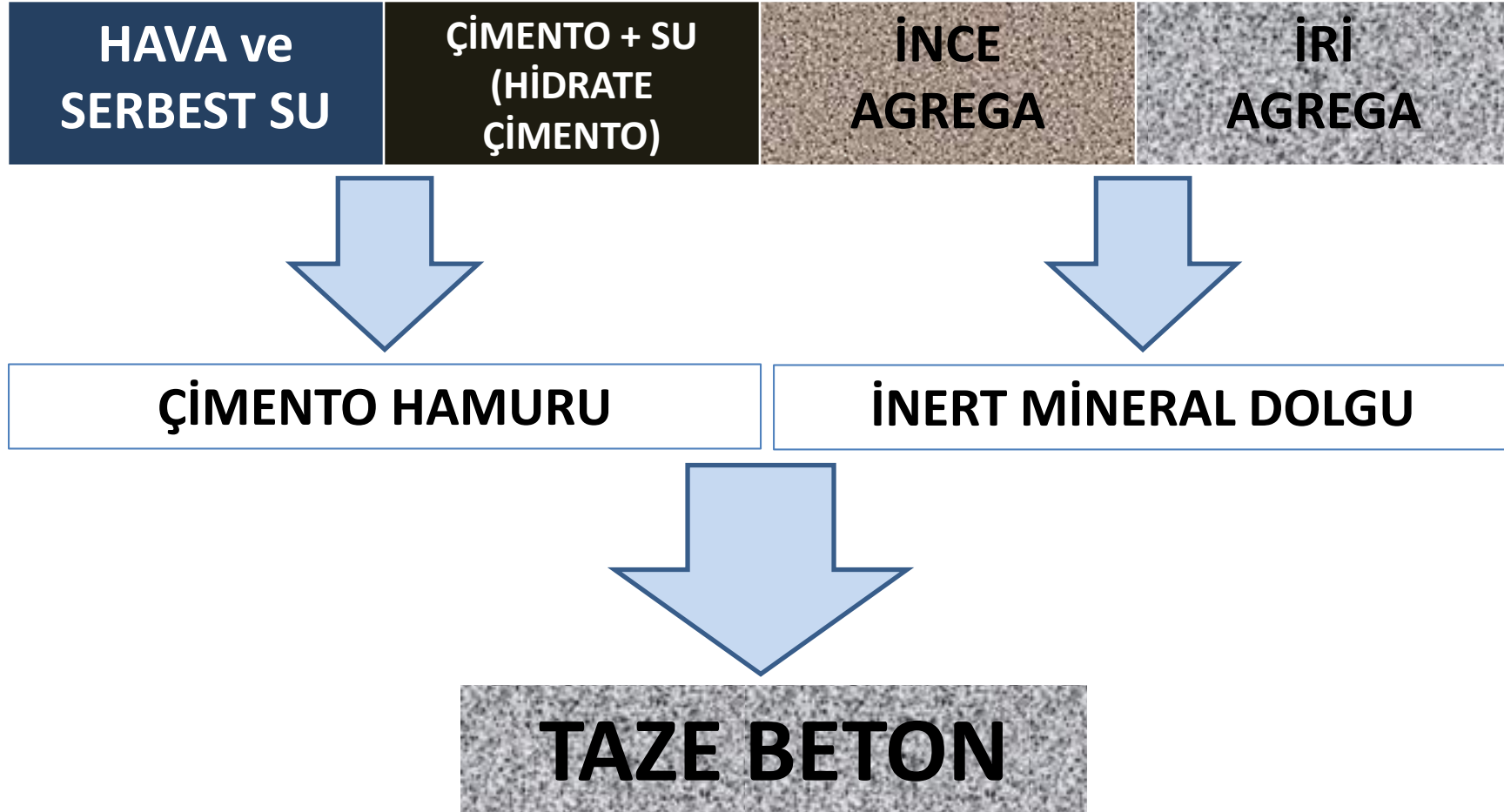


8. BETON KARIŞIM HESABI

ŞEMATİK BETON YAPISI



BETON KARIŞIM HESABI

TASARIM İLKELERİ

- Taze beton işlenebilir olmalıdır.
- Betonun kıvamı yeterli olmalıdır.
- Beton sertleşince, istenen dayanımı sağlamalıdır.
- Betonun su/çimento (S/Ç) veya su/bağlayıcı madde (S/B) oranı belirli bir değeri aşmamalıdır.
- Beton, yapı elemanının servis süresini ve servis koşullarını etkileyen çevresel etkilere karşı dayanıklı olmalıdır.

TASARIM İLKELERİ

- Bazı özel durumlarda betonun yoğunluğu önem kazanmaktadır.
- Özellikle kütle betonlarında betonda ortaya çıkan ısı kontrol altında olmalıdır.
- İstenen işlevleri yerine getirebilecek betonun maliyeti de en alt düzeyde olmalıdır.

PROJE VE ŞANTIYE KOŞULLARI

beton üretiminden önce aşağıdaki verilerin mevcut olması gerekir:

- Yapılan statik, betonarme hesapları sonucu, yapı elemanlarının boyutları, donatıları, donatı aralıkları ve istenilen beton kalitesi belli olmalıdır.
- Beton üretiminde kullanılması istenen malzemelerin özellikleri deneylerle saptanmış olmalıdır.
- Zemin ve iklim koşulları belirli olmalıdır.
- Beton üretim araçları (mikser, vibratörler vb.) ve beton üretiminde çalışacak personelin eğitim, deneyim düzeyi belli olmalıdır.

KARIŞIM HESABI İÇİN BİLİNMESİ GEREKENLER

Betonda kullanımının uygun olduğu laboratuvar da deneyler ile belirlenen bu malzeme özellikleri Őu Şekilde sıralanabilir:

- Çimentonun (diğer bağlayıcı malzemelerin) özgül ağırlığı,
- İnce ve iri agreganın elek analizleri,
- En büyük agrega tane boyutu,
- İnce agreganın incelik modülü,
- İri agreganın birim ağırlığı,
- İnce ve iri agreganın özgül ağırlığı,
- İnce ve iri agregadaki mevcut su miktarı ve su emme yüzdeleri,
- Kimyasal katkıların bazı özellikleri.

BETON KARIŞIM HESAPLARI ŞEMASI

1. Verilenler:

1. Yapı türü:
2. Çevresel etki:
3. Beton sınıfı:
4. Yapı elemanı boyutları:
5. Paspayı:
6. Donatı arası detayı:
7. Agregası türü ve fiziksel özellikleri (D_{max}, elek analizleri, granülometri eğrileri, karışım detayları, nem özellikleri, yoğunlukları).
8. Çimento tipi (sınıfı ve yoğunluğu):
9. Katkı bilgisi (kullanılacak ise):

2. Çözüm

1. Çökme değeri seçimi (**Tablo 1**)
2. D_{max} kontrolü (**Tablo 2**)
3. Agregası karışım granülometri kontrolü (**Şekil 1a, 1b, 1c, 1d veya Şekil 2a, 2b, 2c**)
4. Amaç basınç dayanımı belirlenmesi (**Tablo 5**)
5. Su-çimento oranı belirlemesi (limitler ile karşılaştırıp en küçük değeri seçimi): **Şekil 5 ve Tablo 4**.
6. Su miktarının belirlenmesi (**Tablo 3 veya Şekil 3a, 3b, 3c, 3d**)
7. Hapsolmuş hava miktarı belirlenmesi (**Şekil 4**)
8. Çimento miktarı belirlenmesi (su çimento oranı ve su miktarı kullanılarak) ve sınırlama varsa kontrol edilmesi (**Tablo 4**)
9. Katkı miktarı (varsa) belirlenmesi (çimento miktarı yüzdesi olarak)
10. Agregası hacminin belirlenmesi (beton hacmi 1 m³ kullanılarak)
11. Agregası (kum, çakıl) miktarının (kg/m³) belirlenmesi (KYD)
12. Nem düzenlenmesi ile agregası ve su miktarının ayarlanması (stok)

3. Deneme Betonu (3 veya 6 numune)

1. Taze beton özelliklerinin ölçülmesi
2. Basınç mukavemeti değerinin bulunması (3, 7, 28 gün)
3. Bulunan değerlere göre yeniden ayarlama yapılması ve tekrar deneme betonu dökülmesi.
4. İstenen sonuçlara ulaşana kadar değişiklik yapılır.

Tablo 1. Çökme değeri belirenmesi

YAPI ELEMANLARI	ÇÖKME DEĞERİ (cm)	
	MAKS	MİN
B/A TEMEL DUVARLARI VE AYAKLAR	8	3
DONATISIZ BETON TEMELLER, KESONLAR VE ALTYAPI DUVARLARI	8	3
KİRİŞ, KOLON, B/A PERDELER, TÜNEL YAN VE KENAR BETONLARI	10	5
DÖŞEME BETONLARI	8	3
TÜNEL TABAN KAPLAMA BETONLARI	5	2
BARAJ KÜTLE BETONU	5	2

2. MAKS AGREGA TANE BOYUTU BELİRLENMESİ

Dmaks:

- $\langle 1/5$ kalıp genişliği
- \langle döşeme kalınlığı
- $\langle 3/4$ iki donatı arası uzaklık
- \langle net beton örtüsü (pas payı)
- $\langle 1/3$ pompa borusu iç çapı

Yukarıdaki değerlerden en küçük olanı seçilir.

D_{maks} SINIFI

- Çoğu uygulama için 25 mm uygun (32 mm yoksa).
- Perde, ince döşeme, kabuk, plak, sık donatı, kötü demir ve kalıp işçiliği, ... 15 mm gerekebilir.

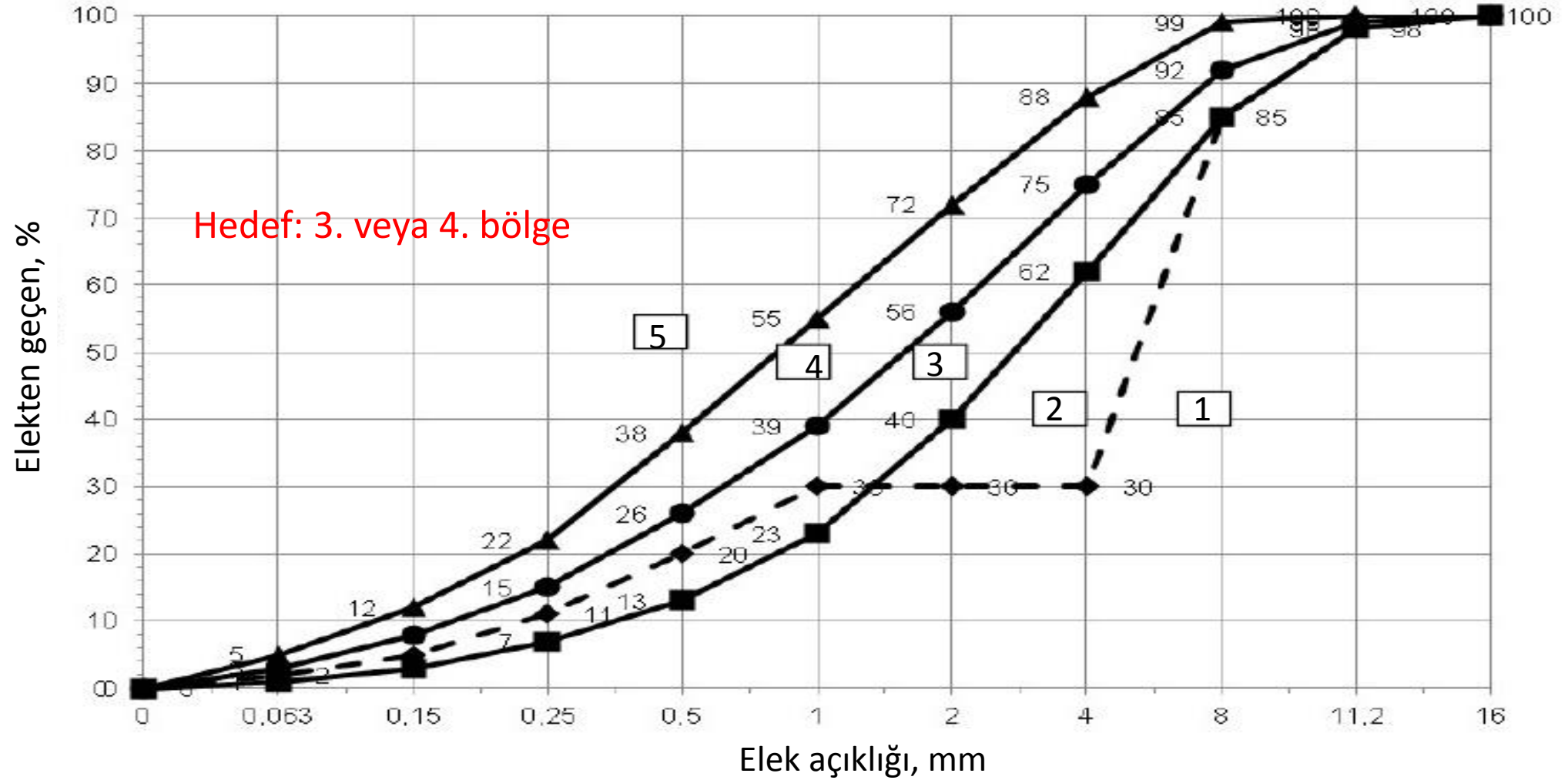
(Kimyasal Beton Katkı kullanımı ayrı bir seçenek)

- D_{maks} küçüldükçe çimento kullanımı artar (25-30 kg/m³)
- D_{maks} küçüldükçe su miktarını arttırmamak için katkı miktarını artırmak gerekir.

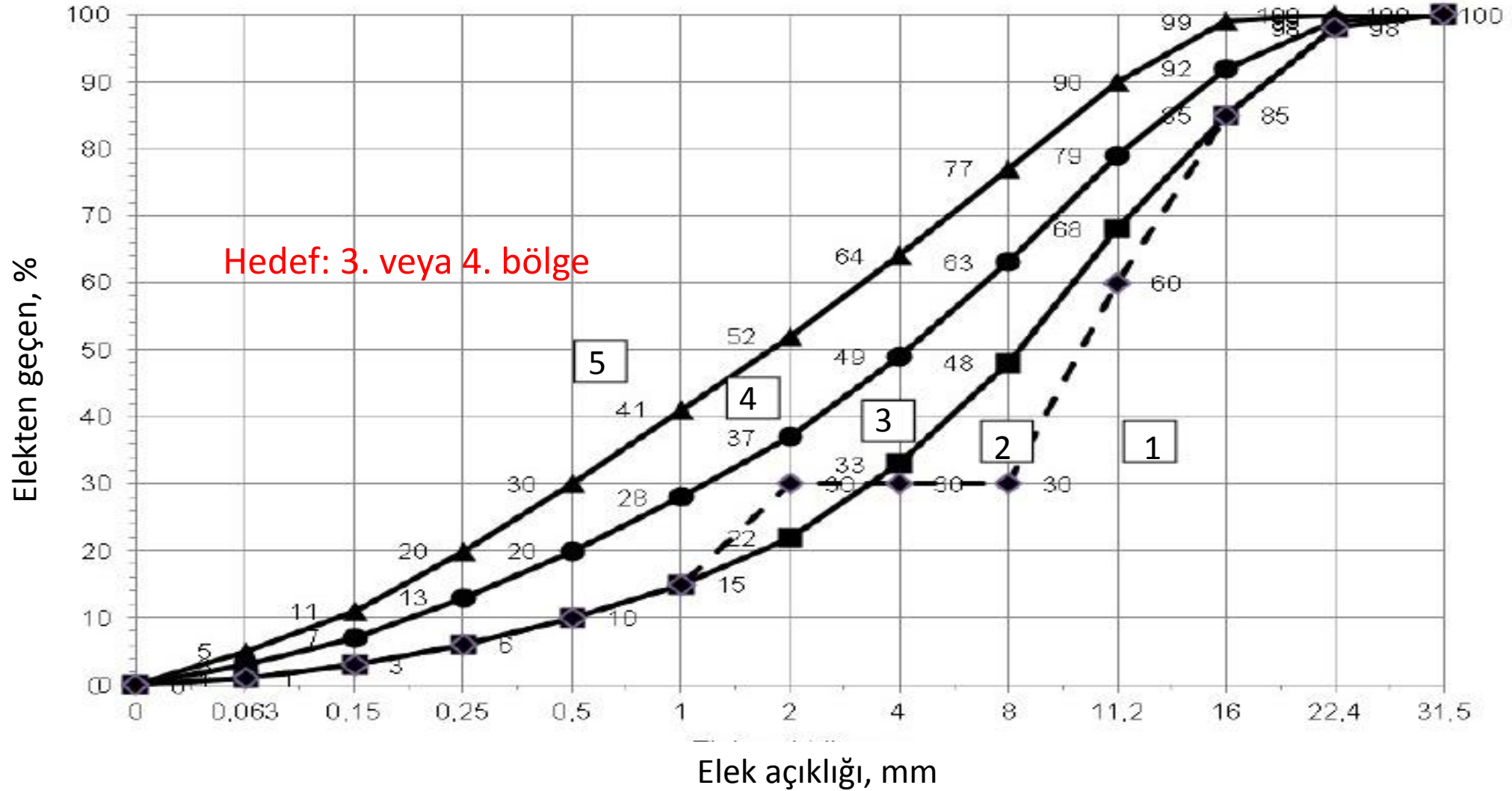
Tablo 2. Maksimum agrega tane boyutunun belirlenmesi

Yapı elemanı en dar boyutu (cm)	En büyük agrega tane boyutu (mm)			
	Donatılı perde, kiriş ve kolonlar	Sık donatılı döşemeler	Seyrek donatılı veya donatısız döşemeler	Donatısız perdeler
6-14	16	16	32	16
15-29	32	32	63	32
30-74	63	63	63	63

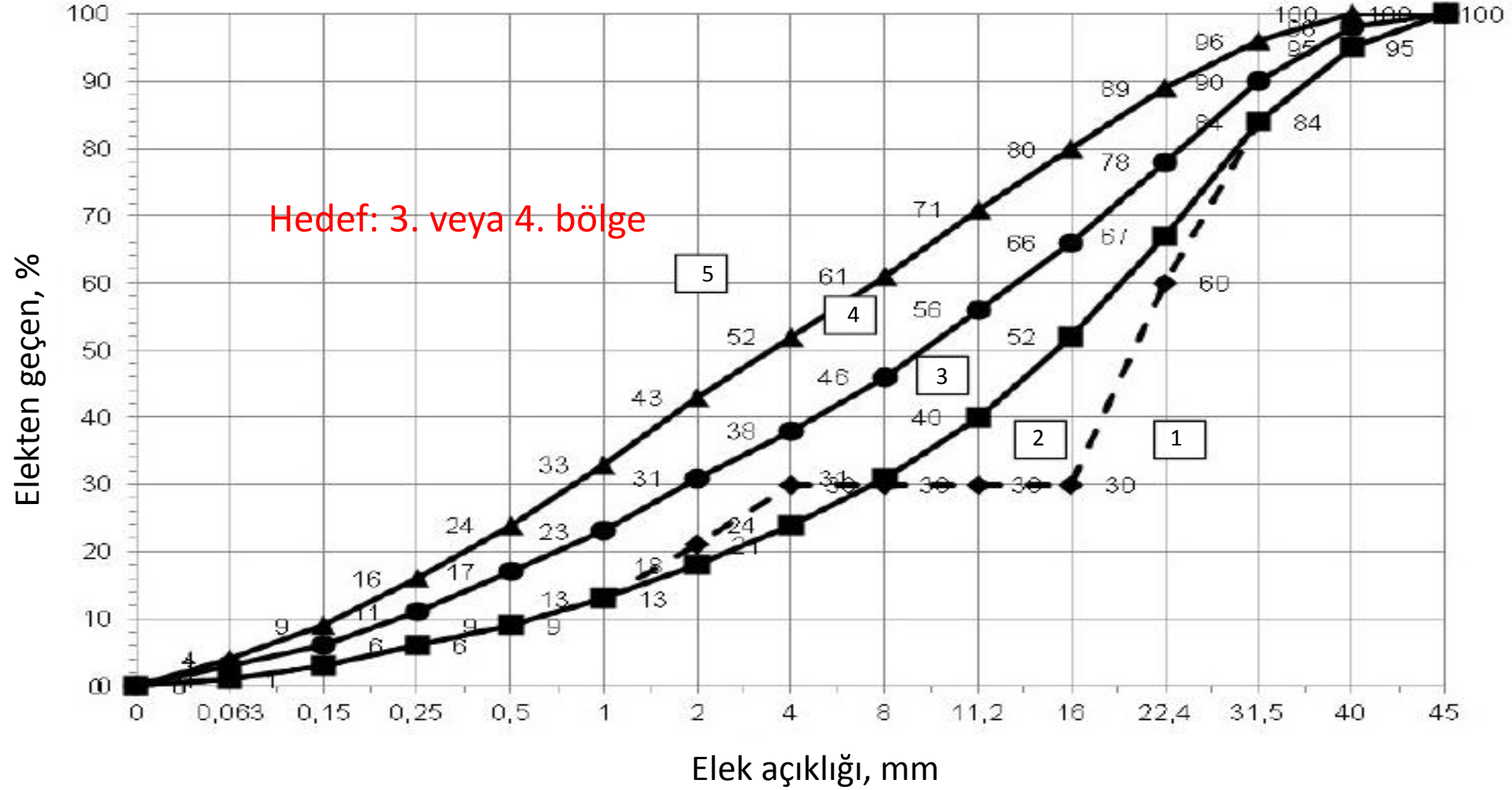
Şekil 1 (a). Tane dağılımı seçilmesi: Dmaks 8 mm



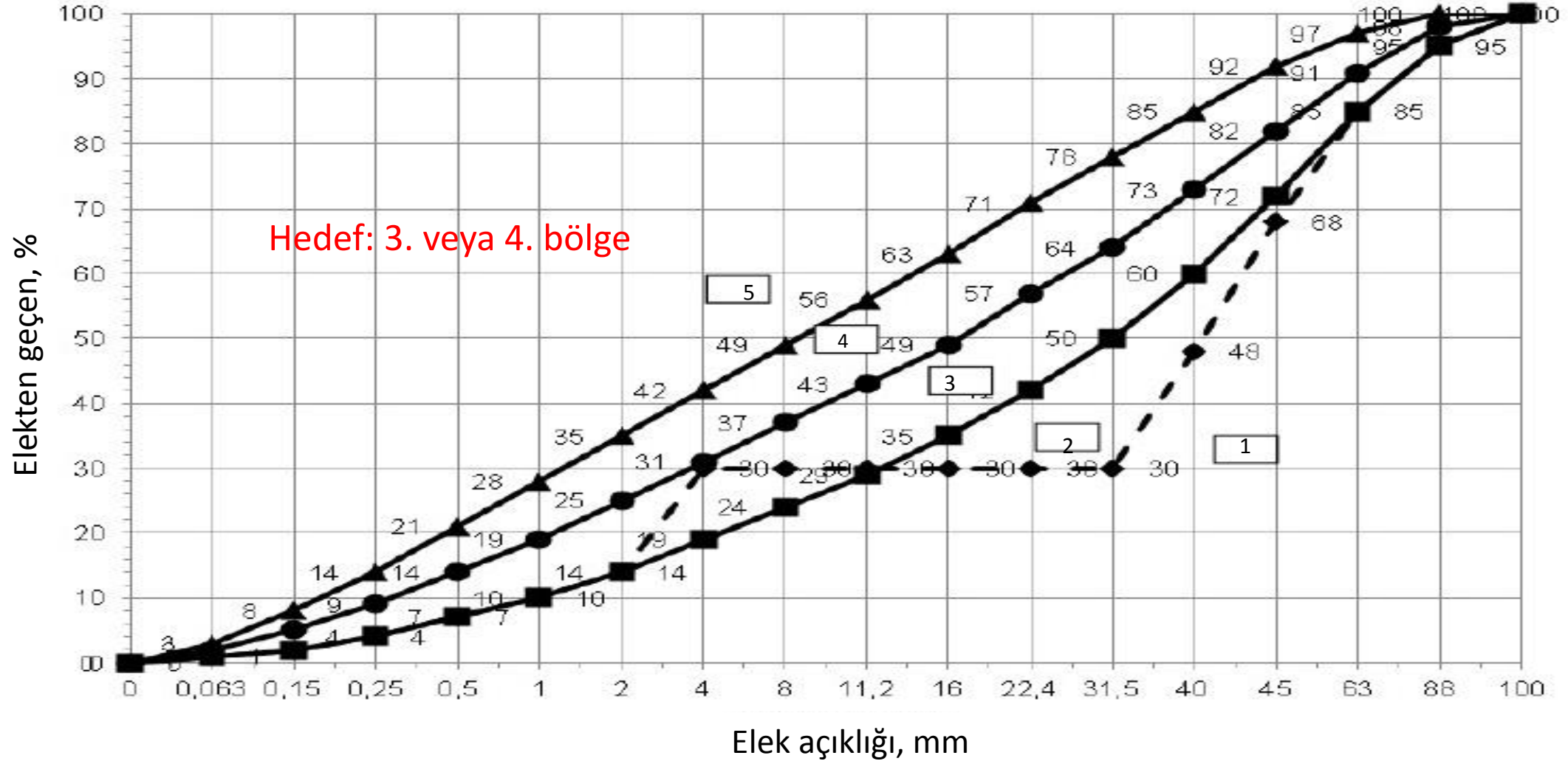
Şekil 1 (b). Tane Dağılımının Seçilmesi: $D_{maks} = 16 \text{ mm}$



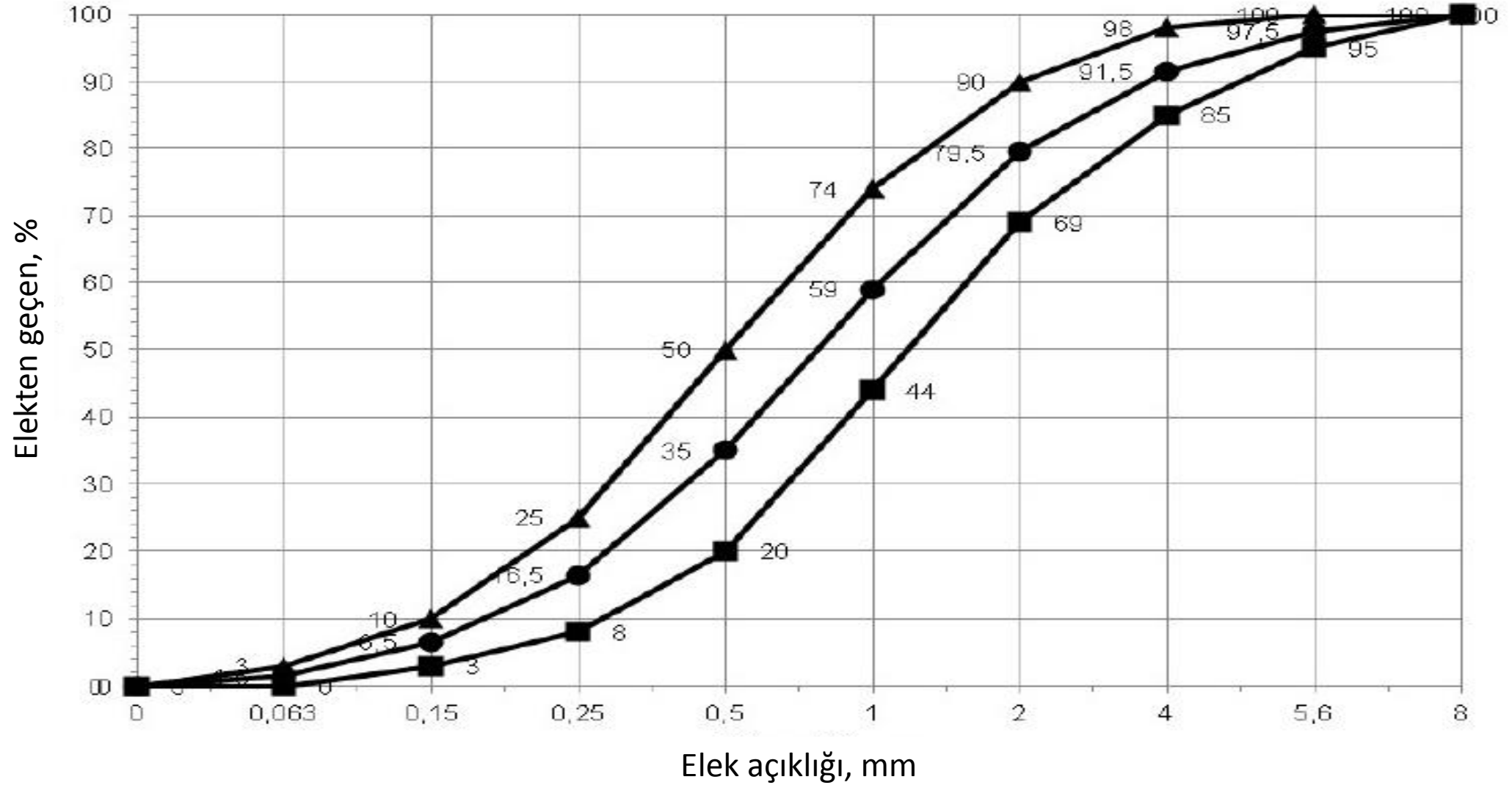
Şekil 1 (c). Tane Dağılımının Seçilmesi: $D_{maks} = 32 \text{ mm}$



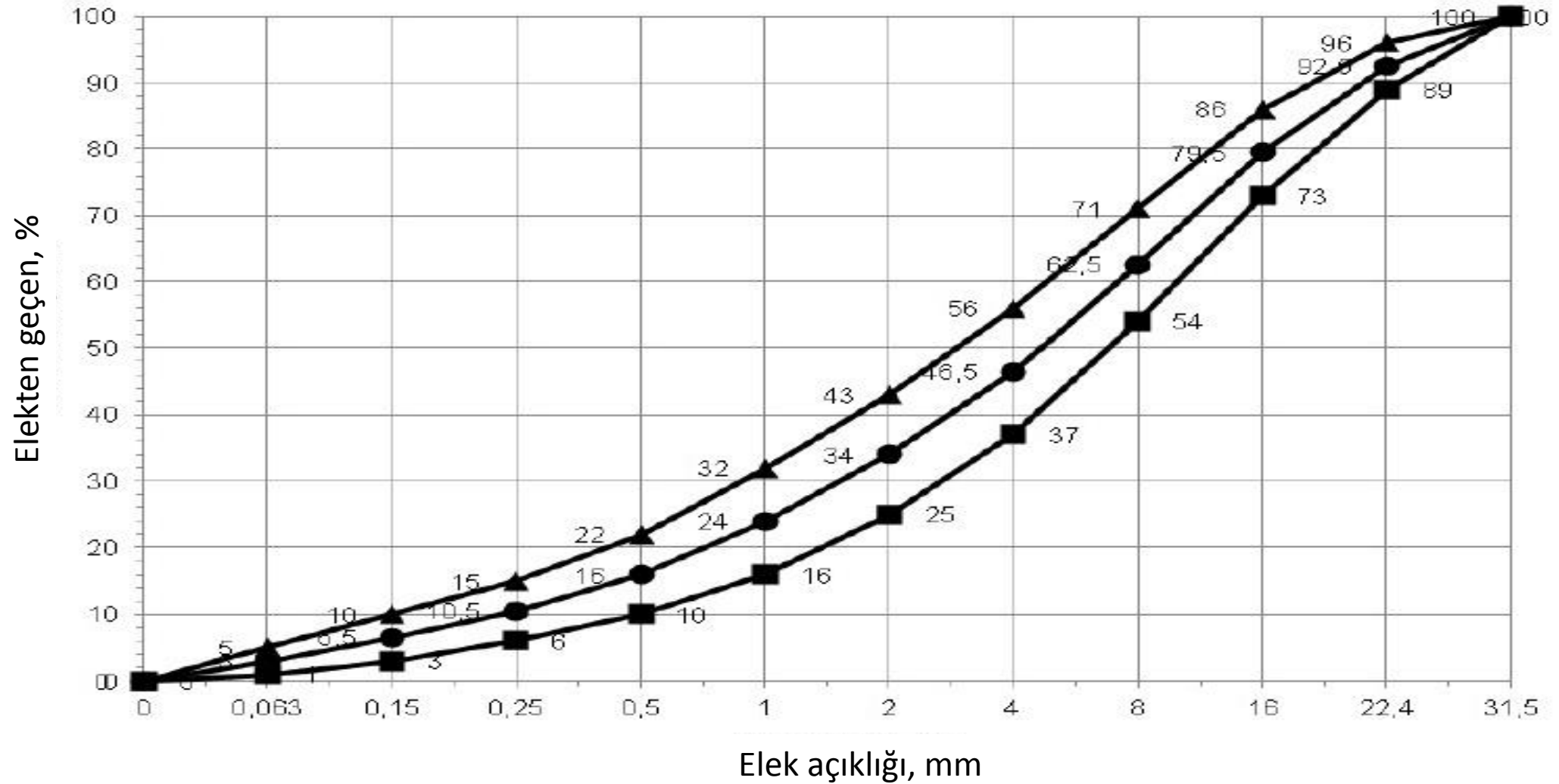
Şekil 1 (d). Tane Dağılımının Seçilmesi: $D_{maks} = 63 \text{ mm}$



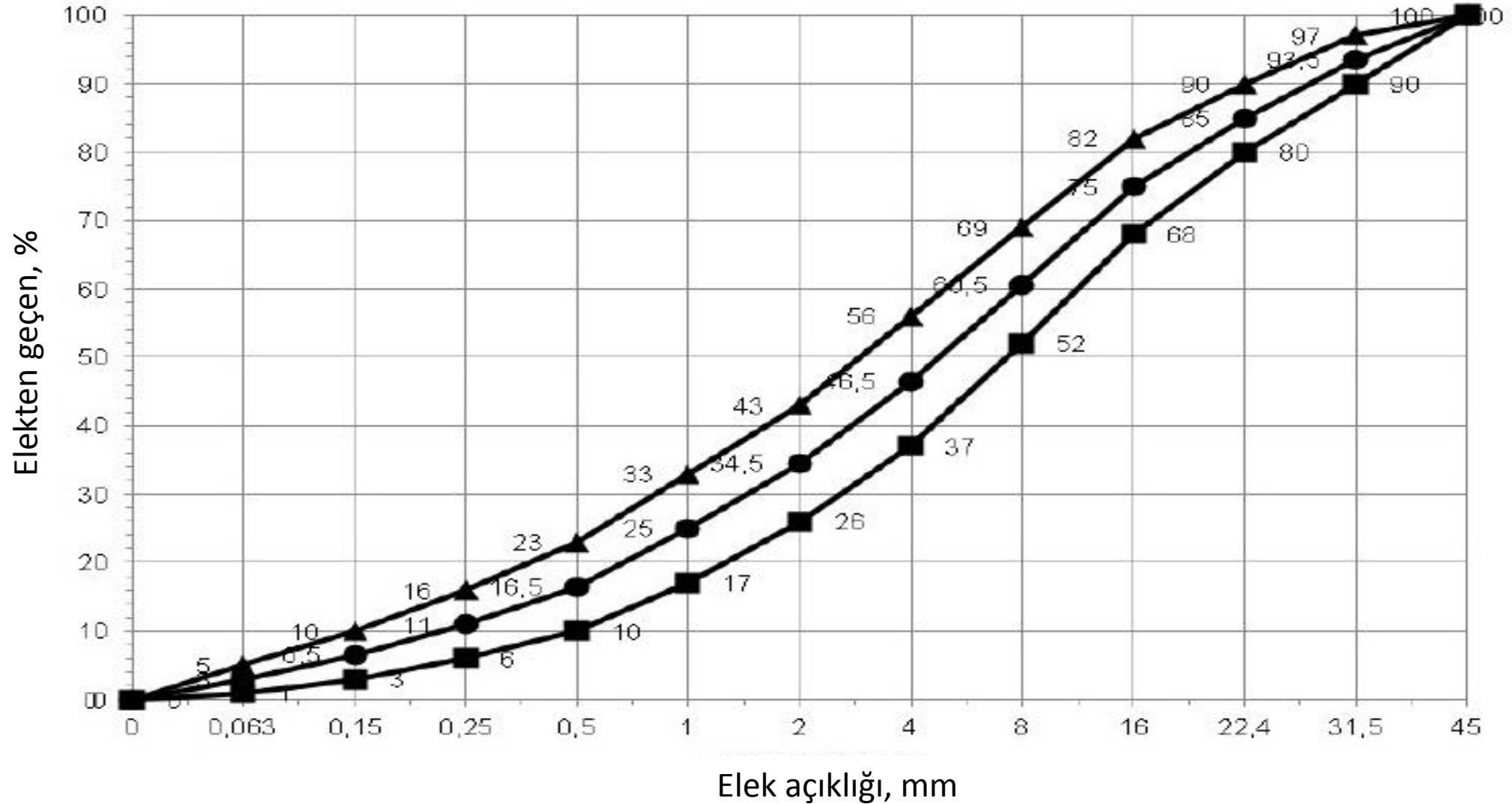
Şekil 2. Tane Dağılımının Seçilmesi: Pompa bet. ince agrega



Şekil 3 (a). Tane Dağılımının Seçilmesi: Pompa bet. Dmaks = 22,4 mm



Şekil 3 (b). Tane Dağılımının Seçilmesi: Pompa bet. Dmaks = 31,5 mm

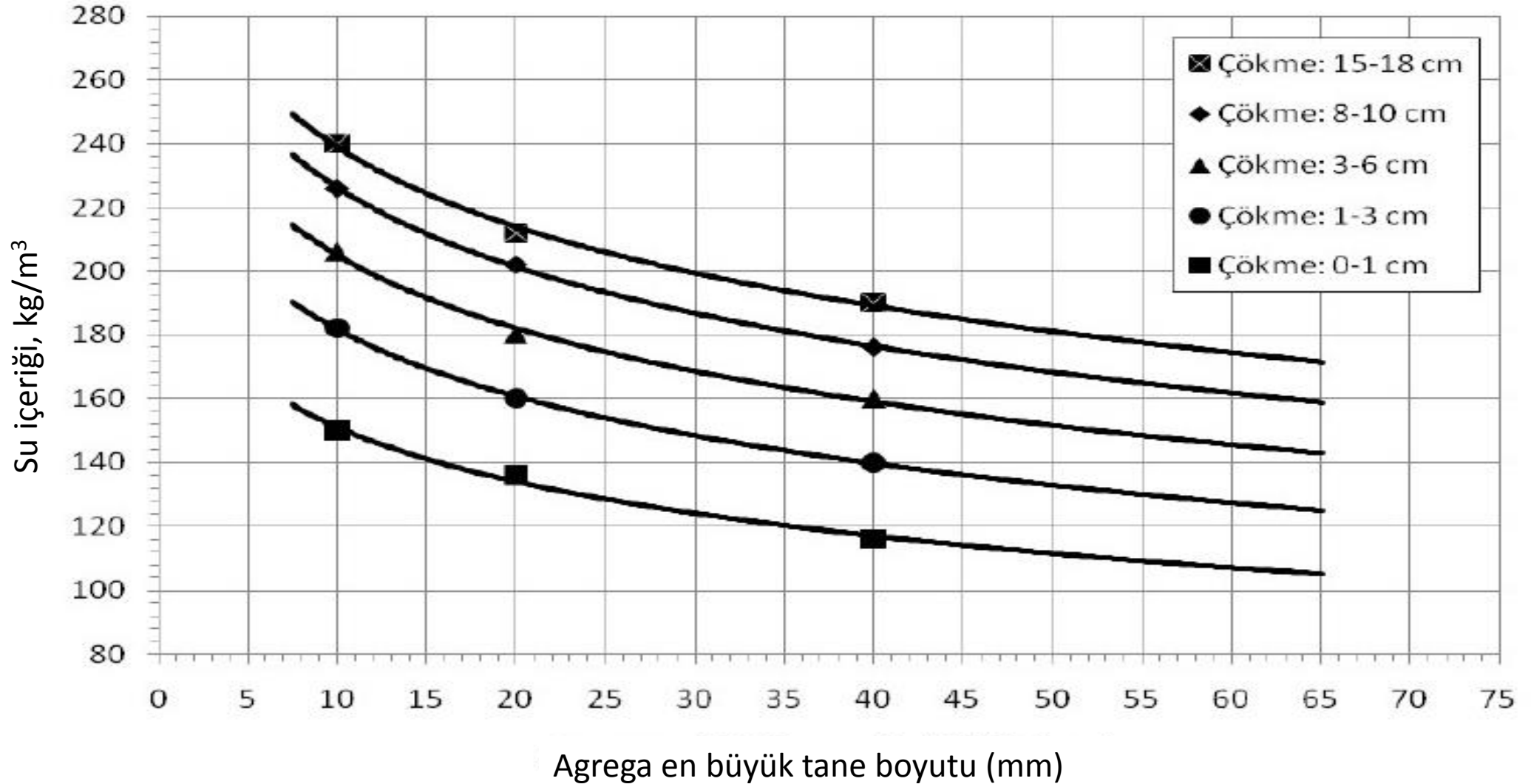


3. Karma suyu ağırlığının ve hava hacminin belirlenmesi

Belirli bir çökme değerine sahip beton üretmek için gerekli betonun birim hacmindeki su miktarı;

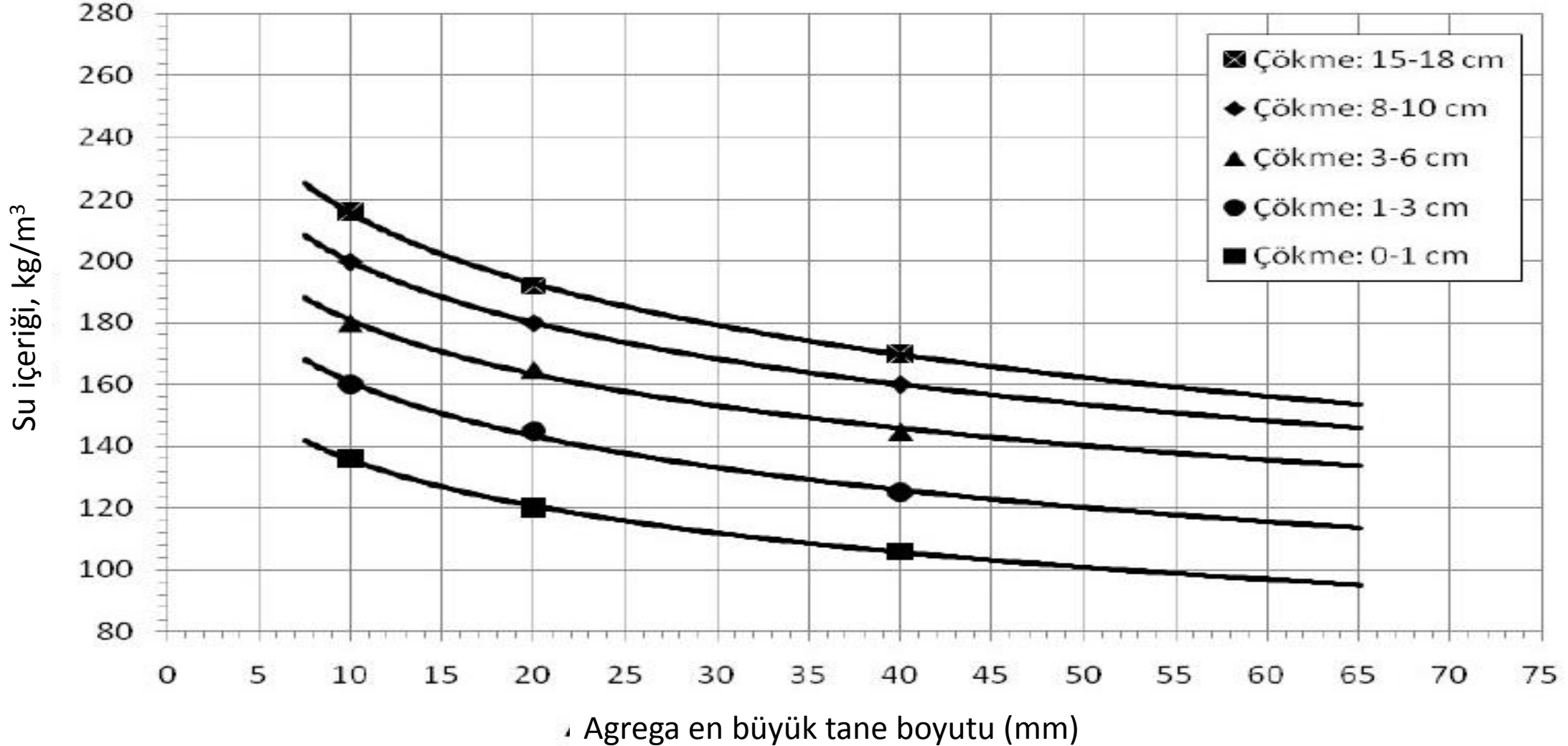
- çimento miktarına,
- mineral katkı miktarına,
- agreganın en büyük tane çapına,
- agrega tane şekline,
- agreganın su içeriğine,
- agrega gradasyonuna,
- beton sıcaklığına,
- sürüklenmiş hava miktarına (hava katkısı),
- kimyasal katkı kullanımına bağlıdır.

Şekil 4 (a). Karışım suyu miktarı, litre (TS802)



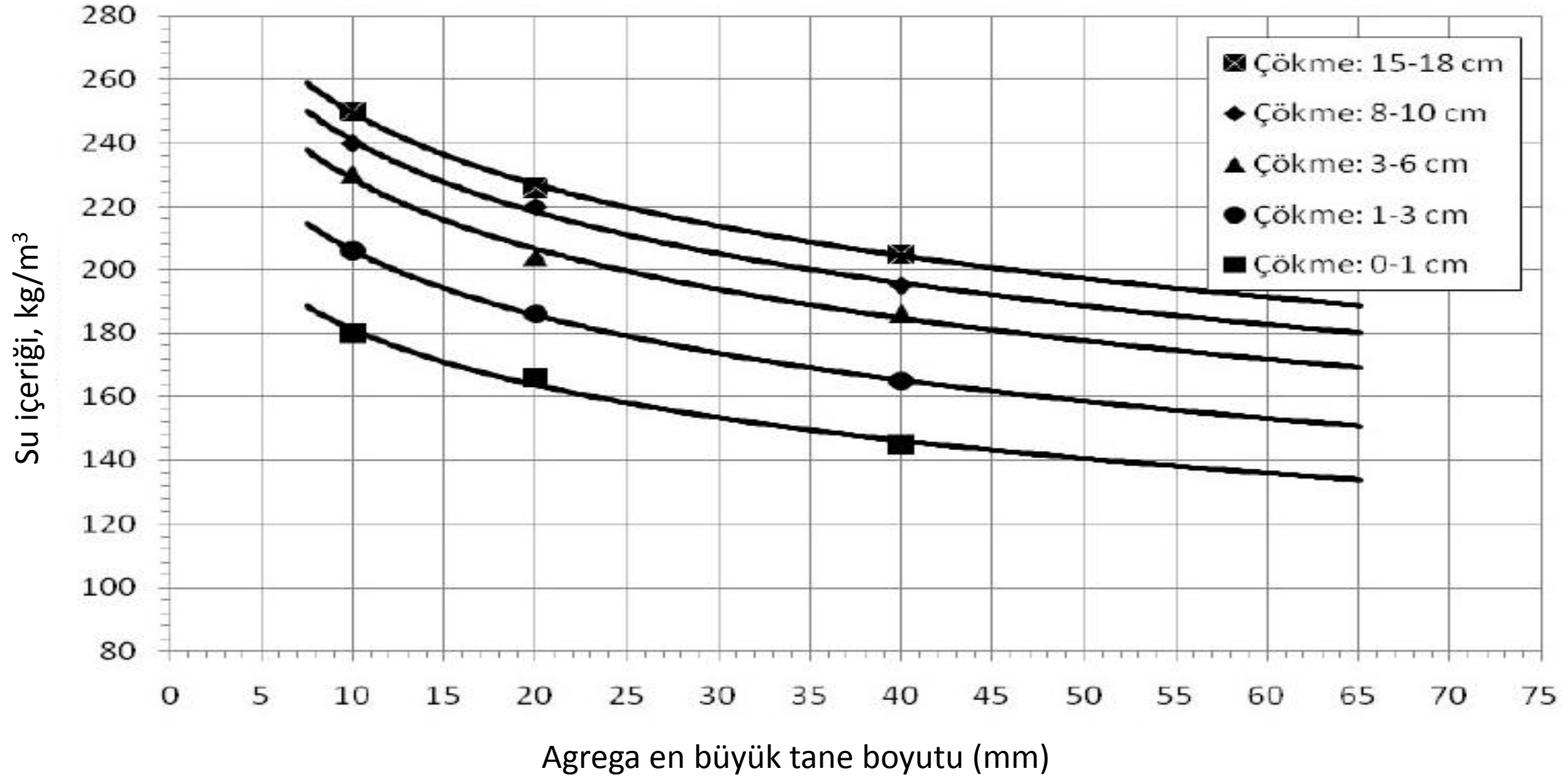
DOĞAL AGREGA İLE YAPILAN (KİMYASAL KATKISIZ) BETON ...

Şekil 4 (b). Karışım suyu miktarı, litre (TS802)



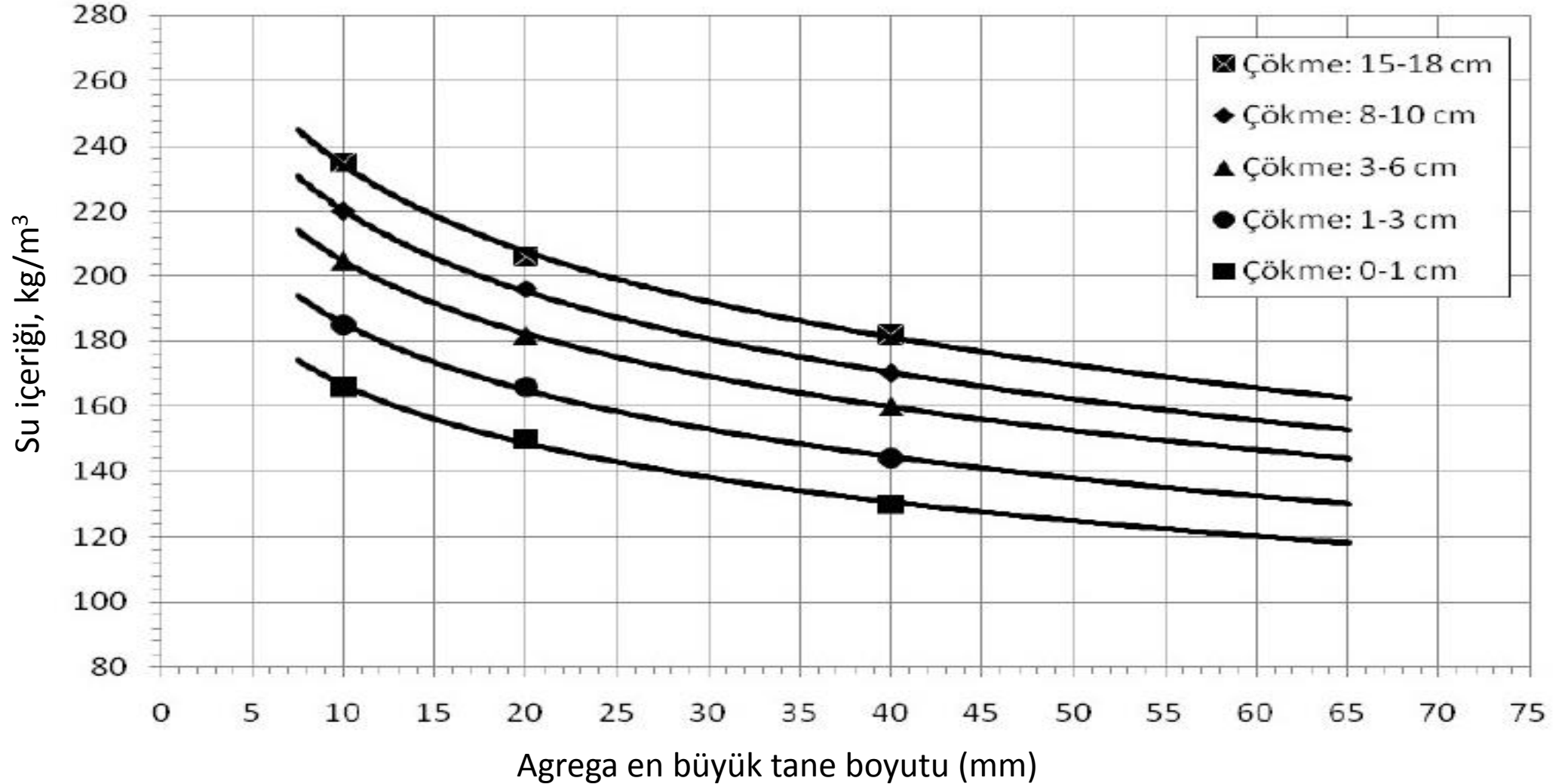
DOĞAL AGREGAYLA YAPILMIŞ (Akışkanlaştırıcı KATKISIZ) HAVA SÜRÜKLENMİŞ BETON ...

Şekil 4 (c). Karışım suyu miktarı, litre (TS802)

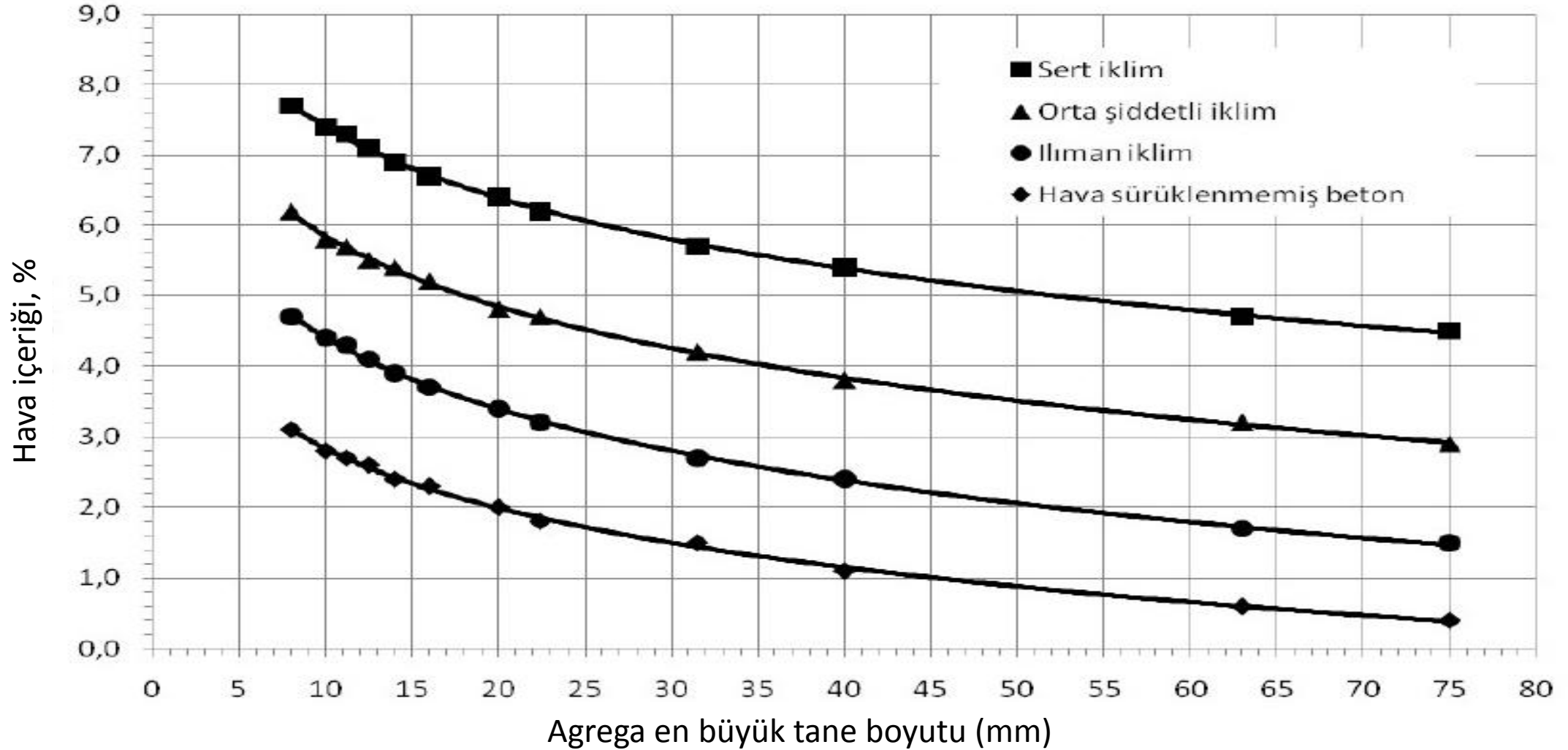


KIRMATAŞ AGREGAYLA YAPILMIŞ (KİMYASAL KATKISIZ) BETON ...

Şekil 4 (e). Karışım suyu miktarı, litre (TS802)



Şekil 5. Hava içeriği, %



3. Karışım suyu miktarı, litre (TS802)



Islatma suyunun hesaplanmasında yararlanılan bir diğer bağıntı incelik modülü-su formülüdür.

TS 706 elek takımına göre agreganın **incelik modülü "k"** hesaplanır.

Agrega yığınını ıslatmak için gerekli su miktarı (**S**) aşağıdaki formül ile bulunur:

$$\mathbf{S = \alpha(10 - k)}$$

3. Karışım suyu miktarı, litre (TS802)

$$S = \alpha (10 - k)$$

α katsayısının değerleri aşağıda görüldüğü şekilde alınır:

Tablo 3. Beton kıvamına bağlı α katsayısının değerleri

Beton kıvamı	Dere kumu ve çakıl (α)	Dere kumu ve mıcır (α)	Deniz kumu ve mıcır (α)
Kuru	28-30	33	37
Plastik	31-33	37	40
akıcı	36-40	43	47

Bu formül çimento dahil betonun toplam su gereksinimini verir.

4. Su/çimento veya su/bağlayıcı madde oranının belirlenmesi

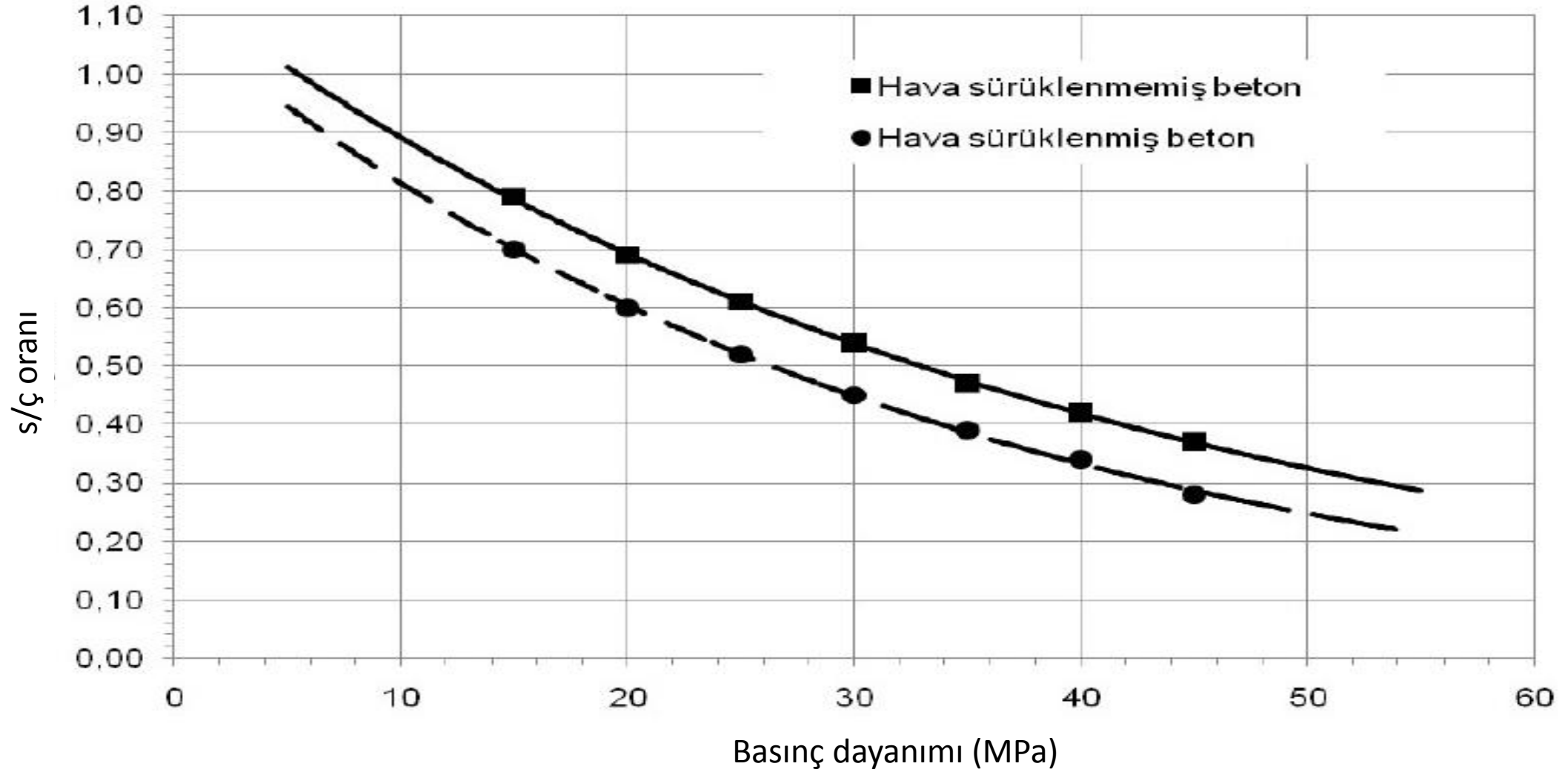
Beton tasarımında gerekli su/çimento ($s/\ç$) veya su/bağlayıcı malzeme ($s/(\ç+p)$) oranı yalnızca dayanım açısından değil aynı zamanda **durabilite (dayanıklılık)** gibi faktörler ile belirlenir.

Farklı agregalar, çimentolar ve bağlayıcı malzemeler aynı $s/\ç$ veya $s/(\ç+p)$ oranında farklı dayanım değerleri verse de kullanılacak malzemeler için dayanım ile $s/\ç$ veya $s/(\ç+p)$ arasında bir ilişkinin olması arzu edilir.

Böyle bir verinin eksikliği durumunda, normal portland çimentosu içeren betonlar için değerler Tablo'dan alınabilir.

Verilen dayanım değerleri, **28 gün standart laboratuvar şartlarında kür edilmiş** numuneler aittir.

Şekil 6. Su/çimento veya su/bağlayıcı oranının belirlenmesi, TS802



Tablo 4. Su/çimento veya su/bağlayıcı oranının belirlenmesi

	Korozyon veya zararlı etki tehlikesi yok	Karbonlaşma nedeniyle korozyon				Klorürün sebep olduğu korozyon						Donma/ çözünme etkisi				ZARARLI KİMYASAL ORTAMI (c)		
						Deniz suyu			Deniz suyu haricinde klorür									
	X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	CF4	XA1	XA2	XA3
En büyük s/ç oranı	-	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45	0,45	0,55	0,55	0,45	0,45	0,55	0,55	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45
En küçük dayanım sınıfı (a)	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45	C35/45	C30/37	C30/37	C35/45	C30/37	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45
En az çimento içeriği (kg/m ³)	-	260	280	280	300	300	320	340	300	300	320	300	300	320	340	300	320	360
En az hava içeriği (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,0 (b)	4,0 (b)	4,0 (b)	-	-	-
Diğer şartlar												Pr EN 12620:2000'e uygun donma/çözülme dayanıklılığına sahip agrega				Sülfatlara dayanıklı çimento		

(a) Beton sınıfları 15/30 cm standart silindir ve 15 cm küp örnek ile tanımlanmıştır.

(b) Hava sürüklenmemiş betonda, beton performansı ilgili etki sınıfı için donma/çözülme etkisine dayanıklılığı kanıtlanmış betonda kıyas için uygun deney metoduna göre belirlenmelidir.

(c) XA2 ve XA3 etki sınıfında baskın etkinin sülfattan kaynaklanması halinde sülfatlara dayanıklı çimento kullanılması zorunludur. Sülfata dayanıklılık bakımından çimentonun sınıflandırılması halinde orta ve yüksek dayanıklı olarak sınıflandırılan çimento XA2 etki sınıfında (uygulanabiliyorsa XA1 etki sınıfında) ve yüksek dayanıklı çimento ise XA3 etki sınıfında kullanılmalıdır.

Tablo 5. Amaç dayanımının belirlenmesi

Beton sınıfı	Karakteristik basınç dayanımı, f_{ck} (MPa)		Hedef basınç dayanımı, f_{ca} (MPa)		
	Karakteristik silindir 150/300 basınç dayanımı	Eşdeğer küp 150 mm basınç dayanımı	Standart sapma biliniyorsa	Standart sapma bilinmiyorsa	
				Silindir 150/300 mm	Küp 150 mm
C14/16	14	16	$f_{ca} = f_{ck} + 1,28 \sigma$	18	20
C16/20	16	20		20	24
C18/22	18	22		22	26
C20/25	20	25		26	31
C25/30	25	30		31	36
C30/37	30	37		36	43
C35/45	35	45		43	53
C40/50	40	50		48	58
C45/55	45	55		53	63
C50/60	50	60		58	68
C55/67	55	67		63	75
C60/75	60	75		68	83
C70/85	70	85		78	93
C80/95	80	95		88	103
C90/105	90	105		98	113
C100/115	100	115	108	123	

5. Çimento ağırlığının hesaplanması

Karışımındaki gerekli çimento miktarı, 3. aşamada öngörülen su miktarının 4. aşamada bulunan su/çimento oranına bölünmesi ile elde edilir.

Ancak, şartnameler veya standartlar dayanım veya durabilite gereksinimlerinin yanı sıra başka bir minimum çimento dozajı limiti belirtiyorsa, karışım daha fazla çimento kullanılması gereken kritere göre hazırlanmalıdır.

Çimento miktarının hesaplanmasında beton basınç dayanımı bağıntılarından da yararlanılabilir.

6. Dayanıklılık şartlarının kontrolu

Proje müellifi neleri kontrol etmeli? (TS EN 206-1 standardına göre);

- Beton sınıfını,
- S/Ç oranını,
- Çimento dozajını.

Şantiye mühendisi neleri kontrol etmeli?

- İşlenebilirlik,
- S/Ç oranı,
- Çimento miktarı,
- Hava içeriği,
- Çimento türü vb. bilgi ve ölçümlerini.

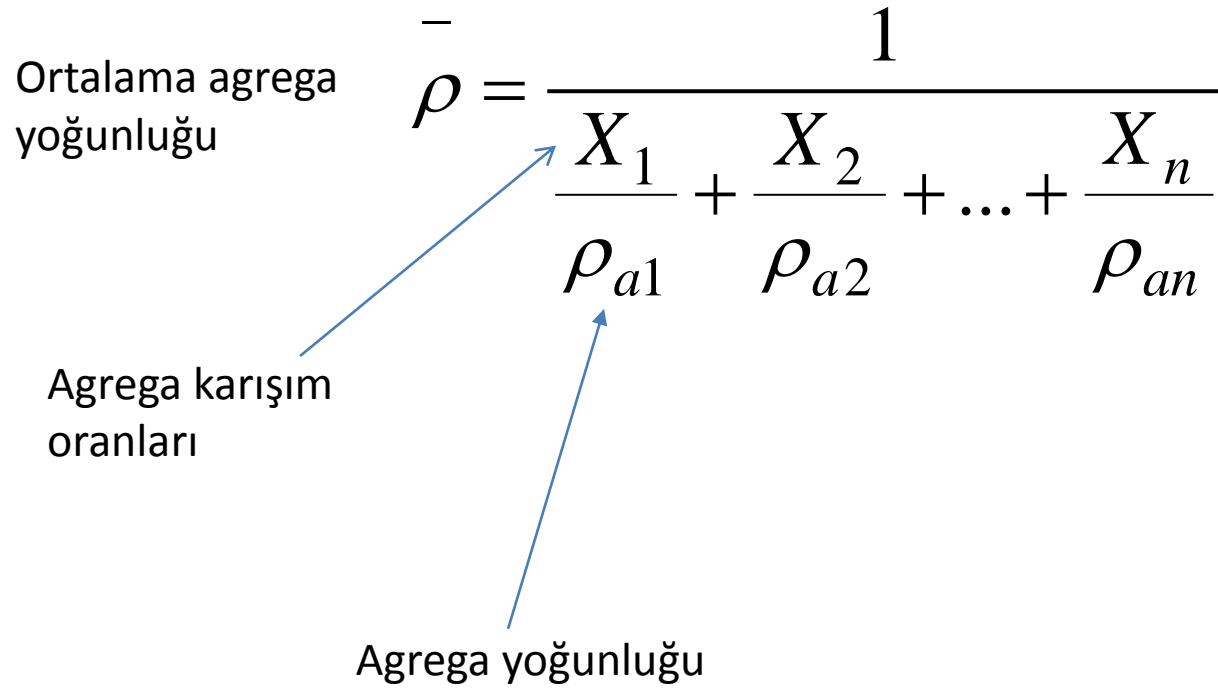
7. Agrega miktarının hesaplanması

Ortalama agrega yoğunluğu

$$\bar{\rho} = \frac{1}{\frac{X_1}{\rho_{a1}} + \frac{X_2}{\rho_{a2}} + \dots + \frac{X_n}{\rho_{an}}}$$

Agrega karışım oranları

Agrega yoğunluğu

The diagram shows the formula for average aggregate density. A blue arrow points from the text 'Ortalama agrega yoğunluğu' to the symbol $\bar{\rho}$. Another blue arrow points from 'Agrega karışım oranları' to the X_i terms in the denominator. A third blue arrow points from 'Agrega yoğunluğu' to the ρ_{ai} terms in the denominator.

$$\text{Toplam Agrega Miktarı} = M_a = V_a \bar{\rho}_a$$

(Yoğunluk = ağırlık/hacim)

8. Agregaların nem durumuna göre düzeltmeler

- Beton agregalarının su ile olan ilişkilerinde ideal hal (KYD) kuru yüzey doygun konumunda olmalarıdır.
- Beton karışım hesapları bu durum dikkate alınarak yapılmalıdır.
- Fakat, şantiyede veya santraldeki agregalar genelde KYD halden daha kuru veya daha ıslaktırlar.
- Bu fark göz önüne alınarak gerekli düzeltmeler yapılmalıdır.

9. Deneme beton karışımları ve düzeltmeler

- Hesaplanan beton karışım oranları deneme harmanları oluşturarak kontrol edilmelidir.
- Hesaplar sonucu elde edilen reçeteye göre üretilen taze betonun *çökme (veya başka deney), birim ağırlık, verim ve hava içeriği* değerleri ölçülmelidir.

ÖRNEK KARIŞIM HESABI

ÖRNEK 1: proje verileri

- Betonarme yapının kolon ve kirişleri için beton üretilecek.
- Proje donma-çözünme riski olmayan bir bölgede yapılacaktır.
- Hava sürükleyici kullanılmayacak.
- Beton sınıfı: C30/37 (30: silindir, 37: küp) *silindir 150x300 mm, küp 150 mm*
- Taşıyıcı eleman en dar boyutu: 30 cm
- Paspayı: 3,5 cm
- Donatılar arası en küçük aralık: 4,5 cm
- Zararlı çevresel etki: Yok.
- Kabul edilecek çevresel etki (TSEN206): XC2 (karbonlaşma nedeni ile korozyon)
- İki tip kırmataş ve doğal kum kullanılacak.
- Çimento tipi: CEM I - 42,5
- Akışkanlaştırıcı: %1 (Akışkanlaştırıcı %1 kullanıldığında %16 su azaltılabilir)

Veriler: Çimento ve agregaların fiziksel özellikleri

Özellik	I. kırmataş	II. kırmataş	Kum
Yoğunluk (g/cm ³) (KYD)	2,641	2,641	2,743
Su emme %	0,8	0,8	1,2
Döküm günündeki stok nemi (%)	0,3	0,5	3,8
Agrega en büyük tane çapı 32 mm'dir.			
Çimento yoğunluğu 3,15 kg/dm ³			

Veriler: agrega elek analizleri

Yapılan ön çalışmalar sonucu I. Kırmataştan %35, II. Kırmataştan %25 ve kumdan %40 kullanılmasıyla uygun granülometri elde edilmiştir.

Elek açıklığı (mm)	Elekten geçen malzeme (%)		
	Kum (%40)	I. Kırmataş (%35)	II. Kırmataş (%25)
45	100	100	100
40	100	100	100
32	100	100	100
22,4	100	100	40
16	100	85	5
11,2	100	50	2
8	100	25	1
4	90	5	0
2	75	0	0
1	55	0	0
0,5	40	0	0
0,25	25	0	0
0,15	10	0	0
0,063	4	0	0
Elek altı	0	0	0

ORANLAR DENEME YOLU İLE
BULUNMUŞTUR...MS excel ile
yapılabilir.

ÇÖZÜM: ÇÖKME DEĞERİ SEÇİLMESİ

YAPI ELEMANLARI	ÇÖKME DEĞERİ	
	MAKS	MİN
B/A TEMEL DUVARLARI VE AYAKLAR	8	3
DONATISIZ BETON TEMELLER, KESONLAR VE ALTYAPI DUVARLARI	8	3
KİRİŞ, KOLON, B/A PERDELER, TÜNEL YAN VE KENAR BETONLARI	10	5
DÖŞEME BETONLARI	8	3
TÜNEL TABAN KAPLAMA BETONLARI	5	2
BARAJ KÜTLE BETONU	5	2

Soruda verilen nedir?Betonarme yapının kolon ve kirişleri için beton üretilecek

ÇÖZÜM: Dmaks kontrolu

- Verilere göre kullanılacak agreganın en büyük tane boyutu 32 mm'dir.

Bu değer;

- Tablodaki en dar boyutu 30 cm olan donatılı betonarme elemanlar için verilen 63 mm değerinden ([slayt 11](#)),
- İlgili betonarme elemanların 35 mm kalınlığındaki paspayı tabakasından,
- Projedeki donatılar arası en küçük temiz açıklığın $\frac{3}{4}$ 'ünden ($45 \times \frac{3}{4} = 33,75$ mm) küçük olduğundan

kullanımı uygundur.

ÇÖZÜM: Granülometri

Karışım granülometrisi:

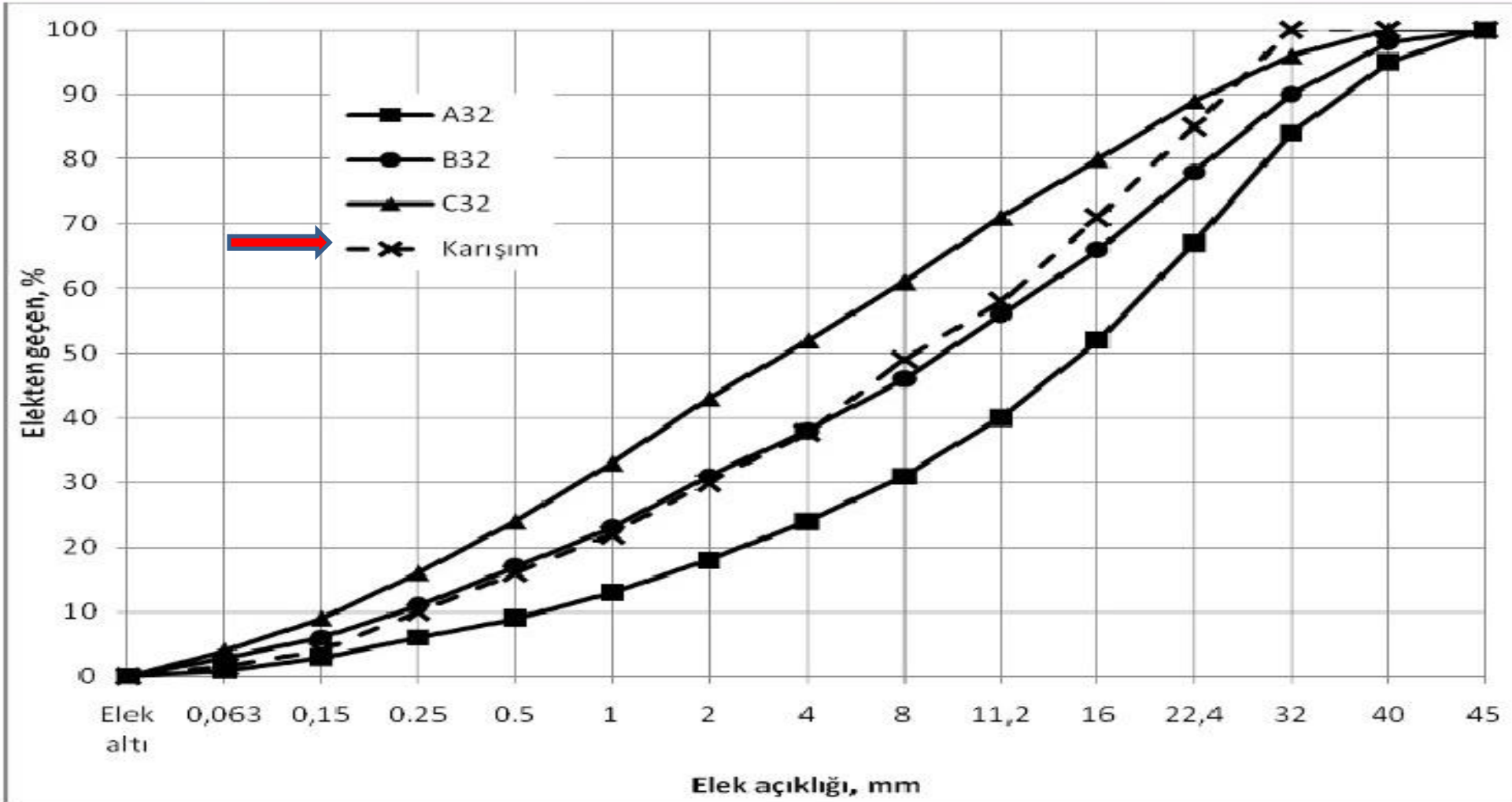
- I. Kırmataştan %25,
- II. Kırmataştan %35,
- kumdan %40.

(Dmaks 32 mm için;

Bak [slayt 14](#))

Elek no (mm)	Karışım, Elekten geçen (%) %25 I + %35 II + %40 kum	İSTENEN SINIR DEĞERLERİ		
		A32	B32	C32
45	100	100	100	100
40	100	95	98	100
32	100	84	90	96
22,4	85	67	78	89
16	71	52	66	80
11,2	58	40	56	71
8	49	31	46	61
4	38	24	38	52
2	30	18	31	43
1	22	13	23	33
0,5	16	9	17	24
0,25	10	6	11	16
0,15	4	3	6	9
0,063	2	1	3	4
Elek altı	0	0	0	0

ÇÖZÜM: granülometri



ÇÖZÜM: C30/37 için Amaç dayanımı

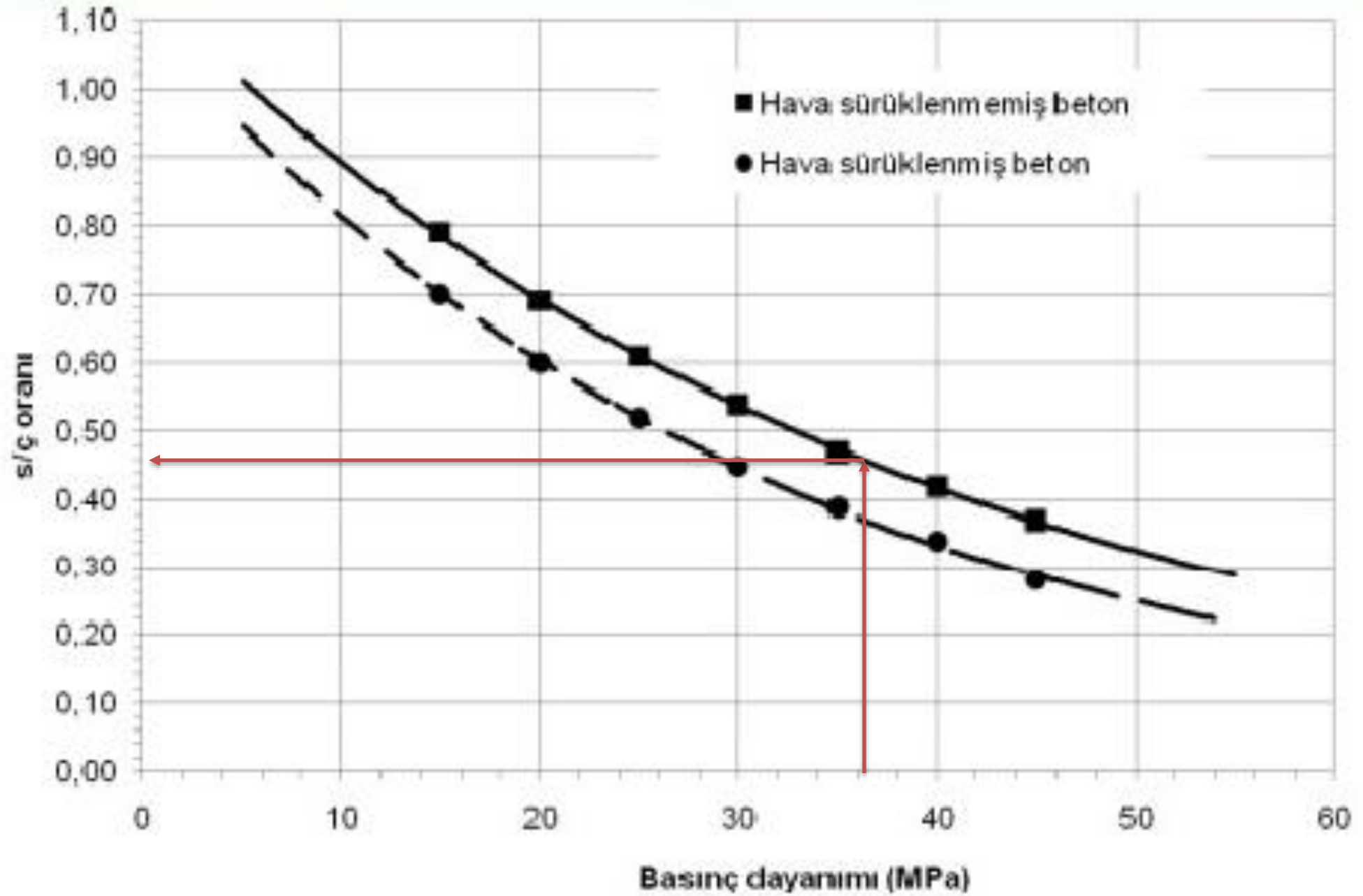
- Daha önce bu konuda deneylerle bulunan bir standart sapma değeri olmadığından Tabloya göre; $f_{cm}=36$ MPa olarak belirlenir (bak sonraki slayt).

ÇÖZÜM: Amaç dayanımı

Beton sınıfı	Karakteristik basınç dayanımı, fck (MPa)		Hedef basınç dayanımı, fca (MPa)		
	Karakteristik silindir 150/300 basınç dayanımı	Eşdeğer küp 150 mm basınç dayanımı	Standart sapma biliniyorsa	Standart sapma bilinmiyorsa	
				Silindir 150/300 mm	Küp 150 mm
C14/16	14	16	$fca = fck + 1,28 \sigma$	18	20
C16/20	16	20		20	24
C18/22	18	22		22	26
C20/25	20	25		26	31
C25/30	25	30		31	36
C30/37	30	37		36	43
C35/45	35	45		43	53
C40/50	40	50		48	58
C45/55	45	55		53	63
C50/60	50	60		58	68
C55/67	55	67		63	75
C60/75	60	75		68	83
C70/85	70	85		78	93
C80/95	80	95		88	103
C90/105	90	105		98	113
C100/115	100	115		108	123

ÇÖZÜM: S/Ç oranı belirleme

- 36 MPa amaç dayanıma karşı gelen S/Ç oranı 0,46 olarak bulunur (bak s46).
- **XC2** çevresel etki sınıfı için izin verilen en büyük S/Ç oranı 0,60 olmaktadır (bak s47).
- Sonuç olarak karışım S/Ç oranı küçük olan değer, yani 0,46 olarak alınacaktır (bak slayt 46).

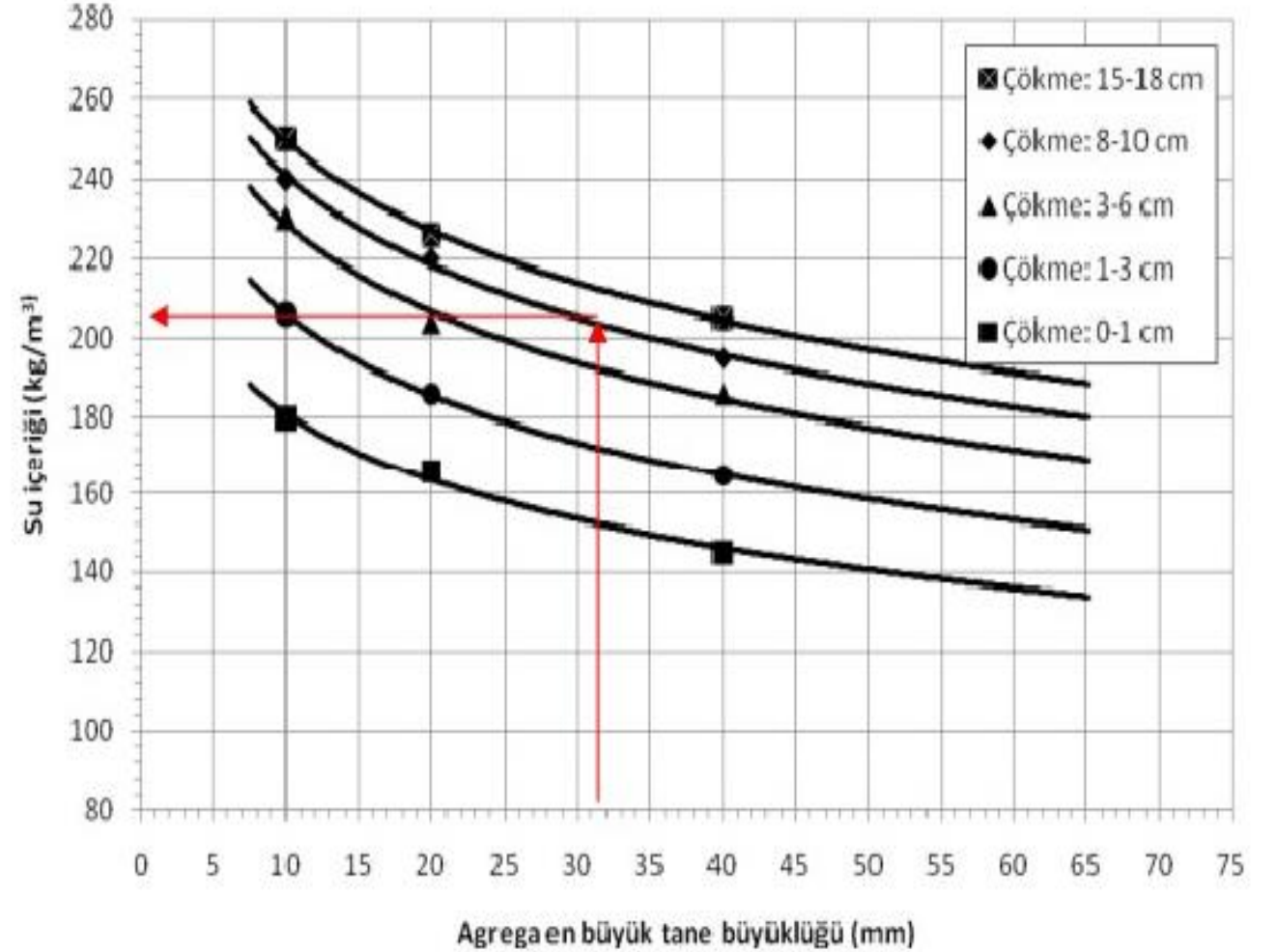


	Karbonlaşma nedeniyle korozyon			
	XC1	XC2	XC3	XC4
EN BÜYÜK S/Ç ORANI	0,65	0,60	0,55	0,50
EN KÜÇÜK DAYANIM SINIFI	C20/25	C25/30	C30/37	C30/37
EN AZ ÇİMENTO İÇERİĞİ (kg/m ³)	260	280	280	300
En az hava içeriği (%)	-	-	-	-

ÇÖZÜM: su miktarının belirlenmesi

• KIRMATAŞ AGREGAYLA
KİMYASAL KATKISIZ BETON İÇİN....bak Şekil 4(c)

• Hava katkısız normal beton için 10 cm çökme değeri ve 32 mm maksimum agrega tane boyutuna göre karışım suyu 204 kg/m^3 olur

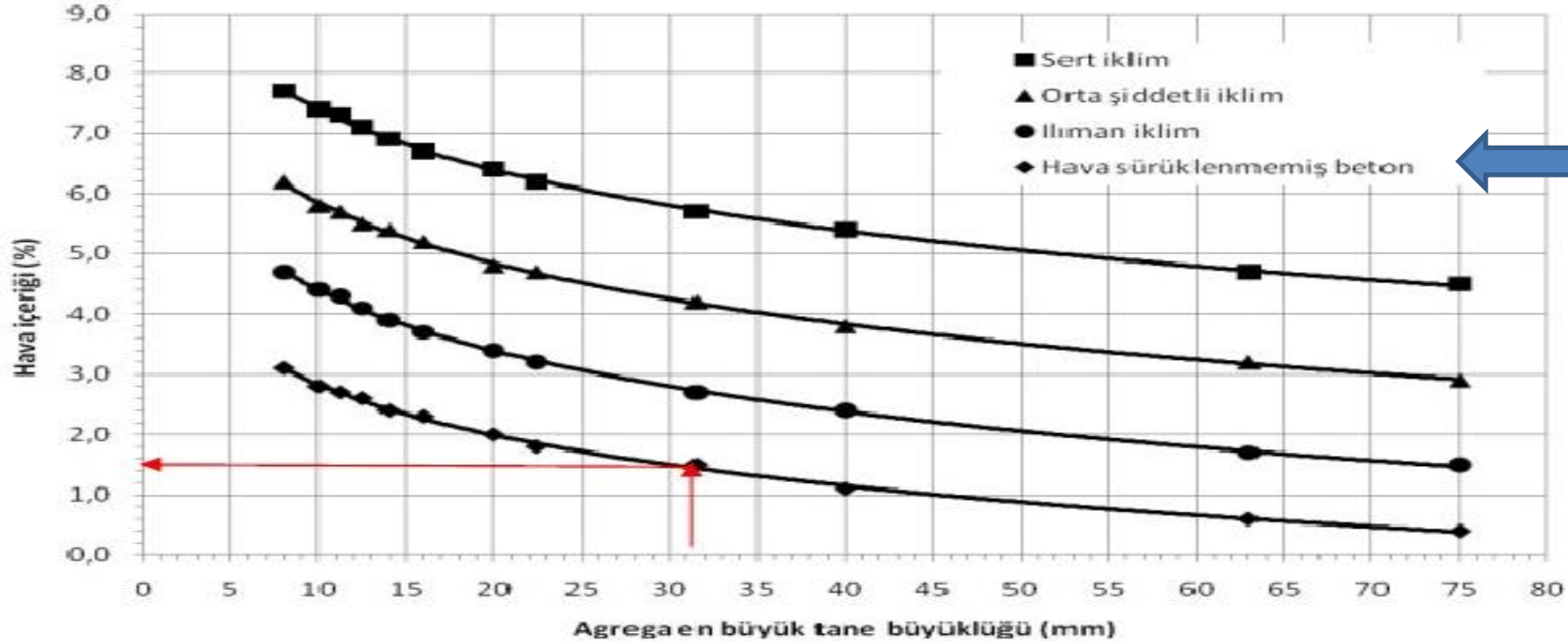


ÇÖZÜM: Su miktarının belirlenmesi

- Superakışkanlaştırıcı kimyasal katkı çimento ağırlığının %1'i kadar kullanılması halinde karışım suyunu %16 oranında azaltabileceğine göre su miktarı: $(1-0,16=0,84)$
- Su miktarı $(S) = 204 \times 0,84 = 171,36$ lt (yaklaşık 172 lt) olur.

ÇÖZÜM: Hava miktarının belirlenmesi

- Agrega en büyük tane büyüklüğüne ve iklim şartlarına bağlı olarak karışım hesaplarında kullanılacak uygun hava içerikleri grafiğinden (Şekil 5) tavsiye edilen hapsolmuş hava miktarı %1.5 olarak okunur.
- Bu değer 1 m³ beton için (1,5/100) 0,015 m³ olur.



ÇÖZÜM: çimento miktarı belirlenmesi

- Kullanılacak çimento ağırlığı S/Ç oranının bilinen değerine göre hesaplanabilir:
- $\text{Ç} = S / (S/\text{Ç}) = 171 / 0.46 = 372 \text{ kg/m}^3$
- Normal betonarme yapılarda çimento dozajı en az 300 kg/m³ alınır.
- $C = 372 \text{ kg} > 300 \text{ kg}$
- Diğer yandan, betonarme elemanlar XC2 çevresel etki sınıfına maruz kalacağından etki sınıflarına göre **Tablo 4**'de izin verilen en küçük çimento dozajı 280 kg/m³ olmaktadır.
- $C = 372 \text{ kg} > 280 \text{ kg}$

	Karbonlaşma nedeniyle korozyon			
	XC1	XC2	XC3	XC4
EN BÜYÜK S/Ç ORANI	0,65	0,60	0,55	0,50
EN KÜÇÜK DAYANIM SINIFI	C20/25	C25/30	C30/37	C30/37
EN AZ ÇİMENTO İÇERİĞİ (kg/m ³)	260	280	280	300
En az hava içeriği (%)	-	-	-	-

ÇÖZÜM: Çimento miktarının belirlenmesi

- NOT: Su azaltıcı kimyasal katkı kullanılmazaydı, aynı S/Ç oranı ve çökme değeri için gerekli çimento miktarı:
- $\text{Ç} = \text{S} / (\text{S} / \text{Ç}) = 204 / 0.46 = 444 \text{ kg/m}^3$ olacaktı.
- Katkı kullanımı ile 70 kg/m^3 çimento tasarrufu yapılmıştır ($171,36 / 0,46 = \underline{372,5} \text{ kg/m}^3$): Böylece yapılan tasarruf: $444 - 372,5 = 71,5 \text{ kg/m}^3$

ÇÖZÜM: Akışkanlaştırıcı miktarının belirlenmesi

- **Akışkanlaştırıcı katkı dozajı çimento ağırlığının %1'i olarak verilmişti. Buna göre akışkanlaştırıcı miktarı;
 $372 \times 0.01 = 3.72 \text{ kg/m}^3$ olmaktadır.**

ÇÖZÜM: Agregalar miktarlarının belirlenmesi

- $1 \text{ m}^3 \text{ beton} = 1000 \text{ dm}^3 \text{ beton} = (\text{çimento hacmi}) + (\text{su hacmi}) + (\text{hava hacmi}) + (\text{agrega hacmi})$

Kullanılacak kimyasal katkıların hacmi ihmal edilebilir mertebededir.

Buna göre agrega dışındaki malzemelerin hacimleri;

- Çimento hacmi = $372 / 3.15 = 118.1 \text{ dm}^3$
- Su hacmi = $171 / 1 = 171 \text{ dm}^3$
- Hava hacmi = $1000 \times 0.015 = 15 \text{ dm}^3$
- Agregalar dışı hacimler toplamı = $118.1 + 171 + 15 = 304.1 \text{ dm}^3$
- Agregalar hacmi = $1000 - 304.1 = 695.9 \text{ dm}^3$ (=0,6959 m³)
- Agregaların ortalama özgül ağırlığı = 2.688 kg/m^3 (formül ile hesaplanır: [slayt No. 33](#))
- Agregaların ortalama ağırlığı = $0,6959 \times 2688 = 1870 \text{ kg/m}^3$
- Önceden verilen oranlar kullanılarak: K.Taş 1=%35, K.Taş 2=%25, Kum=%40

Böylece:

- K.Taş 1 = $0,35 \times 1870 = 654 \text{ kg}$; K.Taş 2 = $0,25 \times 1870 = 467 \text{ kg}$; Kum = $0,40 \times 1870 = 748 \text{ kg}$

ÇÖZÜM: KYD Tasarım

1 m³ betonun KYD olarak teorik bileşimi:

- Çimento: 372 kg
- Su: 171 kg
- I. Kirmataş: 467 kg
- II.kirmataş: 654 kg
- Kum: 748 kg



Toplam 2412 kg/m³

ÇÖZÜM: Nem düzeltmesi

özellik	I. kırmataş	II. kırmataş	Kum
Yoğunluk (g/cm ³) (kuru)	3,620	2,640	2,710
Yoğunluk (g/cm ³) (KYD)	2,641	2,641	2,743
Su emme %	0,8	0,8	1,2
Döküm günündeki stok nemi (%)	0,3	0,5	3,8
Birim hacim ağırlığı (kg/m ³)	1350	1400	1630

Stoktaki agregadan I. ve II. Kırmataşlar YKSD halden daha kuru, kum ise YKSD halden daha nemli durumdadır.

NOT: stok nemi = su emme + serbest su; serbest su «+» ise fazla nem vardır; serbest su «-» ise su ihtiyacı vardır.

Karışım suyu I. ve II. Kırmataşlar için bir miktar arttırılmalı, kum için ise bir miktar azaltılmalıdır.

I. Kırmataş: $467 \times (0,008 - 0,003) = 2,335$ kg (YKSD hal için gerekli su)

II. II. Kırmataş: $654 \times (0,008 - 0,005) = 1,962$ kg (YKSD hal için gerekli su)

Kum: $748 \times (0,012 - 0,038) = -19,448$ kg (YKSD halden fazla su)

ÇÖZÜM: Nem düzeltmesi

Düzeltilmelerden sonra karışım reçetemiz aşağıdaki hale gelmektedir.

Çimento: 372 kg

Su: $171 + 2,335 + 1,962 - 19,448 = 156$ kg

I. Kırmataş: $467 - 2,335 = 465$ kg (stok)

II. Kırmataş: $654 - 1,962 = 652$ kg (stok)

Kum: $748 + 19,448 = 767$ kg (stok)

Toplam: 2412 kg/m³

ÇÖZÜM: Sonuç durum

- YKSD ve stok özelliklerine göre beton karışım oranlarının değişimi

Malzemeler	Kuru yüzey doygun durumdaki karışım (kg)	Stoktaki agreganın günlük nem durumuna göre düzeltilmiş karışım (kg)
Çimento	372	372
Su	171	156
I. Kırmataş	467	465
II. Kırmataş	654	652
Kum	748	767
Toplam (kg/m ³)	2412	2409

ÇÖZÜM: Sonuç durum

- Son aşamada örnek betonlar dökülüp aşağıdaki kontroller yapılır :
 1. Taze betonun işlenebilme özelliği araştırılır. Taze betonda birim ağırlık tayini ve çökme (veya diğer işlenebilirlik deneyleri) testleri yapıp, gerekli su miktarı ve hava boşluğu yüzdesi kontrol edilir.
 2. Sertleşmiş betonun 7. ve 28. günlerdeki (veya erken ve ileri yaşlardaki) dayanımları araştırılır. Bulunan sonuçlara göre, gereğinde karışım yeniden ayarlanır.
 - Olumsuz sonuçlara göre gerekli düzeltmeler yapılır.



ÖRNEK 2:

Veriler:

- Betonarme bir yapıda C25/30 sınıfı beton kullanılacaktır. Üretim yeni başlamış olup, henüz standart sapma mevcut değildir.
- Amaç dayanım hesabı için (1.28xstandart sapma) **D=6 MPa** alınacaktır.
- Çevresel etki sınıfları ile ilgili bir değerlendirme yapılmayacaktır.
- Betonun hava içeriği %1.5 alınacaktır.
- Çimento tipi CEM I 42,5'tir (Özgül ağırlık: 3,1).
- Karışımda kullanılacak agregaların fiziksel özellikleri ve elek analizleri bir sonraki sayfada Tablolarda verilmiştir. Elek analizleri ile yapılan ön çalışmalar sonucu I. Mıdır %35, II. Mıdır %25, kum %40 oranında karıştırılması ile en uygun tane boyut dağılımı elde edilmiştir.
- Su miktarının hesabında, agrega karışımının incelik modülüne bağlı olan **S=a(10-k)** bağıntısı kullanılacaktır.
- Taze beton **plastik kıvamda** olacaktır.
- Çimento miktarının saptanması için Graf formülünden yararlanılması istenmektedir. Formüldeki *f_c* amaç dayanım, *f_{cc}* ise çimento sınıf dayanımıdır. $K_G=4$ alınacaktır

$$f_c = \frac{f_{cc}}{K_G} \left(\frac{C}{S} \right)^2$$

ÖRNEK 2:

Veriler:

- Beton aşağıda özellikleri yazılı iki farklı boyutlu kırmataş (**Kırmataş I ve II**) ve **ince agreg**a kullanılacaktır. Malzemelerin aşağıda verilmeyen diğer tüm özellikleri (organik madde içeriği gibi) beton üretimi için uygundur.
- Agrega en büyük tane çapı için yapı elemanlarının boyutları ve donatı açıklığı ile ilgili kontroller yapılmış olup, $D_{maks}=32$ mm alınacaktır.

Elek açıklığı	Elekten geçen malzeme (%)		
	I. K.taş	II.K. taş	Kum
32	100	100	100
16	10	85	100
8	4	20	90
4	0	5	81
2	0	0	56
1	0	0	32
0,5	0	0	24
0,25	0	0	12

özellik	I. K.taş	II.K. taş	Kum
KYD Yoğunluk (g/cm ³)	2,64	2,64	2,74
Su emme (%)	0,8	0,8	1,2

ÖRNEK 2:

Veriler:

- Yukarıda sıralanan veriler yardımı ile 1 m³ beton üretimi için gerekli malzeme miktarlarını agregaların yüzey kuru suya doygun konumda olduğu durum için hesaplayınız.
- (Not: Sahadaki agregada durumu için herhangi bir nem düzeltmesi istenmemektedir).

ÇÖZÜM

1. Karma suyu hesabı -----uygun işlenebilirlik için agregada dağılımını da dikkate alan $S=\alpha (10-k)$
2. Çimento miktarı hesabı -----Amaç dayanım ve çimento tipini dikkate alan Graf formülü
3. Çimento hamuru hacmi hesabı ve gerekli agregada hacminin belirlenmesi.
4. Agregada ağırlıklarının belirlenmesi

ÖRNEK 2

Çözüm

- İlk aşamada agregaların karışımının granülometri değerleri hesaplanır ve elekte kalan toplam agrega miktarları kullanılarak karışımın incelik modülü (k) hesaplanır. Bu değer karma suyu hesabında kullanılacaktır.

Elek açıklığı (mm)	0,35 (I Kıрма taş) + 0,25(II. Kıрма taş) + 0,40 (Kum) Elekten geçen (%)	Toplam Elekte kalan (%)
32 (38 mm)	$100(0,35)+100(0,25)+100(0,40)=100$	$100-100= 0$
16 (20)	$0(0,35)+85(0,25)+100(0,40)=62,65$	$100-62,65= 37,35$
8 (10)	$4(0,35)+20(0,25)+92(0,40)=43,20$	56,80
4 (5)	$0+5(0,25)+81(0,40)=33,65$	66,35
2 (2,36)	$0+0+56(0,40)=22,40$	77,60
1 (1,18)	$0+0+32(0,40)=12,80$	87,20
0,50 (600 mic)	$0+0+24(0,40)=9,6$	90,40
0,25 (300)	$0+0+12(0,40)=4,8$	95,20
		Toplam=510,9
İncelik modülü	$k= 510,9/100=5,11$	

ÖRNEK 2:Çözüm

1. Karma su hesabı $S=\alpha(10-k)$

- $\alpha=37$ alınırsa,
- $S=\alpha(10-k)=37(10-5,11)=180,93$ lt
- Yaklaşık: **181 lt** alınabilir.

2. Çimento miktarı saptanması:

- Formüldeki **f_c** amaç dayanımı yerine **25+ D** alınması gerekir. **D=6** olarak verilmiştir. **$K_G=4$** alınacaktır. **f_{cc}** çimentonun standart dayanımı olup 42,5 MPa olarak alınmalıdır. Bu değerler formülde yerine konulunca **$C= 309 \text{ kg/m}^3$** bulunur.

- $(25+6=31) = [42,5/4] \times (C/181)^2$
- $C=309 \text{ kg/m}^3$

Beton kıvamı	Dere kumu ve çakıl	Dere kumu ve mıcır	Deniz kumu ve mıcır
Kuru	28-30	33	37
Plastik	31-33	37	40
akıcı	36-40	43	47

$$f_c = \frac{f_{cc}}{K_G} \left(\frac{C}{S} \right)^2$$

ÖRNEK 2: Çözüm

3. Çimento hamuru hacminin hesaplanması

- $1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ dm}^3 = (\text{çimento hacmi}) + (\text{su hacmi}) + (\text{hava hacmi}) + (\text{agrega hacmi})$
- Çimento hacmi= $(309/3,1) = 99,67 \text{ dm}^3$
- Su hacmi= $181/1 = 181 \text{ dm}^3$
- Hava hacmi= 15 dm^3
- Agregaların hacmi= $1000-(\text{çimento}+\text{su}+\text{hava hacimleri}) = 1000-296=704 \text{ dm}^3$
- Agregaların ağırlıklı ortalama KYD özgül ağırlığı:

$$\bar{\rho}_a = \frac{1}{\frac{X_1}{\rho_{a1}} + \frac{X_2}{\rho_{a2}} + \dots + \frac{X_n}{\rho_{an}}} = \frac{1}{\frac{0,35}{2,64} + \frac{0,25}{2,64} + \frac{0,40}{2,74}} = 2,68$$

özellik	I. K.taş	II.K. taş	Kum
KYD Yoğunluk (g/cm ³)	2,64	2,64	2,74
Su emme (%)	0,8	0,8	1,2

ÖRNEK 2:ÇÖZÜM

4. Agregaların KYD ağırlıkları

Agregaların toplam ağırlığı= $704 \times 2,68 = 1886$ kg

- I. Kırma Taş: $1886 \times 0,35 = 660$ kg
- II. Kırma Taş: $1886 \times 0,25 = 471$ kg
- Kum: $1886 \times 0,40 = 754$ kg

ÖRNEK 2: ÇÖZÜM

- **SONUÇ:** 1 m³ beton için gerekli mazeme miktarları (kg):

ÇİMENTO	309
SU	181
I. KIRMATAŞ (KYD)	660
II. KIRMATAŞ (KYD)	471
KUM (KYD)	754
TOPLAM	2375

- Bulunan teorik değerlerle beton dökülüp taze betonun çökme değeri, birim hacim ağırlığı ve basınç dayanımı kontrol edilerek gerekli düzeltmeler yapılır.



ÖRNEK 3

- Şiddetli derecede sülfat içeren bir zemin üzerinde (TS EN 206'ya göre XA3 sınıfı etki) betonarme istinat duvarı inşa edilecektir. İstinat duvarı ön projelendirme hesaplarında beton kalitesi için C25/30 sınıfı yeterli bulunmuştur. Bölgede don riski yoktur.
- Donatı durumu ve kalıp boyutları dikkate alındığında betonun çökme değerinin 15 cm ve $D_{maks}=32$ mm olması öngörülmüştür. Beton yapımında kullanılacak malzemelerin fiziksel özellikleri ve şantiye stok sahasındaki agregaların nem durumları deneylerle saptanmış ve bir sonraki slaytta tablo halinde verilmiştir.
- Malzemelerin diğer özelliklerinin beton üreticisi için uygun olduğu bilindiğine göre, 1m³ istenen kalitede beton üretebilmek için gereken malzeme miktarlarını şantiye stok sahasındaki agregaların nem durumları dikkate alarak hesaplayınız.

Beton sağlayıcısı hazır beton santralinin ürettiği beton dayanım sınıflarına göre standart sapma değerleri (silindir örnekler için) yandaki tabloda verilmiştir. ($f_{ca}=f_{ck}+1.28\sigma$)

Beton sınıfı	Standart sapma (MPa)
C20/25	2,3
C25/30	2,6
C30/37	3,2
C35/45	3,4
C40/50	3,6

ÖRNEK 3: veriler

- Çimento ağırlığının %1,2'si kullanıldığında %20 su azaltabilen bir süperakışkanlaştırıcı kullanılması düşünülmektedir.

malzeme	Yoğunluk Kuru (g/cm ³)	Yoğunluk KYD (g/cm ³)	Su emme (%)	Karışımdeki oranı (%)	Şantiyedeki nem durumu (%)
İRİ MICİR	2,65	2,67	0,85	37	1,5
İNCE MICİR	2,67	2,69	0,90	23	2
İRİ KUM	2,73	2,76	1,1	25	3
İNCE KUM	2,69	2,73	1,4	15	5
EN BÜYÜK TANE BOYUTU 32 MM OLAN İDEALE YAKIN GRANÜLOMETRİDEKİ KARIŞIM ORANLARI					
ÇİMENTO	3,09	TİP: SÜLFATA DAYANIKLI (sdç 42,5)			

ÖRNEK 3:ÇÖZÜM

- 1. Seçilen D_{maks} ve çökme değerleri için karma suyunun ve hava içeriğinin tespiti.

Kullanılan grafik

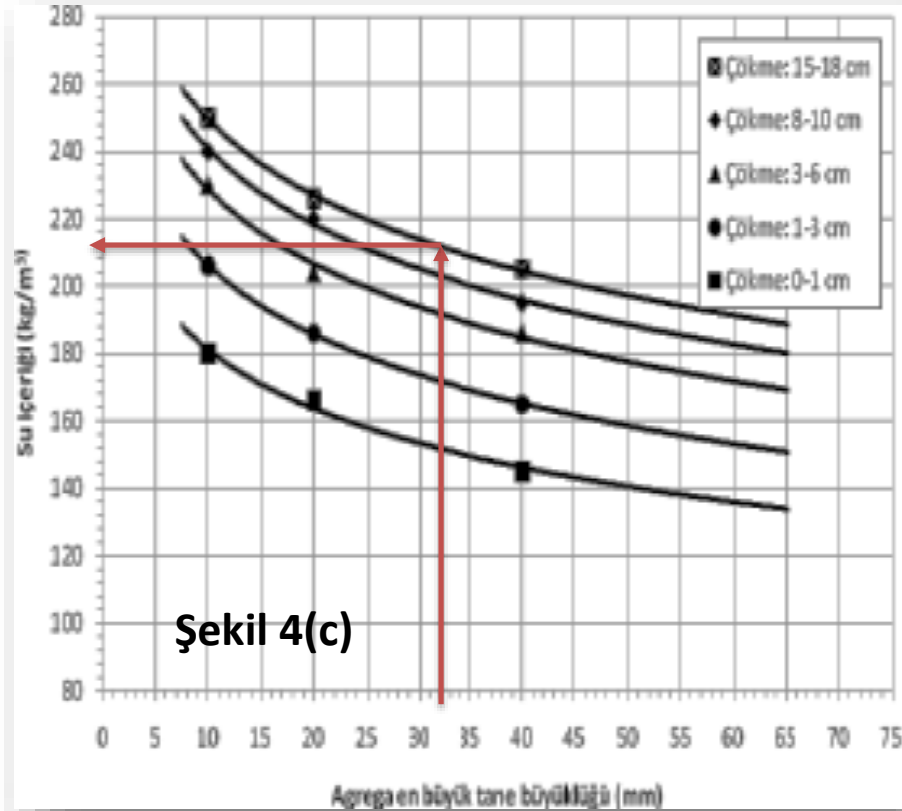
[Şekil 4 \(c\)](#)

[Şekil 5](#)

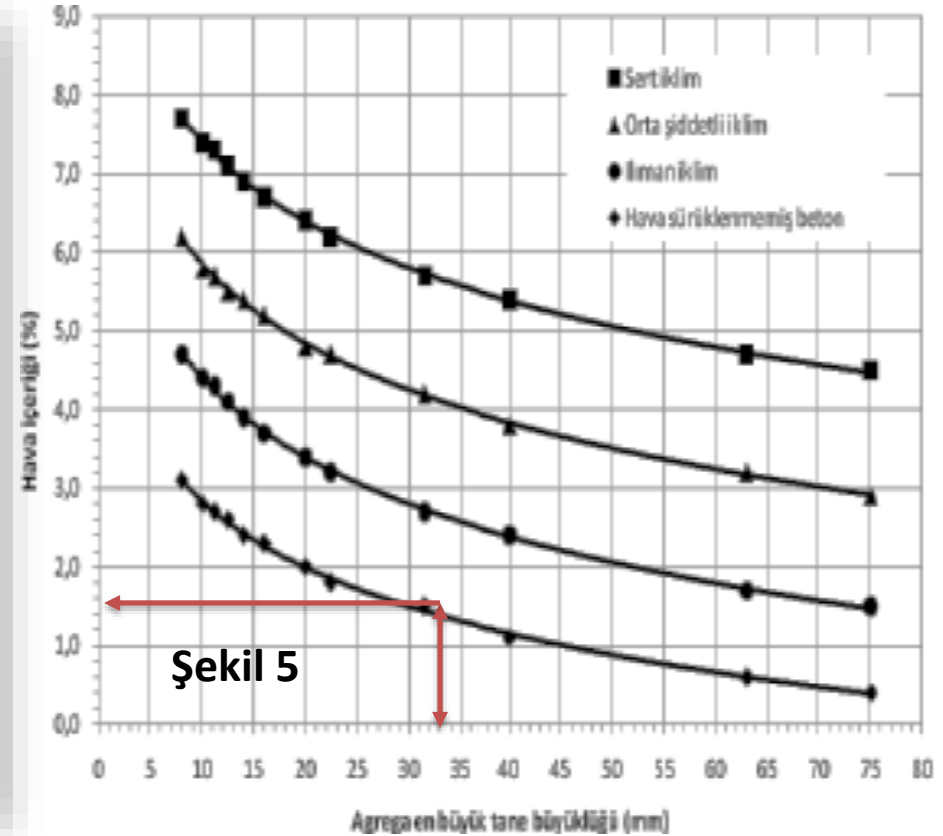
Okunan değer

15 cm çökme ve ideal granülometri: S=212 lt

Hava içeriği=%1,5



Şekil 4(c)



Şekil 5

- Süperakışkanlaştırıcı kimyasal katkı çimento ağırlığının %1.2'si kadar kullanılması halinde karışım suyunu %20 oranında azaltabildiğine göre **su miktarı**;

$$S = 212 \times 0.80 = \mathbf{170 \text{ lt.}}$$

$$\mathbf{S=170 \text{ lt.}}$$

2. Dayanım ve dayanıklılık şartları dikkate alınarak amaç dayanımın tespiti:

- İstinat duvarı ön projelendirme çalışmalarında beton kalitesinin C25/30 sınıfında olması yeterli bulunmuştu.
- Ancak şiddetli sülfat etkisi nedeniyle TS EN206 tablosundan XA3 için minimum beton sınıfı C35/45'dir.
- **Bundan dolayı C35/45 sınıfı beton** üretilmelidir (bak sonraki Tablo 4).

Tablo 4

	Korozyon veya zararlı etki tehlikesi yok	Karbonlaşma nedeniyle korozyon				Klorürün sebep olduğu korozyon						Donma/ çözünme etkisi				ZARARLI KİMYASAL ORTAMI (c)		
						Deniz suyu			Deniz suyu haricinde klorür									
	X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	CF4	XA1	XA2	XA3
En büyük s/ç oranı	-	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45	0,45	0,55	0,55	0,45	0,45	0,55	0,55	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45
En küçük dayanım sınıfı (a)	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45	C35/45	C30/37	C30/37	C35/45	C30/37	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45
En az çimento içeriği (kg/m ³)	-	260	280	280	300	300	320	340	300	300	320	300	300	320	340	300	320	360
En az hava içeriği (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,0 (b)	4,0 (b)	4,0 (b)	-	-	-
Diğer şartlar												Pr EN 12620:2000'e uygun donma/çözülme dayanıklılığına sahip agrega				Sülfatlara dayanıklı çimento		

ÖRNEK 3: Çözüm

3. Dayanım ve dayanıklılık şartları dikkate alınarak hedef basınç dayanımının tespiti

- C35/45 sınıfı beton için amaç dayanım: $f_{ca}=35+1.28*3.4= 40$ MPa
- Standart sapma: $s=3.4$ MPa (Bu değer soruda verilmiştir ve silindir örnekler için hazır beton sağlayıcının tablosundan alınmıştır.)

Beton sınıfı	Standart sapma (MPa)
C20/25	2,3
C25/30	2,6
C30/37	3,2
C35/45	3,4
C40/50	3,6

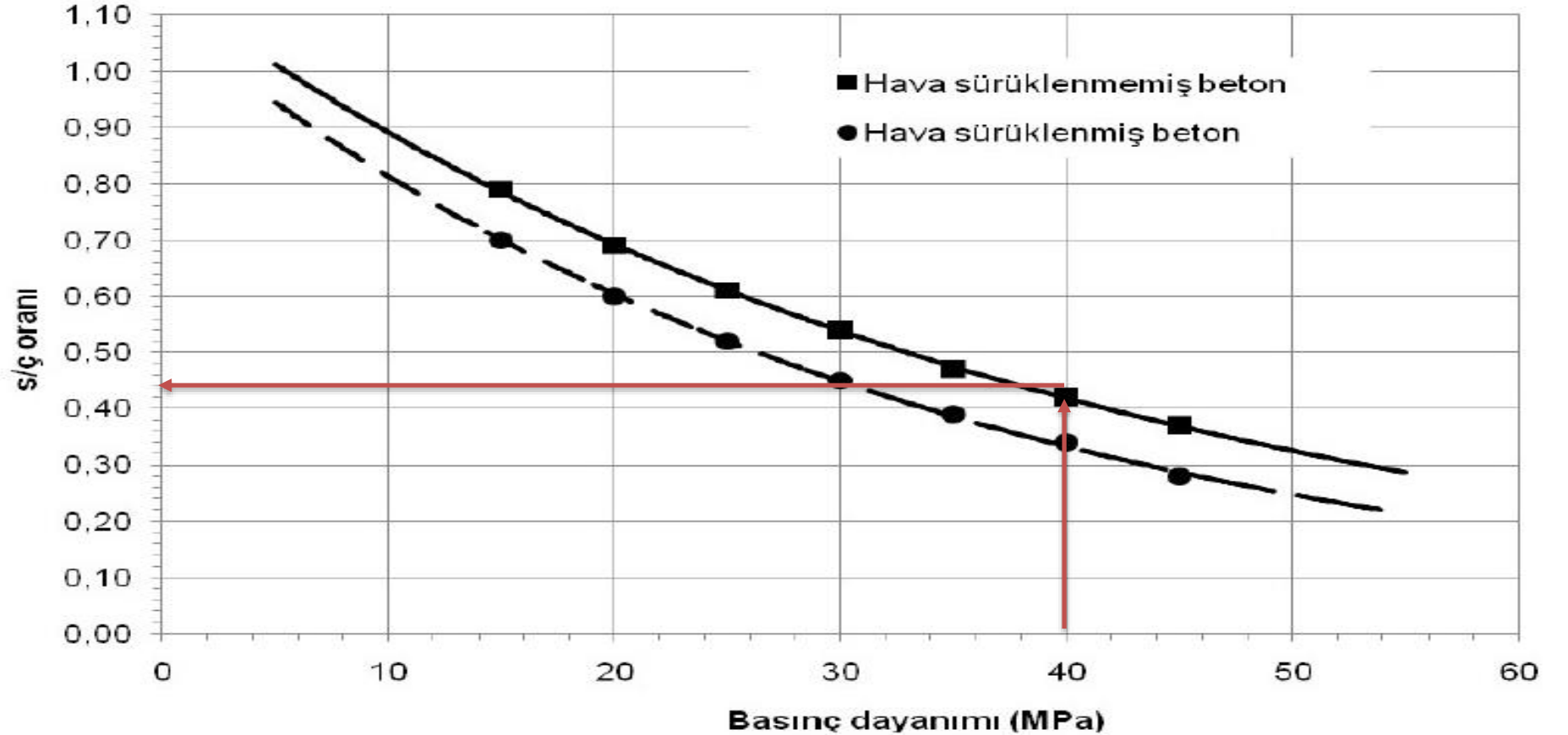
Tablo 5

Beton sınıfı	Karakteristik basınç dayanımı, f_{ck} (MPa)		Hedef basınç dayanımı, f_{ca} (MPa)		
	Karakteristik silindir 150/300 basınç dayanımı	Eşdeğer küp 150 mm basınç dayanımı	Standart sapma biliniyorsa	Standart sapma bilinmiyorsa	
				Silindir 150/300 mm	Küp 150 mm
C14/16	14	16	$f_{ca} = f_{ck} + 1,28 \sigma$	18	20
C16/20	15	16		20	24
C18/22	18	22		22	26
C20/25	20	25		26	31
C25/30	25	30		31	36
C30/37	30	37		36	43
C35/45	35	45		43	53
C40/50	40	50		48	58
C45/55	45	55		53	63
C50/60	50	60		58	68
C55/67	55	67		63	75
C60/75	60	75		68	83
C70/85	70	85		78	93
C80/95	80	95		88	103
C90/105	90	105		98	113
C100/115	100	115		108	123 ⁷⁵

ÖRNEK 3: Çözüm

- **5a. Dayanım açısından S/Ç oranı seçimi:** Amaç dayanımı 40 MPa hava sürüklenmemiş beton için $S/\Ç=0.42$ olarak Şekil 6'dan okunur.

Şekil 6. Su/çimento veya su/bağlayıcı oranının belirlenmesi, TS802



ÖRNEK 3:ÇÖZÜM

- **5b. Dayanıklılık açısından S/Ç oranı seçimi:** XA3 çevresel etki sınıfı için $S/Ç=0.45$ olarak Tablo 4'den okunur.

- Tablo 4

	Korozyon veya zararlı etki tehlikesi yok	Karbonlaşma nedeniyle korozyon				Klorürün sebep olduğu korozyon						Donma/ çözünme etkisi				ZARARLI KİMYASAL ORTAMI (c)		
						Deniz suyu			Deniz suyu haricinde klorür									
	X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	CF4	XA1	XA2	XA3
En büyük s/ç oranı	-	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45	0,45	0,55	0,55	0,45	0,45	0,55	0,55	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45
En küçük dayanım sınıfı (a)	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45	C35/45	C30/37	C30/37	C35/45	C30/37	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45
En az çimento içeriği (kg/m ³)	-	260	280	280	300	300	320	340	300	300	320	300	300	320	340	300	320	360
En az hava içeriği (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,0 (b)	4,0 (b)	4,0 (b)	-	-	-
Diğer şartlar												Pr EN 12620:2000'e uygun donma/çözülme dayanıklılığına sahip agrega				Sülfatlara dayanıklı çimento		

Hangi s/ç oranı seçilecek?

- 5c. Dayanım (0.42) ve dayanıklılık (0.45) şartları dikkate alınarak seçilen **S/Ç oranı: 0.42** olur.

ÖRNEK 3:ÇÖZÜM

6. Çimento miktarının hesabı ve çevresel etki sınıfı limiti ile kontrolü:

- $S/Ç=0,42$ ve $S=170$ lt $0,42=170/C$, $C=405$ kg > **360 kg/m³ XA3 çevresel etki sınıfı min. Çimento dozajı**
- Eğer süperakışkanlaştırıcı kullanılmıyaydı, aynı su/çimento oranı (0.42) için aynı çökme değerinde gerekli su miktarı 212 lt olacaktı. Bu durumda hesaplanacak çimento dozajı 505 kg/m³'tür. Katkı kullanımı ile 100 kg/m³ çimento tasarrufu sağlanmıştır.

ÖRNEK 3:ÇÖZÜM

- Çimento Hacmi = $405/3,09 = 131 \text{ dm}^3$
- Su hacmi = $170/1 = 170 \text{ dm}^3$
- Sıkışık hava hacmi = $\%1,5 = 15 \text{ dm}^3$
- AGREGA DIŞI HACİMLER TOPLAMI= $1000-316=684 \text{ dm}^3$
- **Agregaların ağırlıklı ortalama KYD özgül ağırlığı:**

$$\bar{\rho}_a = \frac{1}{\frac{X_1}{\rho_{a1}} + \frac{X_2}{\rho_{a2}} + \dots + \frac{X_n}{\rho_{an}}} = \frac{1}{\frac{0,37}{2,67} + \frac{0,23}{2,69} + \frac{0,25}{2,76} + \frac{0,15}{2,73}} = 2,71$$

Agregaların toplam ağırlığı= $684 \times 2,71 = 1854 \text{ kg}$

İri mıcır: $1854 \times 0,37 = 686 \text{ kg}$

İnce mıcır: $1854 \times 0,23 = 426 \text{ kg}$

Kum (iri): $1854 \times 0,25 = 464 \text{ kg}$

Kum (ince): $1854 \times 0,15 = 278 \text{ kg}$

ÖRNEK 3:ÇÖZÜM

- şantiyedeki mevcut nem durumu için düzeltmeler:
 - **Stok nemi = (su emme) + (serbest su)**
- İri mıcır $686 * (1,0150 - 1,0085) = 4,5$ l su (690,5 kg)
- İnce mıcır $426 * (1,0200 - 1,0090) = 4,7$ l su (430,7 kg)
- Kum (iri) $464 * (1,0300 - 1,0110) = 8,8$ l su (472,8 kg)
- Kum (ince) $278 * (1,0500 - 1,0140) = 10,0$ l su (288,0 kg)
- 28 LT FAZLADAN SU olduğu için önceden hesaplanan suda bu miktarun eksilmesi gerekir.
- **SU= 170-28=142 LT**

ÖRNEK 3:ÇÖZÜM

- 1 M3 BETON ÜRETİMİ İÇİN GEREKLİ MALZEME MİKTARLARI (kg)

AGREGALAR (KYD)

ÇİMENTO	405
SU	170
İRİ MICİR	686
İNCE MICİR	426
KUM (İRİ)	464
KUM (İNCE)	278
TOPLAM	2429

AGREGALAR STOK NEMİNDE

ÇİMENTO	405
SU	142
İRİ MICİR (STOK NEMİ)	690,5 (691)
İNCE MCIIR (STOK NEMİ)	430,7 (431)
KUM (İRİ) STOK NEMLİ	472,8 (473)
KUM (İNCE) STOK NEMLİ	288
TOPLAM	2429

Bulunan teorik değerlerle beton dökülüp taze betonun çökme değeri, birim hacim ağırlığı ve basınç dayanımı kontrol edilerek gerekli düzeltmeler yapılır.

