için eğilmeden kaynaklanan izin verilebilen açıklık uzunluğu bulunur.

$$l = \left[\frac{800 F_b S}{w} \right]^{1/2} \text{ cm} \quad (4.27)$$

Uygulanan kesme gücü $V = \frac{wl}{200}$ ile izin verilebilen kesme gerilimi $F_v = 3V/2bd$ ile birleştirilir. Tek açıklıklı kirişi, kesmeden kaynaklanan izin verilebilen açıklık uzunluğu aşağıda verilecek eşitlikten elde edilir.

Çizelge 4.1. Kalıp elemanlarında oluşabilecek mesnet reaksiyonları, eğilme momenti, sehim formülleri

Yükleme diyagramı	Uçtaki Kuvveti V, (kg)	Eğilme momenti M, (kgcm)	Sehim Δ , (cm)
1 	P	PL	$PL^3/3EI$
2 	P/2	PL/4	$PL^3/48EI$
3 	Pa/L	Pa	$\frac{Pb}{EI} [L^2/16 - b^2/12]$
4 	P	Pa	$\frac{Pa}{6EI} [3L^2/4 - a^2]$
5 	3P/2	$P[L/4 + a]$	$\frac{P}{48EI} [L^3 + 6al^2 - 8a^3]$
6 	5P/8	3PL/16	$5P^3/38EI$
7 	wL/100	$WL^2/200$	$WL^4/800EI$
8 	wL/200	$WL^2/800$	$5wL^4/38400EI$
9 	5wL/800	$WL^2/1000$	$(wL^4/1.743EI) * 2.54$

$$l_v = \frac{400F_v bd}{3w} \quad (4.28)$$

değiştirilmiş kesme kuvveti $V = \frac{w(l-2d)}{200}$ ile mümkün olan kesme gerilmesi

$F_v = 3V/2bd$ birleştirilir ve bu birleşimden değiştirilmiş kesme için uygun açıklık uzunluğu ile ilgili olan aşağıdaki formül oluşturulur.

$$l_v = \frac{400F_v bd}{3w} + 2d \quad (4.29)$$

Tek açıklıklı ahşap kirişin sehimine bağlı olarak izin verilebilen açıklık uzunluğu ile ilgili genel eşitlik, (4.22) denklemindeki ifadelerin yeniden düzenlenmesi ile elde edilir.

$$l_\Delta = \sqrt[4]{\frac{38400EI\Delta}{5w}} \quad (4.30)$$

eğer izin verilebilen sehim $1/360$ ise tek açıklıklı kiriş için eşitlik (4.22)de Δ 'nin yerine $1/360$ yazılır. Aşağıdaki formül oluşturulur.

$$l_\Delta = \sqrt[4]{\frac{7680EI}{360w}} \quad (4.30a)$$

eğer izin verilebilen sehim $1/6.3$ cm ise tek açıklıklı kiriş için eşitlik (4.22)de Δ 'nin yerine $1/6.3$ cm yazılır. aşağıdaki formül oluşturulur.

$$l_\Delta = \sqrt[4]{\frac{7680EI}{6.3w}} \quad (4.30b)$$

4.1.6.2 Düzgün yayılı yük altında iki ve daha fazla açıklıklı kirişlerde açıklıklar

Uygulanan eğilme momenti ile $M=wl^2/1000$, mümkün olan eğilme gerilimi $F_b=M/S$ ile birleştirilir ve ifade yeniden düzenlenir. Çok açıklıklı ahşap kirişler için eğilmeden kaynaklanan açıklık uzunluğunu hesaplamak için izlenecek eşitlik aşağıdaki gibidir.

$$l_b = \sqrt{\frac{1000F_b S}{w}} \quad (4.31)$$

Kesme kuvveti ile $V=5w/800$ izin verilebilen kesme gerilimi $F_v=3V/2bd$ yi birleştir ve yeniden ifadeleri düzenlenir. Çok açıklıklı bir kirişin makaslanmasından kaynaklanan izin verilebilen açıklık uzunluğu;

$$l_v = \frac{320F_v bd}{3w} \quad (4.32)$$

olacaktır.

Değiştirilmiş kesme kuvveti $V = \frac{5wl}{800} \left[1 - \frac{2d}{l} \right]$ ile izin verilebilen kesme kuvveti

$F_v=3V/2bd$ birleştirilir, çok açıklıklı kirişlerdeki değiştirilmiş kesmeden kaynaklanan izin verilebilen açıklık uzunluğu:

$$l_v = \frac{320F_v bd}{3w} + 2d \quad (4.33)$$

Uygun açıklığın hesaplanması için genel eşitlik, çok açıklıklı ahşap kirişlerin sehimine bağlı olarak formül (4.24)'ün yeniden düzenlenmesi ile elde edilir.

$$I_{\Delta} = \left[\sqrt[4]{\frac{1743EI\Delta}{w}} \right] * 2,54 \quad (4.34)$$

eğer izin verilen edilen sehım $l/360$ ise, çok açıklıklı kiriş için eşitlik (4.24) de Δ 'nın yerine $l/360$ yazılır.

$$I_{\Delta} = \left[\sqrt[3]{\frac{1743EI}{360w}} \right] * 2,54 \quad (4.34a)$$

Ayrıca izin verilen sehım, kesme gerilmesi ya da belirtilmiş eğilme gerilmesi ile ilgili olan uzunluğu hesaplamak için de kullanılabilir.

4.1.7. Kontrplaklarda gerilmeler ve sehım

Kalıp yüzeylerin oluşturulmasında kontrplağın kullanımının yaygın olduğu bilinmektedir. Kontrplak ve tesir eden yüklerin düzgün yayılı yük olduğu kabul edilir. Düzgün yayılı yükler kg/m olarak düşünülürken kontrplaktaki sehımın hesaplanması, için kullanılan birim alana gelen yük kg/m^2 olarak alınır. Kontrplak tasarım şartnamesi [10]. Kontrplak levhaların yayılı yük kapasitelerinin hesaplanması için üç temel durum önermektedir. Açıklıklardaki dikmeler tek, iki ya da üç açıklık olarak düşünülür. Kontrplak yüzey lifleri dik olarak yerleştirildiği zaman, mesnet aralıkları için, üç açıklıklı durum kullanılır. Kontrplağın dayanımını kontrol edilmesi ya da şekillendirilmesinde, kontrplak yüzey liflerinin mesnetlere dik olarak yerleştirilmesi gerginin vurgulanması gerekir.

4.1.8. Kontrplaklarda eğilme gerilmesine bağlı olarak izin verilebilecek yükler

Gelen olarak formüllerinde yararlanılarak yüklerden kaynaklanan eğilme gerilmeleri hesaplanabilir. Tabakalar halinde yapıştırılmış kontrplakların imal durumları göz önünde alınarak fiziksel özelliklerinin de dikkate alınmalıdır.

Açık olması amacıyla burada eşitlikler yeniden ifade edilmiştir.

$$w_b = \frac{800F_b S_c}{l_b^2} \quad \text{bir ya da iki açıklık için} \quad (4.35)$$

$$w_b = \frac{1000F_b S_c}{l_b^2} \quad \text{üç ya da iki açıklık için} \quad (4.36)$$

Burada;

w_b = kontrplak üzerindeki betonun izin verilen miktarı, kg/m^2

F_b = kontrplak içindeki izin verilen eğilme gerilimi, kg/cm^2

S_c = 1 m enli kontrplak şeridin etki parça modelleri, cm^3/m

l_b = desteklerin arası, cm

Düzgün yayılı yükte, maksimum eğilme gerilmesi ve kontrplağın parça özelliklerinin formülse terimlerini içeren formül (4.35) ve formül (4.36)'da m açıklık uzunluğunu hesaplamak için yeniden yazabiliriz. Bu usul içerisinde yazılmış olan eşitsizlikler şekiller üzerindeki verilen bir beton basıncını desteklemek için gerekli olan kiriş aralıklarının hesaplanması konusunda yararlı olacaktır. Eşitlik içerisindeki terimlerin yeniden düzenlendiğinde, açıklıklar aşağıdakiler gibi hesaplanabilir.

$$l_b = \sqrt{\left(\frac{800F_b S_c}{w_b} \right)} \quad \text{bir ya da 2 açıklık için} \quad (4.37)$$

$$l_b = \sqrt{\left(\frac{1000F_b S_c}{w_b} \right)} \quad \text{3 ya da daha fazla açıklıklar için} \quad (4.38)$$

Kontrplak levhaları üzerindeki, yeni yerleştirilmiş bir betonun mümkün olan basıncını hesaplamak için bu eşitliklerden yararlanılabilir.

Kesme gerilmesine bağılı olarak kontrplak üzerindeki mümkün olan basınç, eğilmeden kaynaklanan bir öğedeki makaslama gerilmesinin hesaplanması için fomül aşağıdaki gibidir.

$$f_v = \frac{VQ}{I_b}$$

Kesme dayanımı için kullanılabilecek eşitlik aşağıdaki gibi olur..

$$F_s = \frac{V}{(I_b / Q)} \quad (4.39)$$

V= kesme kuvveti, kg

Kontrplak katlarındaki bazı tabakalar diğerlerine göre dik açıda bulunduklarından dolayı onları bükme eğilmesine karşı yapılırlar. Bunların fiziki özelliklerini tablolarından elde edilebilir. (Kontrplak için Çizelge 2.2, Çizelge 2.3 ve Çizelge 2.4 bakılır.)

Kesme kuvveti V, kalıp elemanı desteklerin sayısına ve öğelerine uygulanan yüklere bağlıdır. Kontrplak üzerindeki yük genellikle düzgün yayılı yüküdür. Aralıklar bir ya da birden fazladır. Eşit yayılı yük ile olan tek açıklıklı kirişteki kesme kuvvetini hesaplamak için kullanılan eşitlik aşağıda verilmiştir.

$$\begin{aligned} \text{Tek açıklık için, } V &= W/2 \\ &= wl/200 \text{ kg} \text{ olmaktadır.} \end{aligned}$$

Kontrplak kaplama olarak kullanıldığında mümkün olan eşit yayılı yük basıncını hesaplamak için kontrplak şartnamesi aşağıdaki eşitliği önerilmektedir.

$$\text{Tek açıklık için } W_s = \frac{200F_s(Ib/Q)}{I_s} \quad (4.40)$$

$$\text{İki açıklık için } W_s = \frac{160F_s(lb/Q)}{l_s} \quad (4.41)$$

$$\text{Üç ya da daha fazla açıklık için } W_s = \frac{167F_s(lb/Q)}{l_s} \quad (4.42)$$

Burada;

W_s = kontrplak üzerindeki betonun yanal basıncı, kg/m^2

F_s =kontrplağın kesme kuvveti, kg/cm^2

lb/Q = kontrplağı şekillendirmek için kullanılan kesme kuvveti sabiti, cm^2/m

l_s =mesnetler arasındaki belli mesafesi, cm

Kalıp yüzeyinde kullanılan kontrplağın, üzerine gelen basıncı karşılayabilecek, eğilme ve sehinden kaynaklanabilecek limit sınır değerleri içerisinde tutabilecek kalmıha sahip olması gerekmektedir.

Kontrplaktan kaynaklanan beton yüzeyindeki dalgalanmaları önlemek için sapma $1/360$ 'la kısıtlandırılmıştır. Kontrplak eğilme sehimi ve kesme sehimi olarak iki şekilde hesaplanabilir. Genellikle eğilmeden kaynaklanan sehim formülleri kullanılmaktadır. Aşağıdaki formüller eğilmeden kaynaklanan sehimi hesaplamak mümkün olur.

$$\text{Bir açıklık için} \quad \Delta_d = \left[\frac{w_d l_6^4}{921.6EI} \right] * 2,54 \quad (4.43)$$

$$\text{İki açıklık için} \quad \Delta_d = \left[\frac{w_d l_6^4}{2220EI} \right] * 2,54 \quad (4.44)$$

$$\text{Üç ya da daha fazla açıklık için} \quad \Delta_d = \left[\frac{w_d l_6^4}{1743EI} \right] * 2,54 \quad (4.45)$$

Burada ;

Δ_d =eğilmeden kaynaklanan kontrplağın sehimi cm ,

w_d = kontrplak üzerindeki betonun aynı biçimdeki basıncı, kg/m^2

$l_d=5\text{cm}$ destekler için kontrplağın belli uzunluğuna //1.574 cm eklenir
ve 10 cm destekler için belli uzunluğa 1/1.6 cm eklenir.

$E=$ kontrplağın esneklik için belli modülü kg/cm^2

$I=$ kontrplağın 1 m enli şeridin hareketsizliğinin etkin atalet momenti

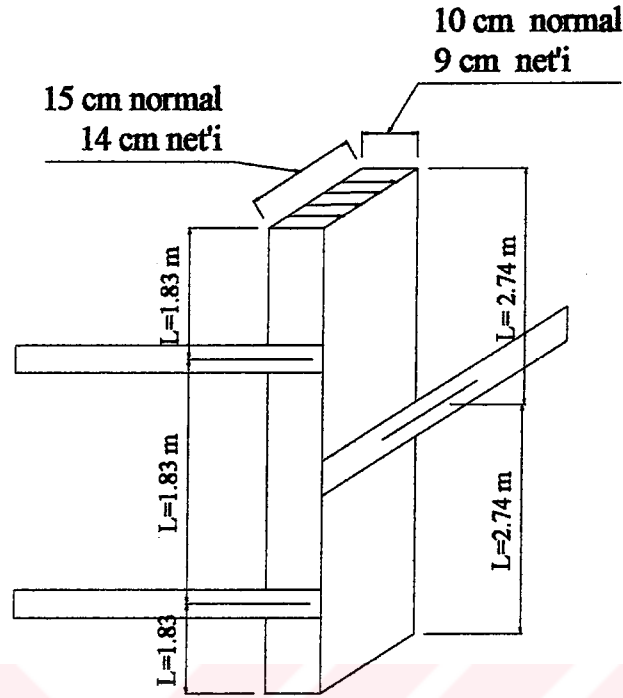
4.1.9. Dikmelere gelen yükler ve basınç gerilmesi

Destekler üzerindeki kalıp sisteminde, ölü ve hareketli yükler güvenli bir biçimde payandalara aktarılır. Dikmeleri destekleyen payandaların maksimum yükleri aşağıdaki faktörlerle değiştirilir.

1. Liflere paralel sıkıştırma içerisindeki birim gerilmesi,
2. Enine kesitli payandanın net alanı,
3. Payandanın incelik oranı,

Bunlar, liflere paralel olarak hareket eden sıkıştırma gerilmelerine engel olurlar. Bir payanda için incelik oranı, çapraz bağımsız uzunluğunun payandanın en küçük en kesitine bölünmesi oranıdır (L_w/d). Bu payandalar üzerine yerleştirilmiş mümkün olan yükün hesaplanmasında kullanılır. Uzunluk arttığında, payandalar üzerindeki verilen incelik oranı azalır. Bu nedenden dolayı, uzun payanda desteklerin 1(x) ya da daha fazla sırası ile 2(y) yönde çapraz bağlanmalıdır.

Şekil 4.3'de bir 10x15'lik dikdörtgen dikmenin ögesi için olan l_w/d 'nin hesaplanmasında verilmiştir. Bu 4x6'lık dikme için burkulmayı yöneten değerleri belirlemek amacıyla l_w/d 'nin 2 değerini hesaplamak gerekir.



Şekil 4.3. Basınç elemanı için çapraz bağlamasız uzunlukları

Sağlam eksenli burkulma için; çapraz bağımsızlık uzunluk 274 cm'dir. Uzunluk $d=14$ cm bununla birlikte, $l_w/d=274/14=19.6$ 'dır.

Zayıf eksenli burkulma için, çapraz bağlamasız uzunluk 183 cm dir. Uzunluk $d=9$ cm. bununla birlikte , $l_w/d=183/9=20.3$ elde edilir. Buradan 20,3 değeri 19,6 değerinden büyük olduğu için elemanın izin verilen basıncın hesaplamasında 20.3 değeri kullanılmaktadır. Böylece verilen bir boyuttaki basınç elemanı için farklı destekleme yardımcıları vardır. Her özel destekleme yardımcısı için l_w/d oranı hesaplanmalıdır.

Şekil 4.3'de destekleme, çapraz bağımsız uzunluğun kavramını örneklendirmek amacıyla küçük bir eleman gösterilmektedir. Destekleme yeterli boyutta ve bir sert desteğe güvenli bir biçimde bağlanmalıdır. Bunu sıkıştırma elemanının yanıl hareketini engellemek amacıyla gerekmektedir.

Kare payandalar, dikdörtgen olanlarına sık sık tercih edilir. Çünkü en kesitinin en küçük uzunluğu x-x ve y-y eksenlerinin her ikisiyle yaklaşık aynıdır. Bu, yönetilen

değeri belirtmek için 2 eksen etrafındaki incelik oranının hesaplanması gereksinimini yok eder. Kare payandaların dikdörtgen olanları yerine kullandığımız şekillerin montajları süresince payandaların yönlendirme olasılığı azalır. Payandaların yanlış destekleme ögelerinin kullanması desteklemenin güvenilirliğini etkiler.

Orta l_u/d oranı için, başarısızlık genellikle burkulma ve kırılmanın bir birleşimidir. Uzun dikmeler için, l_u/d oranı büyük ögenin yanal burkulması başarısızlıktır. Uzun odunun dengesizliği sık sık uzun dikmenin burkulması olarak adlandırılır. Uzun dikmelerin kritik burkulma yük hesabı için, aşağıdaki formül Francis Euler tarafından üretilmiştir (formül 4.46). Dikdörtgenagaç elemanları için, sınır değer $l_u/d=50$ 'dir. Bu değerden daha büyük olan oranlı dikmelere, yapı işinde kullanılmamalıdır. Geleneksel olarak, yükler ve gerilmeler iki eşitliğin kullanımıyla hesaplanır. Biri, küçük ile orta dikmeler için, ikincisi uzun dikmeler için, üçüncüsü uzun dikmeler içindir. Dikdörtgen sert ağaç elemanları mümkün olan bu sıkıştırma gerilimi hesabı için güncel NOS 1 formül sağlanmaktadır. Burkulma ve ezilmenin kombinasyonları gibidir [10].

$$F_c = F_{c''} \left[\left[1 + (F_{ce}/F_{c''}) \right] / 2 - \sqrt{\left[\left[1 + (F_{ce}/F_{c''}) \right] / 2 \right]^2 - (F_{ce}/F_{c''}) / c} \right] \quad (4.46)$$

Burada;

F_c : Kolonlardaki mümkün olan sıkıştırma gerilimi, kg/cm^2

$F_{c''}$: Liflere paralel mümkün olan birim sıkıştırma gerilimi, kg/cm^2 -yük, nem ve diğer iş durumları için ayarlamalarla cetvel haline getirilmiş ve şekil değerlerinin çarpımıyla elde edilir. (Çizelge 4.2 ve Çizelge 4.3)

$F_{ce} = 0,3 E / (l_u/d)^2$, kg/cm^2 . (Francis Euler, burkulmasının yeniden sunulmuş etkisi).

E = Elastisite modülü, kg/cm^2

l_u/d =İncelik oranı, çapraz bağlamasız uzunluğun, en küçük en kesit uzunluğuna oranı cm, Not: Ahaşap kenarlar için l_u/d asla 50'yi aşmamalı.

c =Biçilmiş keresteler için 0,8.

Bir kolon üzerindeki mümkün olan yük:elemanın enine kesit alanı ile mümkün olan sıkıştırma geriliminin çarpımına eşittir. Bir payanda üzerindeki mümkün olan yükü belirlediğimizde,payandanın en kesitinin net alanı kullanılır.

$$P_c = F_c A \quad (4.47)$$

Burada;

P_c =Mümkün olan basınç, kg.

F_c =Mümkün olan basınç gerilimi, kg/cm^2

A =Net en kesit alanı, $\text{bd}=\text{cm}^2$

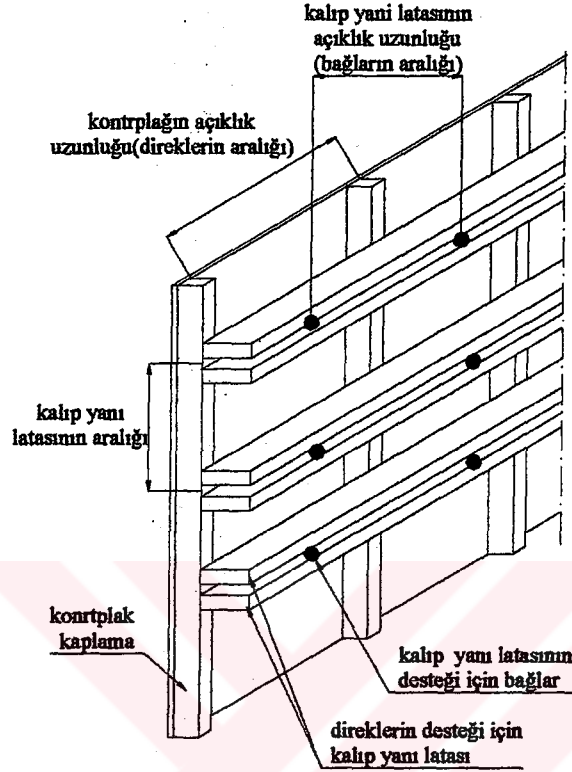
Çizelge 4.2’de burkulma tehlikesi olmadan destek sağlayacak maksimum değerleri verilmiştir. Örnek olarak; bir payanda üzerindeki verilen basınç gerilmesi 50 kg/cm^2 ise ahşap elemanı destekleyen bir payanda üzerindeki maksimum yük, ağaç eleman için payanda arasındaki temasın net alanının çarpımıyla sınırlandırılacaktır. 50 kg/cm^2 ile çarpılır. Bir 10x10 S4S (surface four surface), 800 cm boyundaki yatay ağaç elemanı ile payandanın uç kısmının arasındaki temasın alanı 80 cm^2 olacaktır. Payandadaki yayılı yük $80 \text{ cm}^2 \times 50 \text{ kg/cm}^2 = 4000 \text{ kg}$ olacaktır.

Kuşak elemanının üzerine yayılmış yükler Çizelge 4.2’de verilmektedir. Bunlar odun elemanın liflerine dik olan basınç gerilmesidir.

Çizelge 4.2. Şart koşulsuz $F_{c//}$ ve E, kg değerine bağlı , 4x4 4x6 S4S dikdörtgen sert ağaç kolon elemanların izin verilen yükü.

$P_c = F_c A$ formüldeki F_c aşağıdaki eşitlikte verilmiştir. $F_c = F_{c//} \left[\left[1 + (F_{ce} / F_{c//}) \right] / 2c - \sqrt{\left[1 + (F_{ce} / F_{c//}) \right] / 2c}^2 - (F_{ce} / F_{c//}) / c \right]$				
Bağlanmamış Uzunluk,m	$F_{c//}=91.4$ E=112.500 10x10 S4S	$F_{c//}=102$ E=119.500 10x10 S4S	$F_{c//}=106$ E=98.500 10x10 S4S	$F_{c//}=106$ E=105.500 10x10 S4S
1.22	0,967	1,069	1,114	1,139
1.52	0,855	0,936	0,909	0,945
1.83	0,719	0,779	0,712	0,749
2.13	0,588	0,633	0,556	0,589
2.44	0,478	0,513	0,441	0,469
2.74	0,392	0,416	0,356	0,379
3.05	0,466	0,347	0,293	0,312
3.35	0,273	0,291	0,244	0,261
3.66	0,232	0,247	0,207	0,221
3.96	0,199	0,212	0,177	0,189
4.27	0,173	0,187	0,153	0,164
4.57	l/d>50	l/d>50	l/d>50	l/d>50
Bağlanmamış Uzunluk,m	$F_{c//}=91.4$ E=112.500 10x15 S4S	$F_{c//}=102$ E=119.500 10x15 S4S	$F_{c//}=106$ E=98.500 10x15 S4S	$F_{c//}=106$ E=105.500 10x15 S4S
1.22	1,520	1,679	1,679	1,713
1.52	1,343	1,470	1,389	1,441
1.83	1,130	1,225	1,099	1,156
2.13	0,924	0,994	0,865	0,916
2.44	0,751	0,805	0,688	0,731
2.74	0,616	0,658	0,557	0,593
3.05	0,511	0,545	0,458	0,488
3.35	0,429	0,457	0,383	0,409
3.66	0,365	0,389	0,324	0,346
3.96	0,313	0,334	0,278	0,297
4.27	0,272	0,290	0,241	0,257
4.57	l/d>50	l/d>50	l/d>50	l/d>50

4.2. Beton Duvar Kalıbının Tasarımı



Şekil 4.4. Duvar kalıb şekli tamamlayıcılardan aralıkları ve açıklık uzunluğu

Kalıp tasarımı aşağıdaki gibi yapılmalıdır.

- Betonun sıcaklığı, kalıba yerleştirme hızı, kalıbın yüksekliği, betonun yoğunluğu ve kıvamı,vb. kullanılarak betonun maksimum yanal basıncını belirlenmesi.
- Dikme aralıkların belirlenmesi (kontrplağın dayanım ve sehim hesabı yapılarak belirlenmesi).
- Kuşak aralıkların belirlenmesi (dikmelerin dayanım ve sehim hesabı yapılarak).
- Dikme ve kuşak elemanların mukavemetin kontrol edilmesi
- Kuşakların taşıyamadığı dayanım basıncına göre ankraj cubuklarının uzaklıkları ve kalınlıklarının belirlenmesi.

5. AUTOLISP KULLANILARAK BETONARME PERDE KALIPLARIN BİLGİSAYAR DESTEKLİ PARAMETRİK TASARIMI

Literatür kapsamında yapılan araştırmalar AutoCAD R14 tasarım sisteminde uygulanmıştır. Geliştirilen bilgisayar programı ise AutoCAD R14 altında çalışan AutoLISP programlama dilinde yazılmıştır.

LISP, yapay zeka çalışmalarında kullanılan bir programlama dilidir. List Processing'in (liste İşleme) kısaltılmış ifadesidir. AutoLISP ise LISP'in Autocad ile kullanılabilecek şekilde uyarlanmış halidir. AutoLISP sayesinde kullanıcıların AutoCAD'e yeni komutlar eklenmesi, kişiselleştirilmesi ve ondan artan bir verim elde edilmesi mümkündür. Tabi ki yeni komutlardan kastedilen, kullanıcının AutoLISP fonksiyonlarını kullanarak hazırladığı program dosyalarını AutoCAD ortamında çağırarak kullanılmasıdır [32].

AutoCAD, iki ve üç boyutlu tasarımı imkan vermesinin yanında kullanıcıların tasarım sistemine yeni özellikler kazandırılmasına imkan vermektedir. Bu özellikler yukarıda bahsedilen program çerçevesi ile mümkün olur. AutoLISP dili ile tasarımcının özel tasarım ihtiyaçlarına cevap verebilecek programlar yazılabilirken, daha hızlı ve kolay tasarıma giden yolda sisteme yeni özellikler kazandırabilmektedir.

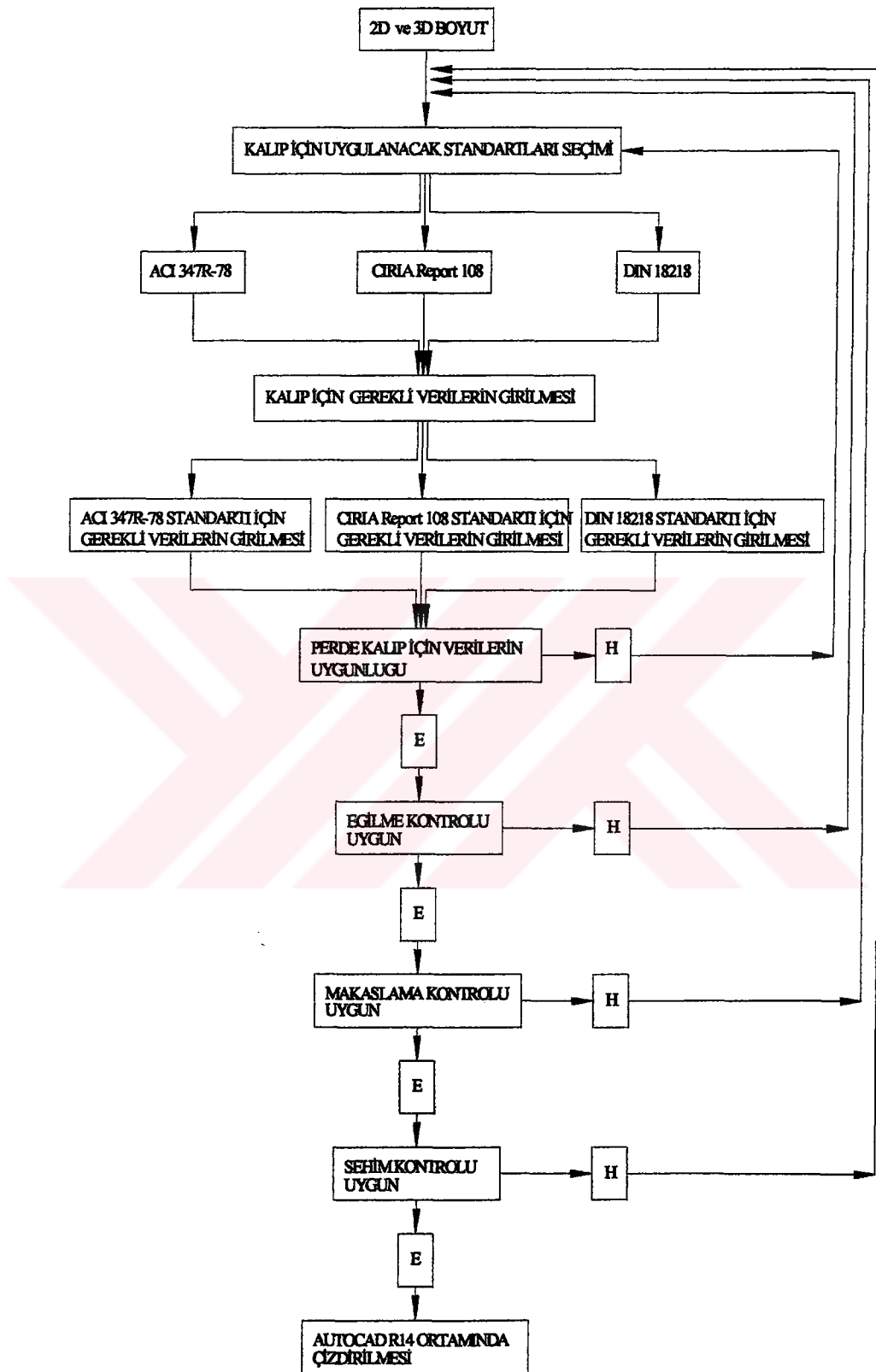
AutoLISP fonksiyonlardan meydana gelen bir programlama dilidir. Esnek, genişletebilen ve etkileşimli bir programlama çerçevesine sahiptir. Programı kullanan kişi, kendi tanımlanmış olduğu veya standart fonksiyonlardan seçtiği fonksiyonlarla yapmak istediği gerçekleştirilir [33]. Seçilen ve tanımlanmış olan bu fonksiyonlar, değişkenlere değer ataması ve bu değerlerin AutoLISP tarafından değerlendirilerek sonuçlar elde edilmesi mantığı ile çalışır [32].

Yapılan araştırma çerçevesinde AutoLISP programlama dilinin seçilmesinin nedenleri aşağıda belirtilmiştir [34,35].

- AutoCAD çizim komutlarını doğrudan kullanılması ve AutoCAD ile uyumlu bir arabirim oluşturulması
- Program deneme imkanı kolaylığı
- Lisp tabanlı bir program olmasından dolayı esnek, fonksiyonel ve genişletilebilir bir dil olmasıdır.

5.1. Programın Hazırlanması

AutoLISP programlama dili hazırlanırken ilk önce elde veriler nelerin olduğu ve bunların nasıl yönlendirileceği planlanır. İki ve üç boyutlu tasarım algoritması aşağıda verilmiştir.



Şekil 5.1. Autolisp programının 2D ve 3D boyutlu betonarme perdelerin kalıp programını tasarlama algoritması

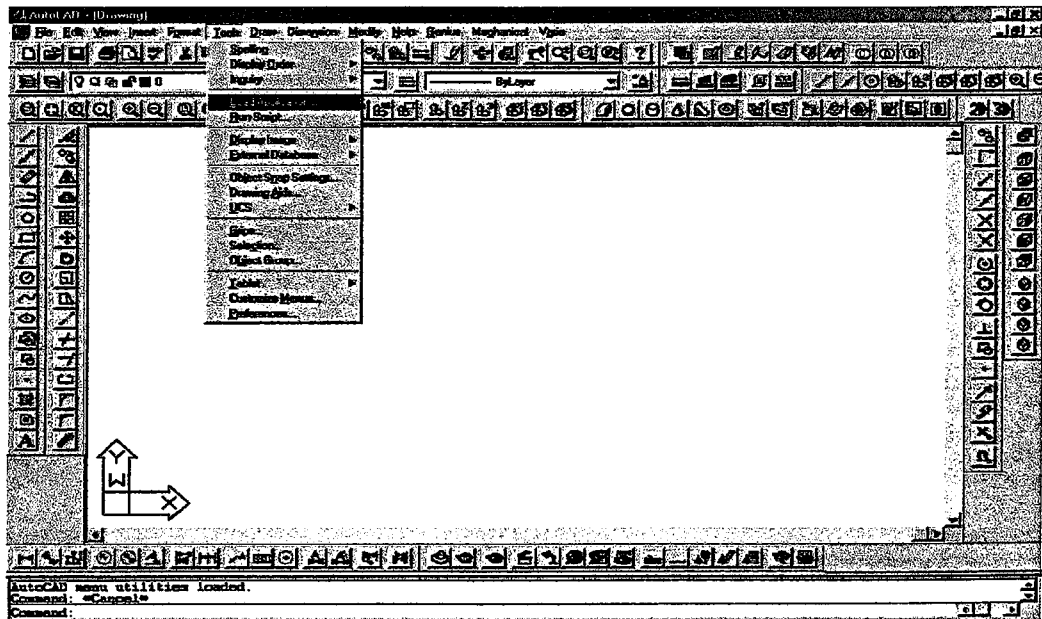
5.2. Tasarım Programının Yüklmesi

AutoLISP programlama dilinde yazılan AutoCAD çizim ortamında çalıştırılması için öncelikle yüklenmesi gerekir. Yükleme işlemi iki değişik şekilde yapılabilir. Birincisi AutoCAD ortamında Command satırına aşağıda şekilde program adı yazılır. Program yada dosya adı “PERDE2D” ve çalıştıracak şifre de “KA” ise,

Command : (load “PERDE2D.LSP”) <enter> ,

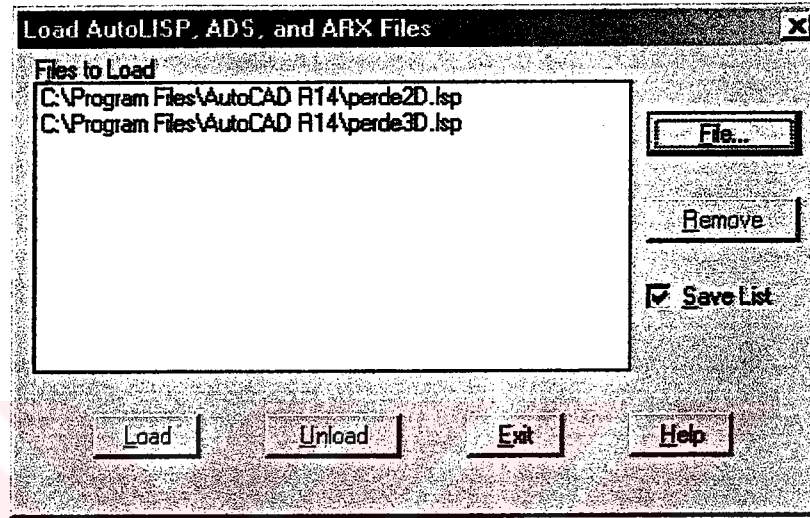
Şeklinde program yüklenir. Program da açık kalan parantez ve hata yoksa, “Command” satırı boş olarak tekrar ekrana gelir. Bu aşamadan sonra Command satırına Command: “KA” yazılarak “<enter>” tuşuna basıldığında “PERDE2D” programı çalışır.

AutoLISP programının ikinci yükleme şekli ise “File” menüsü altında “application” seçeneğinden gerçekleştirilir. Bu AutoCAD R12 programı için geçerli yükleme şeklidir. AutoCAD R14 sürümünde bu seçeneklere “Tools” menüsü altındaki “Load Application” komutuyla ulaşılır (Şekil 5.2).



Şekil 5.2. AutoCAD de Autolisp açılarak kullanılması

Seçimler yapıldıktan sonra ekrana .LSP uzantılı dosya adlarını veren bir diyalog kutusu çıkar. Bu diyalog kutusundan dosya adları ve istenilen dosya işaretlenip “load” butonu seçilerek AutoLISP programları çizim ortamına yüklenmiş olur (Şekil 5.3).



Şekil 5.3. Hazırlanmış LSP uzantılı dosyalara ulaşılması

5.3. Tasarım Programının Kullanımı

Şekil 5.3’deki dosya yüklenmesi bittikten sonra program bilgisayara yüklenmiş olur. Programı çağırmak için 2D boyutlu giriş şifresi “KA” yazılarak aşağıdaki dialog kutusu ortaya çıkacaktır.(Şekil 5.4)



Şekil 5.4. Çizdirilecek boyutların seçilmesi

Boyut seçimi bittikten sonra Şekil 5.5’deki gibi bir dialog kutusu ortaya çıkar. Bu çizelgenin ilk aşamasında hangi standartta hesap yaptırılacağı seçilir. Bunlar; ACI 347-78, CIRIA Report 108 ve DIN 18218’ göre beton yanıl basıncın hesaplar. ikinci

aşamada ise kalıp elamanı ölçüleri hakkında detayı bilgiler girilir. Bunlar; kalıbın yüksekliği, boyutunu, perde betonun kalınlığını, yüzey malzemesinin liflere dik ve/veya paralel oluşu, yüzey kaplama malzemesinin kalınlığı ve/veya yüksekliğindeki değerler girilir. Üçüncü aşanada ise Dikme ve kuşaklarda kullanılan ahşap malzemenin eni ve boyutu hakkında bilgiler girilir. Dördüncü aşamada ise kalıp maliyeti hakkında bilgiler girilir. Bunlar; yüzey kaplama birim fiyatı, dikme ve kuşaklarda kullanılan ahşap malzemenin birim fiyatı ve ankraj çubugunun birim fiyatları girilir.(Şekil 5.5)

Şekil 5.5. Betonarme perde kalıp dizaynı için gerekli veriler

Tamam butonuna basıldıktan sonra Şekil 5.5’de gösterilen hesaplama yöntemlerini gösteren dialog kutuları çıkacaktır.

Bu dialog kutularının birincisi;

Şekil 5.6’da gösterilen ACI 347-78 göre beton standartıdır. Bu standartta girilmesi gerek değerler, beton döküm hızı ve sıcaklığı olarak görülmektedir. Bununla ilgili örnek Ek 1 içerisindeki örnek 2’de verilmiştir.

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

A.C.I. 347-78 KALIP DEĞERLERİ

KÜTLE BETONLARDA

Vb =

T =

PERDE BETONLARDA

Vb =

T =

KOLONLARDA

Vb =

T =

Vb= Betonlama hızı m/h
T=Sıcaklık °C

TAMAM **İPTAL**

Şekil 5.6. ACI 347-78 göre beton yanal basınç için gerekli veriler

Yanal basınç hesaplaması 3.2.1'deki konu başlığında gerekli bilgiler verilmiştir.

İkincisi ise CIRIA report 108 göre beton yanal basıncıdır. Bu kısım kendi içerisinde iki bölüme ayrılmıştır. Birincisi kullanılan formüldeki katsayılar; beton yoğunluğu, duvar katsayısı ve çimento çeşiti olarak görülmektedir. İkinci olarak; betonun döküm hızı ve sıcaklığı olarak görülmektedir. Bununla ilgili örnek Ek 1 içerisindeki örnek 3'de verilmiştir.

CIRIA report 108. PERDE KALIP DIZAYNI

FORMULDEKİ KATSAYILAR

Lb = BETON YOGUNLUĞU KN/m³

C1 = DUVAR İÇİN KATSAYI (T.0) YAZINIZ

C2 = PORTLAND CİMENTOSU (0.3) YAZINIZ

DEĞİSKEN PARAMETRELER

T = BETON YERLESTİRME SICAKLIĞI °C

Vb = BETONUN YERLESTİRME HIZI (m/h)

BU DEĞERLER CIRIA REPORT 108'DEN ALINMIŞTIR

Şekil 5.7. CIRIA report 108 göre beton yanal basıncını etkileyen değerler

Yanal basınç hesaplaması 3.2.2'deki konu başlığında gerekli bilgiler verilmiştir. Üçüncüsü ise DIN 18218 göre beton yanal basıncıdır. Bu standart da özellikle beton kıvamı oldukça önemlidir. Bu kıvama göre beton yanal basınç değerlerinin hesaplanması için beton döküm hızı değeri girilir. Bunlar; katı plastik ve akıcı beton kıvamı olmak üzere üçe ayrılır.(Şekil 5.8). Bununla ilgili örnek Ek 1 içerisindeki örnek 4'de verilmiştir.

DIN 18218 PERDE KALIP DIZAYNI

DIN 18218 KALIP DEĞERLERİ

KATI BETON KIVAMI

Vb =

K1=5Vb+21 KN/M²

PLASTİK BETON KIVAMI

Vb =

K1=10Vb+19 KN/M²

AKICI BETON KIVAMI

Vb =

K1=14Vb+18 KN/M²

Beton Birim ağırlığı 25kN/M³

Taze Beton sıcaklığı 15°C

Pızz Süresi 5 saat

Şekil 5.8. DIN 18218 göre beton yanal basıncı için gerekli değerlerin girilmesi

Yanal basınç hesaplaması 3.2.3'daki konu başlığında gerekli bilgiler verilmiştir.

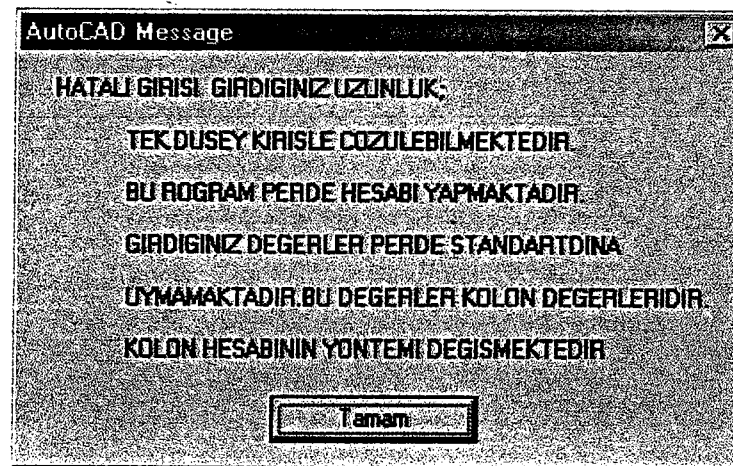
Gerekli bütün veriler girildikten sonra program gerekli verileri alarak çalışmaya başlaması için Command satırında "BAŞLAMA NOKTASINI GİRİNİZ " diye bir yazı gözükecektir. Bu yazıdan sonra Autocad in ekranında herhangi bir yere tıklayarak program çalışmaya başlayacaktır. Çalışması bitince kalıbm kesitten görünüşü, üst görünüş, yan görünüşünü ve metrajını hesaplayarak çizme işlemini bitirecektir.

5.4. Programın Düzgün Çalışması İçin Hata Mesajları

Bir çok program hazırlanış işlemi içerisinde program içerine birtakım kısıtlayıcı veriler yüklerler. Bunlar programın daha etkin ve hatasız çalışması içindir.

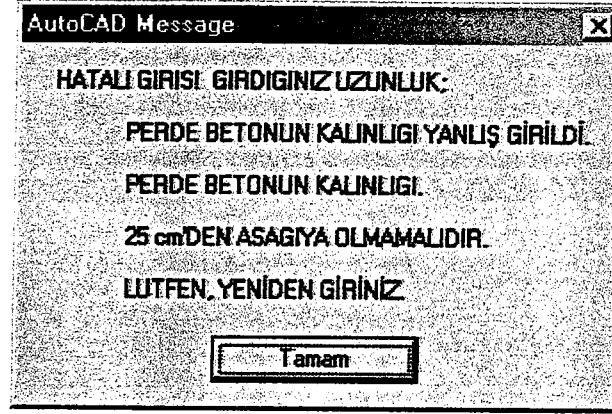
Bunlarda birincisi;

Perde;uzunluğu genişliğinin 5 katından daha büyük kolonlar için tanımlanır. Hesabı yaptırılacak değerlerde bu tanım göz önüne alınarak perde olup olmadığı kontrol edilir ve hatalı ise aşağıdaki hata mesajı ortaya çıkar.



Şekil 5.9. Perde kalıp kontrolü

İkincisi ; yapılan araştırmalarda perde petonun kalınlığı 12 cm aşağıda yapılmadığı anlaşılmıştır. Bunu üzere programa aşağıdaki gibi bir hata mesajı hazırlanmıştır.



Şekil 5.10. Perde betonun kalınlığının kontrolü

üçüncüsü;

Kalıbmın mukavemet hesaplarının kontrolüdür. bunlar eğilme, kesme ve sehım tahkikleridir. Bu tahkikler tasarım teknikleri bölümde anlatılan formüller kullanılmıştır. Kontrolude 2.2 ve 2.3 konu başlıklı bölümde anlatıldığı gibi kontrol edilmiştir.(Çizelge 5.11)



Şekil 5.11. Kesme gerilmesinin kontrolü

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Ahşap betonarme perde duvar kalıpların tasarımı için, AutoLISP programlama dilinden faydalanılarak hazırlanan yazılım;

- ACI 347, CIRIA Report 108 ve DIN 18218'e göre hesap modellerinden birinin seçilmesi,
 - Ahşap perde kalıp elemanların standart boyutlarının girilmesi,
 - Kereste özelliklerinin girilmesi,
 - Yüzey malzeme türünün ve malzeme birim fiyatlarının girilmesi,
 - Seçilen modelin parametre değerlerinin girilmesi,
 - Beton özelliklerinin girilmesi,
- ile aşağıdaki işlevleri yerine getirebilmektedir.

Model parametreler ve diğer işlemlerin sisteme girilmesiyle program;

1. Beton karakteristiklerine göre beton yanal basıncın hesaplanması,
2. Kalıp destek elemanlarında dikme, kuşak ve ankraj çubuğu aralıklarının hesaplanması ve konumlandırılması
3. Hesabı yapılan sistemin iki boyutlu kalıp planlarının AutoCAD ortamında çizdirilmesi,
4. Malzeme, metraj ve maliyete ait çizelgelerin oluşturulması,
5. Kalıbın üç boyutlu katı modelinin çizdirilmesi,
6. Programın düzgün çalışması için kullanıcıya yardımcı olan uyarıcı mesajlar,

gerçekleştirilmektedir.

Programla yapılan bir çok denemede; düşük beton döküm hızlarında ACI 347 modeli, yüksek beton döküm hızlarında ise DIN 18218 modelinin iyi sonuçlar verdiği görülmüştür.

KAYNAKLAR

1. Altan M., 1992, Betonarme Elemanlarda Kalıp, İ.T.Ü, İnşaat Fakültesi, sayı: 1500, İstanbul
2. AS 3610, 1990, **Formwork For Concrete** (Supplement To As 3610-1990), Standard House, 80 Arthur St, North Sydney NSW,.
3. Arslan M., 1997, Betonarme Elemanların Dayanıklılığı Üzerinde Araştırmalar, T.C. Başbakanlık D.P.T. Projesi, Ankara
4. Anthony, W.R., Stainer, P.J., 1988 **"Concrete High Rises Offer Many Cost Advantages"**, Concrete Construction, vol:33, Pp 453-456, CecoCord, Oak Brook, Pg 81, USA
5. Arslan M., 1994, "Ahşap Kalıp Yüzey Malzemesinin Performansını Belirlemeye Yönelik Kriterlerin Saptanması Ve Geleneksel Yapım Çerçevesinde Karakavak Kerestesinin Kalıp Yüzey Malzemesi Olarak Kullanım Sınırlarının Belirlenmesi" Doktora tezi, G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
6. Peurifoy, L. R., Oberlender D., G., 1996, **"Formwork For Concrete Structures"** Third Edition, Pp: 35-135, USA
7. O. Şimşek., 2000., **Yapı malzemesi II**, G.Ü.T.E.F., s76., ANKARA
8. Uluğ., T.N., Odabaşı., Y., 1979, **Ahşap ve Çelik İnşaat Hesapları**, s:4., İstanbul
9. A. Türkmen., 1967, Ahşap yapılar, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi Matbaası., sayı 690., s 23., İstanbul
10. APA-The Engineered wood Association, 1986, **"Playwood Design Specification."**, Tacoma, WA, USA.
11. Supplement to the National Design specification, National Forest Products Association, 1991, **"Design Value for Wood Construction"**, Washington, DC.
12. National design specification for wood construction", 1991, ANSI/NfoPA NDS-1991, **American Forest & Paper Association**, Washington, DC.
13. Arslan M., 2001, Beton (Dökümü, Kalınları, Kusurları, Dayanıklılığı) s:60-65, s: 110-20, Atlas yayıncılık ., İstanbul.
14. Öksüzöğlu H., Yegül Ü., Yaman N., 1979 Yapıcılık (ahşap), iş ve işlem yaprakları., s :89-90, Ankara.

15. Shmanstar, R.,N. Et Al. 1990, "Investigation Of Concrete In Absorbing Formwork" **Hydro Technical Conctruction**, Vol: 23 Part: 11 Th, Pp:665-668,
16. Murpy, W., E., Concrete Surface Blemmishes, An Investigation Into The Influence Of Concrete Mix Characteristics And Methods Of Placing Upon The Surface Appearence Of Concrete, **Cement And Concrete Association**, London.
17. APA-The Engineered Wood Association, 1994 "**Concrete Forming**" Tacoma, WA,USA.
18. West Cost Lumber Inspection Bureau, "**Allowable Property Value for Western Softwood Species**" Portlant, OR.
19. Canadian Wood Council, 1994 "**Canada Spruce-Pine-line Lumber Data Sheet**," Ottawa, CANADA
20. Hund.,M.K.,1989, "Formwork For Concrete" Special Publication No.4 5th ed., **American Concrete Institute** ,detroit,MI.USA
21. Altan M.;Aydogan M.,1992 Düşey Kalıp Yüzeyine Teki Eden Taze Beton Basıncının Hesabı Hakkında, **İMO Teknik Dergi**, Yazı 38, 529-537, Ankara
22. TS 1247, 1985, Normal Hava Koşullarında Beton Yapım Döküm Ve Bakım Kuralları, **Türk Standartları Enstitüsü**, Ankara
23. ACI. Commitee 439.3R, 2000, mechanical concrete of reinforcing bars, **ACI manual of concrete pratice part 3**, ACI Commitee, USA
24. 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, 1993, **Publ by Japan Soc of Civil Engineers**, Tokyo, Jpn, p 111-120, JAPAN
25. ACI 347R-94,1994, Guide To Fromwork For Concrete, **ACI Commitee**, USA
26. Arnoğlu, E.,1992, Düşey Kalıp Yüzeylerine Etki Eden Taze Beton Basınçlarının Hesabı, **İMO Teknik Dergi**, Yazı 46,604-608, Ankara.
27. CIRIA Report 108., **IB29 Formwork.**, information bülletin.
28. Gardner,N. J.; Feb, 1986 v 80, p 145-159Concrete Pressure On Formwork,; *Author Affiliation*: Univ of Ottawa, Ottawa, Ont, Can *Source*: **Proceedings of the Institution of Civil Engineers** (London)
29. Dunston, Philip S,;Formwork pressures in tall walls with extended set concrete,; Johnston, David W.;McCain, Paul P.; *Author Affiliation*: North Carolina State

Univ Source: Concrete International , v16, n11, Nov, 1994, American Concrete Inst, p 26-34 Detroit, MI, USA,.

30. Gardner, N. J.; Formwork Pressures And Cement Replacement By Fly Ash. ;*Author Affiliation:* Univ of Ottawa, Ottawa, Ont, Can *Source:* **Concrete International: Design and Construction** , v 6, n 10, 1984, v 6, nOct, 1984, p 50-55 *Sponsored by:* , p 50-55 *ISSN:* 0162-4075
31. Lings, M.L.; Ng, C.W.W.; Nash, D.F.T.; Lateral pressure of wet concrete in diaphragm wall panels cast under bentonite; *Author Affiliation:* Univ of Bristol *Source:* **Proceedings of the Institution of Civil Engineers Geotechnical Engineering** , v 107, n 3, Jul, 1994, p 163-172 *CODEN:* PICGEH In English
32. Çıkış, E., 1994, AutoLISP, **Türkmen yayınevi**, s:1, İstanbul
33. Çetinkaya, K., Başak, H., mart 1999, Uygulamalı AutoLISP ve DCL ile programlama, **Seçkin Yayınevi**, ANKARA.
34. Kertlioğlu, S., Mayıs 1998, Üretim için tasarım, yüksek lisans tezi, **G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü**, ANKARA.
35. Şahin, İ., Ağustos 2001, Temel İz Düşümlerden Bilgisayar Destekli Üç Boyutlu Katı Model Oluşturma, yüksek lisans tezi, **G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara.



EKLER

EK- 1

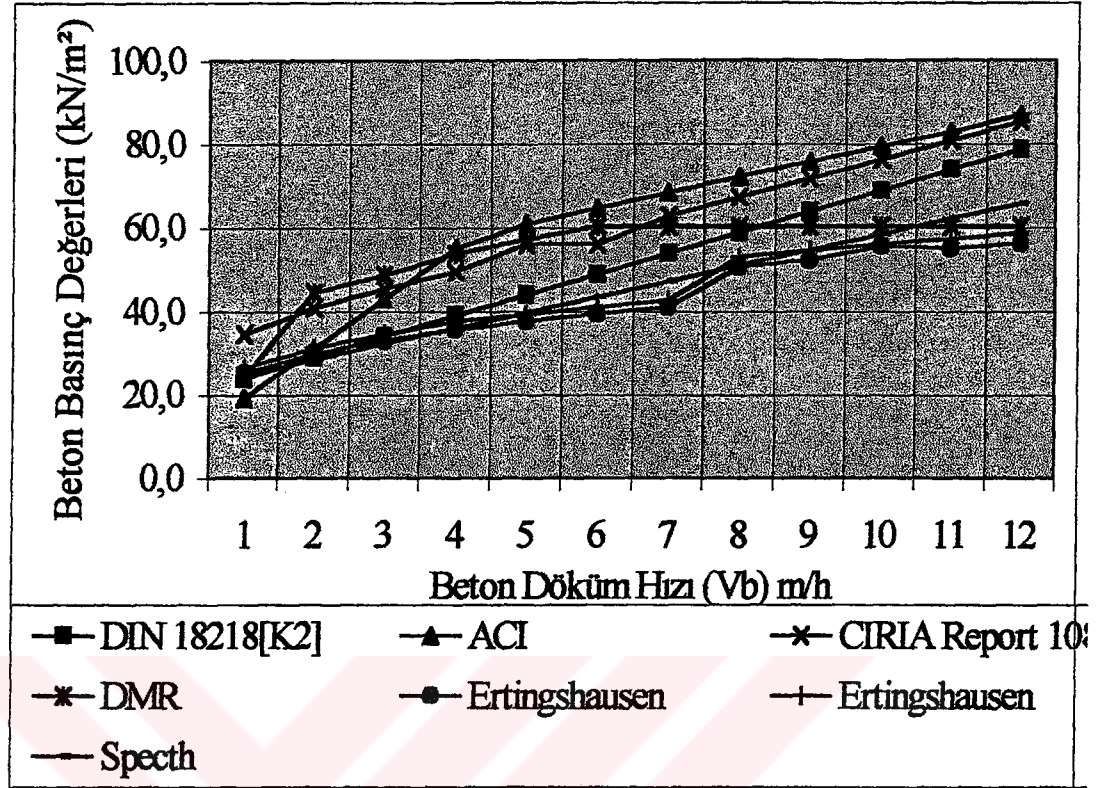
BETON YANAL BASINCINA KARŞI ÖRNEKLER

Örnek-1

15° C sıcaklığında $\gamma_b = 25 \text{ kN/m}^3$ birim hacim ağırlığında ve 4 m yükseklikli bir perde duvarın betonlama hızlarında oluşacak maksimum yanal basınç(Pb) Çizelge Ek1.1 verilmiştir. DMR ve Ertingshausen'e göre bulunan neticeler $\gamma_b = 24 \text{ kN/m}^3$ birim hacim ağırlığı içindir. $\gamma_b = 25 \text{ kN/m}^3$ birim hacim ağırlık için 25/24 katsayı kullanılarak buluna değerler parentez içerisinde verilmiştir.

Çizelge EK 1.1 maksimum Pb değerleri

Vb(m/h)	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
DIN 18218[K2]	24,0	29,0	34,0	39,0	44,0	49,0	54,0	59,0	64,0	69,0	74,0	79,0
ACI	19,2	31,2	43,1	55,1	61,1	64,8	68,5	72,3	76,0	79,7	83,1	87,2
CIRIA R.108	34,6	40,8	45,6	49,6	56,2	56,2	63,0	67,5	72,0	76,5	81,0	85,5
DMR	23,3	42,8	46,9	50,9	55,0	58,0	58,0	58,0	58,0	58,0	58,0	58,0
	(24,3)	(44,6)	(48,9)	(53,8)	(57,3)	(60,4)	(60,4)	(60,4)	(60,4)	(60,4)	(60,4)	(60,4)
Ertingshausen	25,2	30,0	33,2	35,7	37,7	39,5	41,0	50,9	52,4	55,8	55,1	56,3
	(26,3)	(31,3)	(34,6)	(37,7)	(39,3)	(41,1)	(42,7)	(53,0)	(54,6)	(56,1)	(57,4)	(58,7)
Specth	24,8	28,5	32,3	36,0	39,8	43,5	47,3	51,0	54,8	58,5	62,3	66,0



Çizelge EK 1.1 Maksimum Pb değerler grafiği

Örnek 2 :

Çizelge 5.5'den yararlanılarak, ACI347-78 seçilir, kalıp yüksekliği 500 cm, kalıp derinliği 300 cm, perde betonun kalınlığı 30 cm, yüzey malzemesinin lifleri betonun oluşturduğu basınca dik, yüzey malzemesinin kalınlığı 2,5 cm, yüzey malzemesinin yüksekliği 30 cm, dikmelerin ve kuşakların eni 5 cm, boyu 10 cm, yüzey kaplama malzemesinin m³ fiyatı 195,000,000 TL, Dikmelerde ve Kuşaklarda kullanılan ahşabın m³ fiyatı 185,000,000 TL, ankraj çubukların kg fiyatı 100,000,000 TL yazılır.

Çizelge 5.6'yada (Vb) betonlama hızı m/h 1,0 , beton döküm sıcaklığında 20°C yazılır.

Yukarıda bilgiler ışığında; hesaplanmış kalıp değerleri Çizelge EK 1.2 verilmiştir.

Çizelge EK1.2 ACI347-78 kullanılarak hesaplanmış kalıp değerleri

	METRAJ	MALİYET
KAPLAMA KERESTESİ (en x boy).....: 2,5 30	0.75 m ³	146250000 TL
YATAY ve DUSEY KIRISLER (en x boy).....: 5 10	1.05 m ³	194250000 TL
ANKRAJ CUBUGU (CAP).....: Ø 10	30.40 m	304000000 TL
MERKEZDEN MERKEZE DIKME ARALIGI(DUSEY)....:	42.73 cm	
MERKEZDEN MERKEZE KUSAK ARALIGI(YATAY)....:	150.97 cm	
MAKSIMUM BETON YANAL BASINCI.....:	853.92 kg/m	
EGİLME GERİLMESİ.....:	62.38 kg/cm ²	
MAKASLAMA GERİLMESİ.....:	3.65 kg/cm ²	
SEHİM DEGERİ.....:	0.24 cm	

Örnek 3.

Çizelge 5.5'den yararlanılarak, CIRIA Report 108 seçilir, kalıp yüksekliği 500 cm, kalıp derinliği 300 cm, perde betonun kalınlığı 30 cm, yüzey malzemesinin lifleri betonun oluşturduğu basınca dik, yüzey malzemesinin kalınlığı 2,5 cm, yüzey malzemesinin yüksekliği 30 cm, dikmelerin ve kuşakların eni 5 cm, boyu 10 cm, yüzey kaplama malzemesinin m³ fiyatı 195,000,000 TL, Dikmelerde ve Kuşaklarda kullanılan ahşabın m³ fiyatı 185,000,000 TL, ankraj çubukların kg fiyatı 100,000,000 TL yazılır.

Çizelge 5.7 açılır ve beton yoğunluğunu 24 kN/m³, dvar katsayısını (C₁)=1,0 , Portlant Çimentosu için (C₂)= 0.3 , (Vb) betonlama hızı m/h 1,0 , beton döküm sıcaklığında 20°C yazılır.

Yukarıda bilgiler ışığında; hesaplanmış kalıp değerleri Çizelge EK 1.3'de verilmiştir.

Çizelge EK1.3 CIRIA Report 108 kullanılarak hesaplanmış kalıp değerleri

	METRAJ	MALİYET
KAPLAMA KERESTESİ (en x boy).....: 2,5 30	0.90 m ³	175500000 TL
YATAY ve DUSEY KIRISLER (en x boy).....: 5 10	0.95 m ³	175750000 TL
ANKRAJ CUBUGU (CAP).....: Ø 10	26.88 m	268800000 TL
MERKEZDEN MERKEZE DIKME ARALIGI(DUSEY)....:	43.72 cm	
MERKEZDEN MERKEZE KUSAK ARALIGI(YATAY)....:	127.25 cm	
MAKSIMUM BETON YANAL BASINCI.....:	1174.71 kg/m	
EGİLME GERİLMESİ.....:	62.38 kg/cm ²	
MAKASLAMA GERİLMESİ.....:	4.28 kg/cm ²	
SEHİM DEGERİ.....:	0.17 cm	

Örnek 4

Çizelge 5.5'den yararlanılarak, DIN 18218 seçilir, kalıp yüksekliği 500 cm, kalıp derinliği 300 cm, perde betonun kalınlığı 30 cm, yüzey malzemesinin lifleri betonun oluşturduğu basınca dik, yüzey malzemesinin kalınlığı 2,5 cm, yüzey malzemesinin yüksekliği 30 cm, dikmelerin ve kuşakların eni 5 cm, boyu 10 cm, yüzey kaplama malzemesinin m³ fiyatı 195,000,000 TL, Dikmelerde ve Kuşaklarda kullanılan ahşabın m³ fiyatı 185,000,000 TL, ankraj çubukların kg fiyatı 100,000,000 TL yazılır.

Çizelge 5.8 açılır ve plastik beton kıvam bölgesine (Vb) betonlama hızı m/h 1,0 yazılır.

Yukarıda bilgiler ışığında; hesaplanmış kalıp değerleri Çizelge EK 1.4'de verilmiştir.

Çizelge EK1.4 DIN18218 kullanılarak hesaplanmış kalıp değerleri

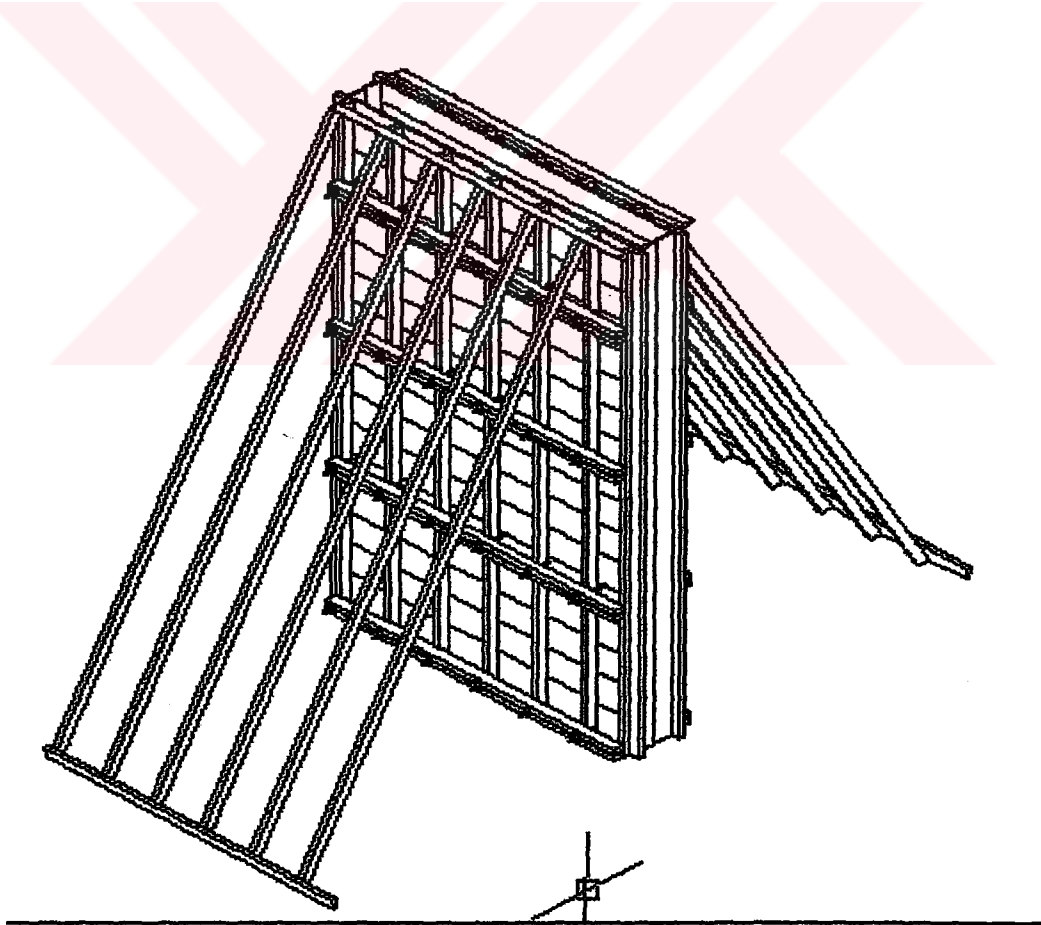
	METRAJ	MALİYET
KAPLAMA KERESTESİ (en x boy).....: 2.5 30	0.75 m ²	146250000 TL
YATAY ve DUSEY KIRISLER (en x boy).....: 5 10	1.05 m ²	194250000 TL
ANKRAJ CUBUGU (CAP).....: Ø 10	30.40 m	304000000 TL
MERKEZDEN MERKEZE DIKME ARALIGI(DUSEY).....:	41.93 cm	
MERKEZDEN MERKEZE KUSAK ARALIGI(YATAY).....:	149.53 cm	
MAKSIMUM BETON YANAL BASINCI.....:	887.15 kg/m	
EGİLME GERİLMESİ.....:	62.38 kg/cm ²	
MAKASLAMA GERİLMESİ.....:	3.72 kg/cm ²	
SEHİM DEĞERİ.....:	0.23 cm	

olarak bulunur.

EK-2

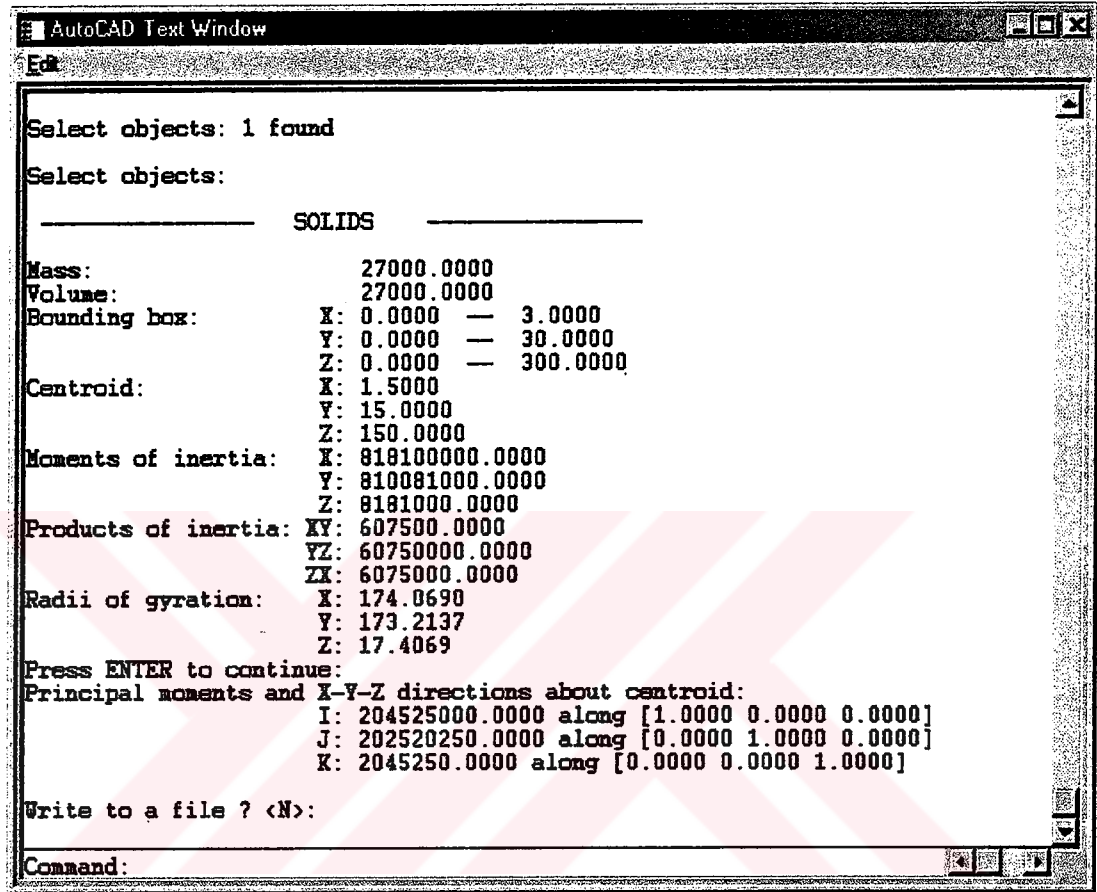
3B KATI NESNELERİN KÜTLE ÖZELLİKLERİ

Katı üzerinde bir takım 3B işlemler yapabilmek için (döndürme, taşıma v.b.,) katılara ait sınır değerlerine ihtiyaç vardır. 3B katı nesnelerin bu değerleri AutoCAD’de “massprop” komutu ile elde edilir. Massprop komutu 3B katıların kütle özelliklerini vermektedir. Massprop komutu ile katı modellerin kütle (Mass), hacim (volume), sınır noktaları (Bounding box), Ağırlık merkezi (Centroid), Atalet momentleri (Moment of inertia), Atalet çarpımları (products of inertia), jirasyon yarıçapı (Radii of Gyration), ve temel momentleri (Principal moments) hesaplanabilir[35]. Şekil EK 2.1 de örnek 3B katı model gösterilmektedir. Bu katı modele ait yüzey kaplama malzemesinin bir tanesinin kütle özellikleri Çizelge EK 2.1 gösterilmektedir.



Şekil EK 2.1 Örnek 3B perde kalıp katı model

Çizelge EK 2.1 Perde kalıplarda yüzey kaplama malzemesine ait bir elemanın katı özellikleri



ÖZGEÇMİŞ

1977 yılında Rize’de doğdu. 1987 yılında Atatürk ilkokulundan,1990 yılında Zihni Derin Ortaokulundan mezun oldu. 1994 yılında Rize Mimar Sinan İnşaat Teknik Lisesi Yapı bölümünden mezun oldu.1995 yılında girdiği G.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Eğitimi Bölümünden, 1999 yılında mezun oldu.1998-2000 yılları arasında Vekkon Endüstri A.Ş. Şirketinde İmalat müdürlüğü yaptı. 2000 yılı Bahar döneminde Gazi Üniveristesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yapı Eğitimi Bölümünde Yüksek Lisans Eğitimine Başladı. Aynı yılda Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Eğitimi Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak Göreve başladı. Halen bu göreve devam etmektedir.

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**