



**TÜRK STANDARDI**  
TURKISH STANDARD

**TS 802**  
Ocak 1985

1.Baskı

ICS 91.100.30

**BETON KARIŞIMI HESAP ESASLARI**

**Design Concrete Mixes**

**TÜRK STANDARDLARI ENSTİTÜSÜ**  
**Necatibey Caddesi No.112 Bakanlıklar/ANKARA**

- Bugünkü teknik ve uygulamaya dayanılarak hazırlanmış olan bu standardın, zamanla ortaya çıkacak gelişme ve değişikliklere uydurulması mümkün olduğundan ilgililerin yayınları izlemelerini ve standardın uygulanmasında karşılaştıkları aksaklıkları Enstitümüze iletmelerini rica ederiz.
- Bu standardı oluşturan Hazırlık Grubu üyesi değerli uzmanların emeklerini; tasarılar üzerinde görüşlerini bildirmek suretiyle yardımcı olan bilim, kamu ve özel sektör kuruluşları ile kişilerin değerli katkılarını şükranla anarız.



### **Kalite Sistem Belgesi**

İmalât ve hizmet sektörlerinde faaliyet gösteren kuruluşların sistemlerini TS EN ISO 9000 Kalite Standardlarına uygun olarak kurmaları durumunda TSE tarafından verilen belgedir.



### **Türk Standardlarına Uygunluk Markası (TSE Markası)**

TSE Markası, üzerine veya ambalajına konulduğu malların veya hizmetin ilgili Türk Standardına uygun olduğunu ve mamulle veya hizmetle ilgili bir problem ortaya çıktığında Türk Standardları Enstitüsü'nün garantisi altında olduğunu ifade eder.



### **Kalite Uygunluk Markası (TSEK Markası)**

TSEK Markası, üzerine veya ambalajına konulduğu malların veya hizmetin henüz Türk Standardı olmadığından ilgili milletlerarası veya diğer ülkelerin standardlarına veya Enstitü tarafından kabul edilen teknik özelliklere uygun olduğunu ve mamulle veya hizmetle ilgili bir problem ortaya çıktığında Türk Standardları Enstitüsü'nün garantisi altında olduğunu ifade eder.

## **DİKKAT!**

TS işareti ve yanında yer alan sayı tek başına iken (TS 4600 gibi), mamulün Türk Standardına uygun üretildiğine dair üreticinin beyanını ifade eder. **Türk Standardları Enstitüsü tarafından herhangi bir garanti söz konusu değildir.**

*Standardlar ve standardizasyon konusunda daha geniş bilgi Enstitümüzden sağlanabilir.*

**TÜRK STANDARDLARININ YAYIN HAKLARI SAKLIDIR.**

## İÇİNDEKİLER

0 - KONU, TANIM,KAPSAM.....	1
0.1 - KONU .....	1
0.2 - TANIMLAR .....	1
0.3 - Kapsam .....	2
1 – GENEL KURALLAR .....	2
2 – GENEL KURALLAR .....	2
2.1 - En Büyük Agregat Tane Büyüklüğünün Seçilmesi .....	2
2.2 – Tane Dağılımının Seçilmesi .....	2
2.3 – Su Çimento Oranının (W/C) Seçilmesi .....	4
2.4 - Su Miktarının ( W ) Seçilmesi .....	8
2.5 - Hava Miktarının Seçilmesi .....	8
2.6 – Kıvamın Seçilmesi .....	8
2.8 – Karışım Hesaplarının Deneylerle Gerçeklenmesi .....	11
EK - 1 .....	12
EK - 2 .....	13

# BETON KARIŞIM HESAPLARI

## 0 - KONU, TANIM,KAPSAM

### 0.1 - KONU

Bu standard, beton karışım hesap esaslarına dairdir.

### 0.2 - TANIMLAR

#### 0.2.1 - Beton

Beton, çimento, beton agregası, su ve gerektiğinde katkı maddelerinin homojen olarak karıştırılması ile elde edilen başlangıçta plastik kıvamda olup zamanla çimentonun hidratasyonu sebebiyle katılaşıp sertleşen bir yapı malzemesidir.

#### 0.2.2 - Beton.Karışma Hesabı

Beton karışım hesabı, istenen kıvam, işlenebilme, dayanım, dayanıklılık, hacim sabitliği ve diğer aranan özelliklere sahip en ekonomik betonu elde edebilmek amacıyla gerekli agrega, su , hava ve gerektiğinde katkı maddesi miktarlarını tespit edebilmek için yapılan hesaptır.

#### 0.2.3 - Beton Agregası

TS 706 <sup>1)</sup> 'da tanımlanmıştır.

#### 0.2.4 - Doğal Agregası

TS 706' da tanımlanmıştır.

#### 0.2.5 -Tane Sınıfı

TS 706 'da tanımlanmıştır.

#### 0.2.6- Hazır Karışık Agregası

TS 706 <sup>1)</sup> 'da tanımlanmıştır.

#### 0.2.7 – En Büyük Tane Büyüklüğü TS 706 ' da tanımlanmıştır.

#### 0.2.8 - İncelik Modülü

TS 706 'da tanımlanmıştır.

#### 0.2.9 - Normal Hava Şartları

TS 1247 'de tanımlanmıştır.

#### 0.2.10 – Anormal Hava Şartları

TS 1240 'da tanımlanmıştır.

#### 0.2.11 - Zararlı Kimyasal Etkiler

TS 3340 'da tanımlanmıştır.

#### 0.2.12 - Katkı Maddeleri

TS 3452 ve TS 3456 'da tanımlanmıştır.

1) Bu standard metninde atıf yapılan Türk standardlarının numaraları metnin sonunda verilmiştir.

### 0.3 - Kapsam

Bu standard , beton agregaları ile hazırlanıp vibratör kullanılarak sıkıştırılacak betonların karışım hesap esaslarını kapsar . Hafif ve ağır agrega ile yapılacak betonların ve kütle betonlarının karışım hesap esaslarını kapsamaz.

## 1 – GENEL KURALLAR

Beton karışım hesabı yapılırken , betonun kullanılacağı elemanın boyutları , elemanın karşılaşılabileceği zararlı kimyasal etkiler ( TS 3440) , don, aşırı sıcaklık , aşınma gibi dış etkiler ile elemanın sahip olması gereken geçirimsizlik , dayanım , dayanıklılık , yoğunluk , işlenebilirlik , hacim sabitliği , görünüm ve diğer özellikleri göz önünde bulundurulur . Agreganın tane büyüklüğü dağılımı , su/çimento oranı , su , çimento , hava ve katkı maddesi miktarları buna göre çizelgelerden alınır veya hesapla bulunur . Hesapla bulunan karışım , bu karışıma uygun olarak hazırlanan numunelerinin denenmesi ( TS 3114 ) , deney sonuçları ile hesap arasında fark çıkar ise hesabın farka göre düzeltilmesi sureti ile son durumuna getirilir.

## 2 – GENEL KURALLAR

### 2.1 - En Büyük Agrega Tane Büyüklüğünün Seçilmesi

Betonu oluşturacak agreganın TS 3530'a uygun olarak tayin edilen en büyük tane büyüklüğü , betonun kullanılacağı yapı elemanının cins ve en dar kesitinin boyutu ile ilişkilidir . En büyük tane büyüklüğü, en dar kesitin kalıp genişliğinin 1/5'inden , döşeme derinliğinin 1/3'ünden, donatılı betonda en küçük donatı aralığının %'ünden küçük seçilmelidir. Bazı eleman boyutları için kullanılacak en büyük tane büyüklükleri , donatı aralığına ait yukarıdaki husus da dikkate alınmak şartıyla Çizelge - 1 'de verilmiştir. En büyük tane büyüklüğü büyük olan karışımlar , en büyük tane büyüklüğü küçük olan karışımlara oranla daha az boşluğa sahip oldukları için daha az harca ihtiyaç duyarlar. Yüksek dayanımlı beton yapılmak istendiğinde en büyük tane büyüklüğü büyük seçilmelidir .

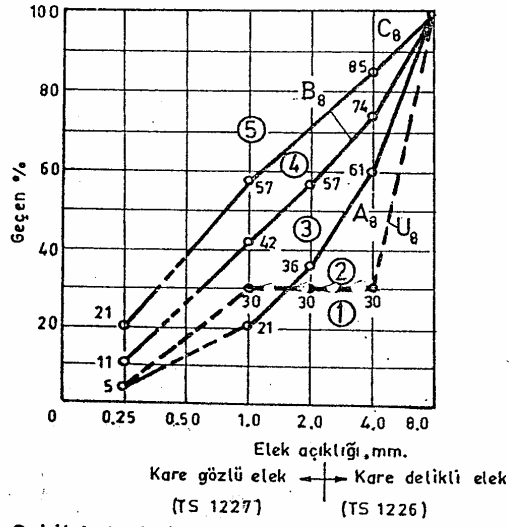
#### ÇİZELGE – 1 Çeşitli Yapı Elemanı Büyüklükleri İçin Uygun En Büyük Agrega Tane Büyüklükleri

Yapı Kesitinin Boyutu cm	Elemanı En Dar		En Büyük Agrega Tane Büyüklüğü ( max ) ( mm )			
	Donatılı Perde , giriş ve kolonlar	Sık Donatılı Döşemeler	Seyrek Donatısız Döşemeler	Donatılı ve Donatısız Perdeler	Donatısız Perdeler	
6-14	16	116		32	16	
15-29	32	32		63	32	
30-74	63	63		63	63	

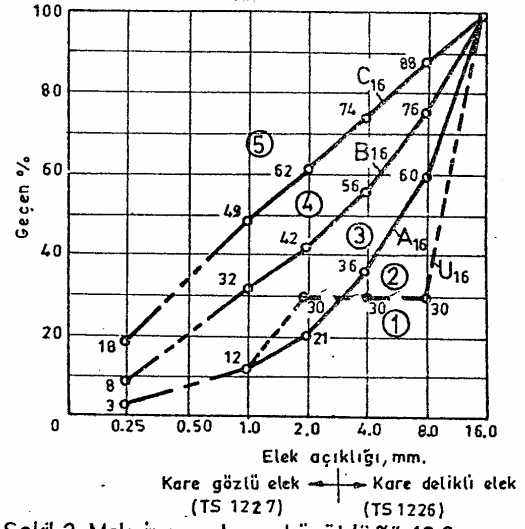
1) Gerçekte 31.5 mm olan tane büyüklüğü kısa gösterim için bu çizelgede ve metin içerisinde 32 mm olarak yazılmıştır .

### 2.2 – Tane Dağılımının Seçilmesi

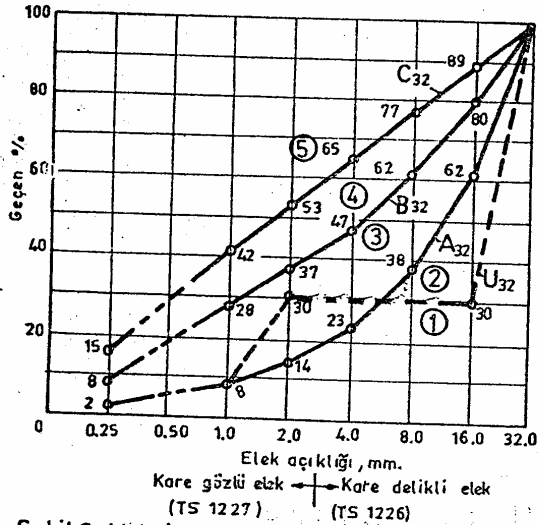
Betonu oluşturacak agreganın tane dağılımı , en büyük tane büyüklüğüne bağlı olarak TS 706 ' da belirtildiği gibi , Şekil – 1 , Şekil - 2 , Şekil – 3 veya Şekil – 4 ' te gösterilen 3 ve 4 numaralı bölgelerde bulunacak şekilde seçilmelidir. 3 numaralı bölgeye düşecek tane dağılımları , uygun bölge olduğu için , tercih edilmelidir. Bunun mümkün olmaması halinde 4 numaralı kullanılabilir bölgeye düşen tane dağılımları kullanılmalıdır . Zorunlu durumlarda 2 numaralı bölgeye düşen kesikli tane dağılımları da (granülometri kullanılabilir).



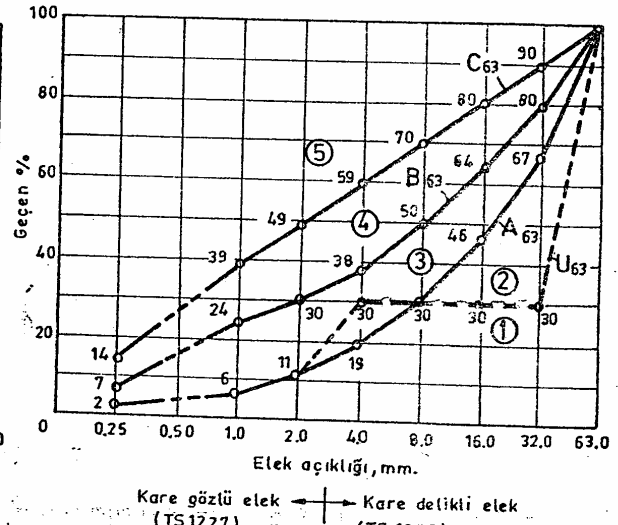
Şekil 1. Maksimum tane büyüklüğü 8,0 mm. olduğuna göre karışık agrega granülometri eğrileri



Şekil 2. Maksimum tane büyüklüğü 16,0 mm. olduğuna göre karışık agrega granülometri eğrileri



Şekil 3. Maksimum tane büyüklüğü 32,0 mm. olduğuna göre karışık agrega granülometri eğrileri



Şekil 4. Maksimum tane büyüklüğü 63,0 mm. olduğuna göre karışık agrega granülometri eğrileri

Beton yapımı sırasında agreganın karıştırıcıya, genellikle 2 veya 3 tane sınıfına ayrılmış olarak konacağı karışım hesaplarında gözönünde bulundurulmalıdır. Bunun için Çizelge-2' den yararlanılabilir.

### ÇİZELGE - 2 Beton Agregasının Tane Sınıflarına Aynılması

Beton Sınıfı	KARIŞIMDAKI EN BÜYÜK TANE BÜYÜKLÜĞÜ														
	8			16			32				63				
	TANE SINIFI ADEDİ														
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4	5
BS 14,															
BS 16,	0/4	4/8	-	0/4	4/16	-	0/4	4/32	-	-	0/4	4/32	32/63	-	-
BS 20,							0/4*	4/16*	16/32*		0/4*	4/16*	16/32*	32/63*	
BS 25,															
BS 30,															
BS 35,															
BS 40,	0/2	2/4	4/8	0/2	2/8	8/16	0/2	2/8	8/32	-	0/2	2/8	8/32	32/63	-
BS 45,							0/2*	2/8*	8/16*	16/32*	0/2*	2/8*	8/16*	16/32*	32/63*
BS 50,															

\* Tane şekli sınıfı ve/veya su emmesi çok farklı olan agregalar bu şekilde bir fazla sayıda tane sınıfına ayrılabilir.

### 2.3 – Su Çimento Oranının (W/C) Seçilmesi

Su çimento oranı (W/C), betonun (katkılı veya katkısız) sınıfı ve karşı karşıya kalacağı dış etkilerin şiddeti ile ilişkilidir. Karışım hesabında kullanılacak basınç dayanımları, beton sınıflarına bağlı olarak Çizelge – 3' te, dış etkilere göre seçilecek en büyük su/çimento oranları Çizelge – 4' te , 28 günlük basınç dayanımlarına bağlı olarak su/çimento oranları ise Çizelge - 5 te verilmiştir.

**ÇİZELGE - 3 Beton sınıflarına göre karışım hesabına esas alınacak hedef basınç dayanımları (  $f_{cm}$  ) ile deney numunelerinin sahip olması gereken basınç dayanımları**

(  $f_c, \bar{f}_{cm}$  )

Beton Sınıfı	$f_{ck}$ , karakteristik basınç dayanımı				$f_{cm}$ , ortalama silindir basınç dayanımı		Deney numunelerinin silindir basınç dayanımları	
	Silindir		Küp		kgf/cm <sup>2</sup> (N/mm <sup>2</sup> )		kgf/cm <sup>2</sup> (N/mm <sup>2</sup> )	
	kgf/cm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	Standard sapma biliniyorsa	Standard sapma bilinmiyorsa	$f_c$ (tek numune) en az	$\bar{f}_{cm}$ (ortalama) en az
BS 14 (C14)	140	(14)	160	(16)		180(18)		
BS 16 (C16)	160	(16)	200	(20)	$f_{cm}=f_{ck}+1,28\sigma$	200(20)	$f_{ck}-3\sigma$ ( $f_{ck}-3$ )	$f_{ck}+3\sigma$ ( $f_{ck}+3$ )
BS 20 (C20)	200	(20)	250	(25)		260(26)		
BS 25 (C25)	250	(25)	300	(30)		310(31)		
BS 30 (C30)	300	(30)	350	(35)		360(36)		
BS 35 (C35)	350	(35)	400	(40)		430(43)		
BS 40 (C40)	400	(40)	450	(45)		480(48)		
BS 45 (C45)	450	(45)	500	(50)		530(53)		
BS 50 (C50)	500	(50)	550	(55)		580(58)		

NOT : Bu çizelge ile ilgili daha fazla bilgi için TS 500 'e bakılmalıdır .



**ÇİZELGE – 4 Çeşitli Yapı Tipleri ve Dış Etkilere Göre Müsaade Edilen En Büyük Su – Çimento Oranı , W/C (Arlık Esasına Göre )**

Yapı Tipi	Dış Etkiler <sup>1)</sup>					
	Sıcaklık Farklarının Çok Olduğu veya Sık Sık Donma ve Çözülme Etkisinde Kalan Bölgelerde			Pek Az Donma Etkisinde Kalan Ilımlı Sıcaklıkta, Yağmurlu veya Kurak Bölgelerde		
	Havada	Su Seviyesinde veya Su Etkisinde Kalan Kısımlarda		Havada	Su Seviyesinde veya Su Etkisinde Kalan Kısımlarda	
		Tatlı Suda	Deniz Suyunda veya Sülfat Etkisi Altında <sup>2)</sup>		Tatlı Suda	Deniz Suyunda veya Sülfat Etkisi Altında <sup>2)</sup>
Korkuluk, bórdür, eşik, çikinti, süs gibi ince veya pas payı 2.5 cm den az olan elemanlarda, betonarme kaplı borularda kullanılacak betonlar, görünür betonlar	0,49	0,44	0,40 <sup>3)</sup>	0,53	0,49	0,40 <sup>3)</sup>
Istinat duvarı, köprü kenar ve orta ayakları, kirişler gibi orta kalınlıklı elemanlarda ve kolonlarda kullanılacak betonlar	0,53	0,49	0,44 <sup>3)</sup>	4)	0,53	0,44 <sup>3)</sup>
Su Altında Dökülecek Betonlar	-	0,44	0,44	-	0,44	0,44
Zemin üzerindeki döşeme betonları, kanal kaplama betonları	0,53	0,50	0,50	4)	0,50	0,50
Hava etkilerine karşı korunacak, bina içi veya zemin altındaki betonlar	4)	-	-	4)	-	-

## ÇİZELGE 4 'ün devamı

Yapı Tipi	Dış Etkiler <sup>1)</sup>					
	Sıcaklık Farklarının Çok Olduğu veya Sık Sık Donma ve Çözülme Etkisinde Kalan Bölgelerde			Pek Az Donma Etkisinde Kalan Ilımlı Sıcaklıkta Yağmurlu veya Kurak Bölgelerde		
	Havada	Su Seviyesinde veya Su Etkisinde Kalan Kısımlarda		Havada	Su Seviyesinde veya Su Etkisinde Kalan Kısımlarda	
		Tatlı Suda	Deniz Suyunda veya Sülfat Etkisi Altında <sup>2)</sup>		Tatlı Suda	Deniz Suyunda veya Sülfat Etkisi Altında <sup>2)</sup>
Uzun yıllar korunmadan donma çözülme etkisi altında kalacak, veya arkası toprakla dondurulacak yapılarda kullanılacak betonlar	0,53	-	-	4)	-	-

1) Sert hava şartlarına açık bütün betonlarda hava sürükleyici katkı maddesi kullanılması uygundur. Beton karışımının işlenebilme özeliğini artırmak için ılımlı hava şartlarında da hava sürükleyici katkı katılabilir.

2) Toprak veya yeraltı suyunun %0,2 den fazla sülfat konsantrasyonu bulunduğu halde.

3) Sülfatlara dayanıklı çimento kullanıldığı hallerde, su - çimento oranı 0,05 kadar artırılabilir.

4) Su - çimento oranı, istenilen dayanım ve işlenebilme özeliği esaslarına göre seçilmelidir.

**ÇİZELGE – 5 28 Günlük Beton Basınç Dayanımlarına Göre Su / Çimento Oranları ( W / C )**

28 Günlük Beton Basınç Dayanımları		Su Çimento Oranı (Ağırlık Esasına Göre) (W/C)	
kgf/cm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	Hava Katkısız beton	Hava Katkılı beton
450	45	0,38	-
400	40	0,43	-
350	35	0,48	0,40
300	30	0,55	0,46
250	25	0,62	0,53
200	20	0,70	0,61
150	15	0,80	0,71

**NOT - 1** Çizelgede verilen basınç dayanımları 28 günlük basınç dayanımı 325 kgf/cm<sup>2</sup> olan çimento kullanılarak hazırlanmış , en büyük tane büyüklüğü 32 mm , tane dağılımı uygun betonların 150 mm x 300 mm silindirik dayanımlarıdır . Küp dayanımları bu değerden yaklaşık %20 kadar daha büyük olarak kabul edilebilir.

2 Aynı su - çimento oranı için elde edilecek basınç dayanımları 28 günlük basınç dayanımları 325 kgf/cm<sup>2</sup> ' den büyük çimento kullanıldığında çizelgede verilen değerlerden fazla, en büyük tane büyüklüğü büyüdükçe , çizelgede verilen değerlerden az olacaktır.

**2.4 - Su Miktarının ( W ) Seçilmesi**

Beton yapımı için gerekli karma suyu miktarı ( W ) , doymuş agreganın yüzeysel nem suyu ve ilave olarak verilecek suyun toplamıdır. Bu toplam su miktarı çimento miktarı ile büyük ölçüde bağıntılı olmayıp betonun kıvamı, agreganın tane dağılımı , tane şekli , yüzey alanı, çok ince agreganın ve karışıma girecek havanın miktarı ile ilişkili olup taze ve sertleşmiş betonda aranan işlenebilirlik dayanımı ve dayanıklılık özelliklerini sağlayacak en az miktar olarak seçilmelidir .

Çizelge – 6 ' da yerleştirilmiş 1 m<sup>3</sup> betonun karışımı hesabında kullanılacak yaklaşık değerler verilmiştir .

**2.5 - Hava Miktarının Seçilmesi**

Hava miktarı, Çizelge - 6 ' da verilenlere uygun olarak seçilmelidir .

**2.6 – Kıvamın Seçilmesi**

Beton kıvamı , randımanlı döküm ve homojen bir kütle oluşmasını sağlayacak en düşük değerde olmalıdır . Çeşitli yapı elemanları için uygun çökme değerleri Çizelge - 7 ' de verilmiştir .

## ÇİZELGE – 6 Karışım Suyu Miktarı 1) ( 1)

Tane Dağılımı	BELİRTİLEN TANE DAĞILIMLARI İÇİN KARIŞIM SUYU MİKTARI ( 1)											
	HAVA KATKISIZ BETON											
Çökme Değerleri (ca)	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
	8	8	8	16	16	16	32	32	32	63	63	63
2	158	177	196	138	158	182	132	151	172	122	139	162
4	160	180	200	140	160	185	135	155	175	125	140	165
6	163	186	207	147	166	190	138	159	178	127	146	170
7	168	190	208	147	167	191	138	160	179	128	147	171
10	175	195	215	155	175	200	145	165	190	135	155	175
12	188	207	231	166	188	213	155	177	202	145	165	193
13	190	210	233	168	190	215	157	181	205	147	168	193
15	195	215	240	175	195	220	165	185	215	150	175	200
17	202	224	248	179	203	229	169	194	221	157	180	209
Tavsiye edilen hapsedilmiş hava %	3			2			1			0.5		
	HAVA KATKILI BETON											
2	123	152	171	118	138	162	117	136	157	107	124	147
4	135	145	175	120	140	165	120	140	160	110	124	147
6	133	161	182	127	146	170	123	144	163	112	131	155
7	143	165	183	127	147	171	123	145	164	113	132	156
10	150	170	190	135	155	180	130	150	175	120	140	160
12	163	182	206	146	188	203	140	162	187	130	150	178
13	165	185	208	148	170	195	142	166	190	132	153	168
15	170	190	215	155	175	200	150	170	200	140	160	185
17	177	199	223	159	183	209	154	179	216	147	165	194
Tavsiye edilen hapsedilmiş+sükrülenmiş hava %	8			6			4.5			4		
İncelik Modülü	3.64	2.27	2.89	4.61	2.75	3.66	5.48	3.30	4.20	6.15	3.72	4.92

(1) Çizelgede verilen karışım suyu miktarları , doğal ufalanmış agrega içindir , kırmataş kullanıldığı takdirde aynı çökmeleri elde edebilmek için karışım suyu miktarları deneysel olarak belirlenecek oranda arttırılmalıdır.

## ÇİZELGE - 7 Çeşitli Yapı Elemanları İçin Uygun Çökme Değerleri ( ca )

Yapı Elemanları	Çökme Değerleri	
	Maksimum	Minimum
Betonarme temeller	8	3
Donatısız beton temeller, kesonlar ve alt yapı duvarları, kanal kaplama betonları	7	2
Döşeme, giriş, kolon, betonarme perdeler, tünel yan ve kemer betonları	10	5
Yol kaplama betonları, köprü ayakları	5	3
Tünel taban kaplama betonları	5	2

## 2.7 – Karışım Hesabının Yapılması

### 2.7.1 - Hesap Bağıntısı

1m<sup>3</sup> sıkıştırılmış betonda bulunulacak karışım elemanlarının miktarı aşağıdaki bağıntı ile bulunur .

$$\frac{C}{\bar{\delta}_c} + W + \frac{W_a}{\bar{\delta}_a} + A = 1000 \text{ dm}^3$$

Burada :

C = Karışıma girecek çimentonun kütlesi (kg)

$\bar{\delta}_c$  = Çimentonun yoğunluğu ( kg/dm<sup>3</sup> )

W = Karışıma girecek suyun hacmi (dm<sup>3</sup> )

W<sub>a</sub> = Karışıma girecek agreganın yüzdesi (kg)

$\bar{\delta}_a$  =Agreganın yoğunluğu (kg/dm<sup>3</sup>)

A =Betondaki toplam hava miktarı (dm<sup>3</sup> )

dir.

### 2.7.2 - Bağıntıdaki Değerlerin Bulunması

#### 2.7.2.1 - Çimento Miktarı ve Çimento Yoğunluğunun Bulunması

Su Çimento oranı (W/C) Madde 2.3 ' e , su miktarı (W) Madde 2.4'e uygun olarak bulunduktan sonra karışıma girecek çimento miktarı C :

$$C = \frac{W}{W/C} \quad (\text{kg})$$

bağıntısı ile hesaplanır. Burada :

C =Karışıma girecek çimento kütlesi (kg)

W =Karışıma girecek su kütlesi (kg)

W/C =Su çimento oranı

dir .

**NOT** - Madde 2.8 ' de bahsedilen gerçekleşme yapıldığında , Çizelge-6 ' da verilen su miktarından daha fazla su gerekirse çimento miktarı, su-çimento oranı korunacak şekilde artırılabilir . Daha az su gerektiği tespit edilirse, çimento miktarı azaltılmamalıdır .

Çimento yoğunluğu çimento deney raporundan alınmalıdır.

Hesaba başlanırken bu rapor mevcut değil ise bu değer:

Portland çimentosu için	$\bar{\delta}_c = 3,10$ kg/dm <sup>3</sup>
Katkılı Portland çimentosu için	$\bar{\delta}_c = 3,05$ "
Demir Portland çimentosu için	$\bar{\delta}_c = 3,04$ "
Cüruf Çimentosu için	$\bar{\delta}_c = 3,00$ "
Traşlı çimento için	$\bar{\delta}_c = 2,93$ "

kabul edilebilir.

#### 2.7.2.2 - Su Miktarının ( W ) Bulunması

Karışıma girecek su miktarı öngörülen çökme değeri ve tane büyüklüğü dağılım gözönünde bulundurularak Madde 2.4 ' e uygun olarak Çizelge – 6 dan alınır.

#### 2.7.2.3 - Hava Miktarının Bulunması

Karışıma girecek hava miktarı öngörülen tane büyüklüğü dağılımına göre Madde 2.5' e uygun olarak Çizelge – 6' dan alınır .

**2.7.2.4 – Agreganın Miktarının Bulunması**

Karışım da çimento , su ve havadan arta kalan hacim agregası ile doldurulacaktır . Madde 2.7.1 'de verilen bağıntı :

$$\frac{W_a}{\bar{\delta}_a} = 1000 - \left( \frac{C}{\bar{\delta}_c} + W + A \right)$$

şeklinde ifade edilirse , bağıntının sağ tarafındaki  $\frac{C}{\bar{\delta}_c}$  , W ve A değerleri sıra ile Madde 2.7.2.1 ,

Madde 2.7.2.2 ve Madde 2.7.2.3 e uygun olarak bulunmuş olduğundan sol taraftaki

$\frac{W_a}{\bar{\delta}_a}$  değeri ( agreganın hacmi ) hesapla bulunur . Agreganın kütlece hesaplanabilmesi için  $\bar{\delta}_a$

nın tayin edilmiş olması gereklidir.  $\bar{\delta}_a$  'nın karışım hazırlanırken agreganın ayrılacağı her tane sınıfı için ayrı ayrı belirlenmiş olması gerekir. Ancak agregası tane sınıflarına ayrıldığında yoğunlukları arasında hesapta etkili olacak düzeyde farklılık tespit edilmiyor ise aynı alınabilir. Bu nedenle meydana gelecek hata önemsizdir. Doygun kuru yüzey halde bulunan bazı agregası cinsleri için hesapta aşağıdaki yoğunluklar kullanılabilir .

Ince agregası ( 0/4 )	
Kuvars kumu	: $\bar{\delta}_a = 2,64 \text{ kg/dm}^3$
Yoğun kalker kumu	: $\bar{\delta}_a = 2,70 \text{ kg/dm}^3$
İri agregası (> 4 )	:
Granit	: $\bar{\delta}_a = 2,62$ "
Gnays	: $\bar{\delta}_a = 2,67$ "
Kalker	: $\bar{\delta}_a = 2,70$ "
Porfir, Diabaz	: $\bar{\delta}_a = 2,85$ "
Diorit	: $\bar{\delta}_a = 2,90$ "

**2.8 – Karışım Hesaplarının Deneylerle Gerçeklenmesi**

Karışım hesaplarına esas olarak alınan ve beton özelliklerini çok etkileyen tane dağılımı , su/çimento oranı ve su miktarı için bu standardda verilen sınır değerler çok sayıdaki deney sonuçlarından elde edilmiş değerler olup kesin değerler değildir. Bu nedenle karışım hesabı sonucu elde edilen agregası, su, çimento, hava ve katkı maddesi miktarları kullanılarak hazırlanacak beton numuneleri deneye tabi tutularak, hesaba esas teşkil eden özelliklere sahip olup olmadığı tespit edilmelidir. Öngörülen özellikler ile deneyde bulunacak özellikler arasında fark çıktığı takdirde, karışım hesabı, girdiler uygun şekilde değiştirilerek tekrarlanmalıdır .

**ATIF YAPILAN TÜRK STANDARLARI**

TS	706
TS	1247
TS	1248
TS	3440
TS	3452
TS	3456
TS	3530

## EK - 1

Betonda aranan bazı özelliklerin, beton bileşenleri ile olan ilişkileri karışım hesabında göz önünde bulundurulmak üzere aşağıda belirtilmiştir.

**1 - Karışım Hesabında İşlenebilme Özelliği :**

İşlenebilme , betonun ayrışmadan yerleştirilip sıkıştırılarak istenen görünüşe sahip olabilmesidir. Bu özellik tane dağılımı, tane şekli, çimento miktarı, hava, katkı maddesi ve kıvamı uygun seçilmiş karışımlarda iyi olarak ortaya çıkar.

**2 - Karışım Hesabında Kıvam :**

Kıvam, karışım suyu nedeniyle taze betonun kazandığı akıcılığın ölçüsüdür . Tane dağılımı iyi seçilmiş bir taze betona belirli bir kıvam kazandıracak su miktarı, bu dağılımın oranları değişmemesine rağmen, agreganın yapısına bağlı olarak değişebilir. Çok köşeli ve gevşek yapılı agregaların su isteği daha fazladır. En büyük tane büyüklüğü arttıkça su isteği azalır. Karışıma hava katılması ve bazı katkıları da su ihtiyacını azaltır.

**3 - Karışım Hesabında Dayanım :**

Dayanım genellikle karışıma giren su miktarı azaldıkça artar. Ancak seçilen bir su/çimento oranı için her zaman aynı dayanımların elde edilmesi beklenemez, çünkü su/çimento oranının değişmemesine rağmen; en büyük tane büyüklüğü, tane dağılımı, agreganın yüzey yapısı , biçimi , dayanımının veya çimentonun tipinin veya fabrikasının veya hava miktarının değişmesi, katkı kullanılması veya kullanılmaması betonun dayanımını etkiler.

**4 - Karışım Hesabında Dayanıklılık :**

Beton donma ve çözölmeye, ıslanma ve kurumaya, ısınma ve soğumaya, zararlı kimyasal etkilere dayanıklı olmalıdır. Betonun bu etkilere dayanıklılığını sağlamak için bazı hallerde özel çimento kullanmak gerekli ve yeterli olabilir. Su/çimento oranının küçük tutulması, zararlı etkili kimyasal maddelerin girmesini zorlaştıracak az geçirimli bir yapı oluşturacağı için yararlıdır. Donma çözölmeye maruz kalacak betonlarda hava sürükleyici katkıları kullanılması uygun sonuç sağlayabilir.

**5 - Karışım Hesaplarında Yoğunluk :**

İstinat duvarı, su altında döşenecek boru gibi betonun ağırlığının önemli olduğu yapılarda yoğun beton elde etmek gerekir. Bunun için gerektiğinde özel agrega da kullanılabilir.

**6 - Karışım Hesaplarında Hidratasyon Isısı :**

Hidratasyon ısısının zararlı etkili olacağı hallerde, çimento miktarının olabildiğince küçük seçilmesine çalışılmalıdır. Çimento miktarının gereğinden fazla seçilmesinin rötre ve sünme üzerinde de zararlı etkisi olacağı göz önünde bulundurulmalıdır.

## EK - 2

### KARIŞIM HESABINA AİT ÖRNEK :

En dar boyutu 25 cm , donatısının pas payı 35 mm olan, sık sık donma çözülmeye maruz kalabilecek bir kolon için, hava sürükleyici katkı kullanılmadan yapılacak BS 25 betonunun karışım hesabının yapılması istenmekte olup betonun yapılacağı şantiyenin çalışma şartları bilinmemektedir .

Kullanılacak Malzemeler :

Çimento : PÇ 325 (  $\delta_c = 3,15 \text{ kg/ dm}^3$  )

Agrega : Agregada ocağından alınan doğal karışık dağılımı Şekil - 5 ' te verilmiştir .

Tane şekli ve su emme oranı her tane sınıfı yaklaşık aynı (su emme oranı = % 0.5)

Yoğunluk :  $2,80 \text{ kg/dm}^3$  ( doygun kuru yüzey hali )

#### Hesaplama :

- En büyük tane büyüklüğü:

Kullanılacak uygun en büyük tane büyüklüğü Çizelge 1'in 2. satırının 1. sütunundan 32 mm olarak bulunur . Bu tane büyüklüğü, kolonda paspayı için bırakılan 35 mm den küçük olduğu için de uygun seçim yapılmış olduğu anlaşılır .

- Tane dağılımı:

Ocaktan alınan agreganın tane dağılımı TS 3530'a uygun olarak tayin edildiğinde Şekil - 5' te kesikli çizgi ile gösterilen eğri bulunmuş olsun. En büyük tane büyüklüğü 32 mm olan agregada ile yapılacak beton için uygun tane büyüklüğü dağılımı Şekil- 3 ' te verilmiştir. Şekil - 5 ' te dağılımı 1 numaralı kesikli çizgiyle verilen doğal karışık agreganın 32 mm'den büyük kısmı elenerek ayrıldığı takdirde geriye kalan kısmın tane dağılımı 2 nurnaralı sürekli çizgi şeklinde olacaktır. Bu dağılımı kısmen  $A_{32}C_{32}$  eğrileri dışına düştüğü için uygun değildir. Bu nedenle karışımın önce düzenlenmesi ve Şekil - 5' te seçilen 3 numaralı eğriye uygun hazır karışık agregada haline getirilmiş olması, gerekir.

- Tane Sınıflarına Ayırma :

Yapılacak betonun sınıfı BS 25 olduğu için agregayı Çizelge - 2 ye uygun olarak 2 veya 3 tane sınıfına ayırarak gereklidir. Agregada tane şekli ve su emme oranının her tane sınıfı için yaklaşık aynı olduğu daha önce belirlenmiş olduğu için 0/4, 4/32 olarak iki -tane , sınıfına ayırarak yeterlidir.

- Su - çimento oranı (w)

Yapı (kolon) sık sık donma çözülmeye maruz kalacağı ve hava sürükleyici katkı maddesi kullanılmayacağı için, su/çimento oranı, Çizelge - 4 'ün 2. satırından  $W/C =$  en çok 0,53 olarak bulunur. Su/çimento oranını seçebilmek için basınç dayanımı gözönünde alınarak tahkik yapmak gerekir. BS 25 için 28 günlük karakteristik silindirik basınç dayanımının (  $f_{ck}$  ),  $250 \text{ kgf/cm}^2$  olduğu ve örneğimizde, standard sapmanın bilinmediği kabul edildiğine göre, karışımın hesabına temel alınacak ortalama Basınç - dayanımı (  $f_{cm}$  ) Çizelge - 3 ten  $310 \text{ kgf/cm}^2$  olarak bulunur . Bu dayanımı elde edebilmek için gerekli su/çimento oranı Çizelge - 5 in 4 üncü ve 3 cü satırlarındaki  $W/C$  değerinden yararlanarak  $W/C=0,54$  olarak bulunur. Su/çimento oranının bu değeri (Çizelge - 4 ten elde edilen en fazla 0.53 değerinden büyük olduğu için hesap değeri olarak  $W/C=0,53$  seçilecektir .

-Çökme değeri

Çökme Değeri , Çizelge 7 'nin 3. satırını 1. ve 2 . sütunlarının yaklaşık ortalaması olarak 7 cm alınabilir.

- Karışım suyu miktarı

Çizelge - 6 da, 7 cm çökme değerine ait satırın  $B_{32}$  ye ait sütunundan (kullanılacak agreganın dağılımı  $B_{32}$  ye yakın olduğu için) 160 lt olarak bulunur.

- Hava Miktarı

Çizelge - 6 da karışım suyunun alındığı kolondan %1 olarak bulunur. Bu,  $1000 \text{ dm}^3$  beton için  $10 \text{ dm}^3$  hava miktarına karşı gelir.

- Çimento Miktarı

Madde 2.7.2.1 deki bağıntı yardımı ile



$$C = \frac{160}{0,53} = 302 \text{ kg}$$

olarak hesaplanır .

- Çimento Hacmi  
1000 dm<sup>3</sup> betonda bulunacak çimento hacmi

$$\frac{C}{\bar{\delta}_c} = \frac{302}{3.15}$$

olarak hesaplanır.

- Agrega Hacmi  
Madde 2.7.2.4 teki bağıntı kullanılarak hesaplanır.

$$\frac{W_a}{\bar{\delta}_a} = 1000 - (96 + 160 + 10) = 734 \text{ dm}^3$$

- Agrega Miktarı

Her tane sınıfı için gerekli agrega miktarı Şekil - 5 ' teki 3 numaralı kalın çizgi ile gösterilen düzenlenmiş tane dağılımına ait değerler kullanılarak :

Tane sınıfı	Karışım oranı	Agrega hacmi dm <sup>3</sup>	Kütlesi kg
0/4	% 40	0,40 x 734 = 294	294 x 2.80 = 823
4/32	% 60	0,60 x 734 = 440	440 x 2.80 = 1232

ÇİZELGE - 8 1 m<sup>3</sup> Dökülmüş ve Sıkıştırılmış Beton İçin Hesaplanan Malzeme Miktarı

MALZEME ADI	KÜTLESİ kg	YOĞUNLUĞU kg/dm <sup>3</sup>	Birim Ağırlığı	GERÇEK HACİM dm <sup>3</sup>	GÖRÜNÜR HACİM dm <sup>3</sup>
ÇİMENTO	302	3,15		96	
SU	160	1		160	
HAVA	+	-		10	
Çimento+Su+Hava	462			266	
AGREGA				734	
0/4 (%40)	823	2,80		294	
4/32 (%60)	1232	2,80		440	
TOPLAM BETON	2517		2,52	1000	1000

- Deney Karışımlarının Ayarlanması

Elekten getirilen düzenlenmiş doğal karışık agrega elenerek, 0/4, 4/32 tane sınıfları , 3 numaralı eğriye uygun ve özet tablosunda gösterildiği gibi 823 kg ve 1232 kg olacak şekilde bir dağılım düzenlemesi yapılır. Sonra karışım hesaplarına uygun olarak 3 beton basınç deney numunesinin hazırlanmasına geçilir. Numuneler hazırlanırken, Çizelge - 6 dan 160 litre olarak bulduğumuz su miktarı ile 7 cm lik çökme değeri elde edemediğimizi, 20dm<sup>3</sup> fazlası ile, 180 dm<sup>3</sup> suyun gerekli olduğunu bulduğumuzu kabul edelim. Bu durumda su / çimento oranı

$$W = \frac{100}{302} = 0.60 \text{ olur. Halbuki bu oranın } 0.53 \text{ olması gerektiğinden,}$$

karışım oranlarının ayarlanması gerekir. 20 dm<sup>3</sup> fazla su ilave edilmesi ile elde edilecek beton 1020 dm<sup>3</sup> hacim edeceği için 1000 dm<sup>3</sup> lik bir beton için

$$180 : \frac{1020}{1000} = 176 \text{ litre su kullanılması gerekir .}$$

Su / çimento oranının w = 0,53 olarak sağlanabilmesi için gerekli çimento miktarı ise

$$\frac{176}{0,53} = 332 \text{ kg dır .}$$

Bu duruma göre agrega miktarı:

$$0/4 : 0,40 \times \left[ 1000 - \left( \frac{332}{3.15} + 176 + 10 \right) \right] = 0,4 \times 709 = 284 \text{ dm}^3$$

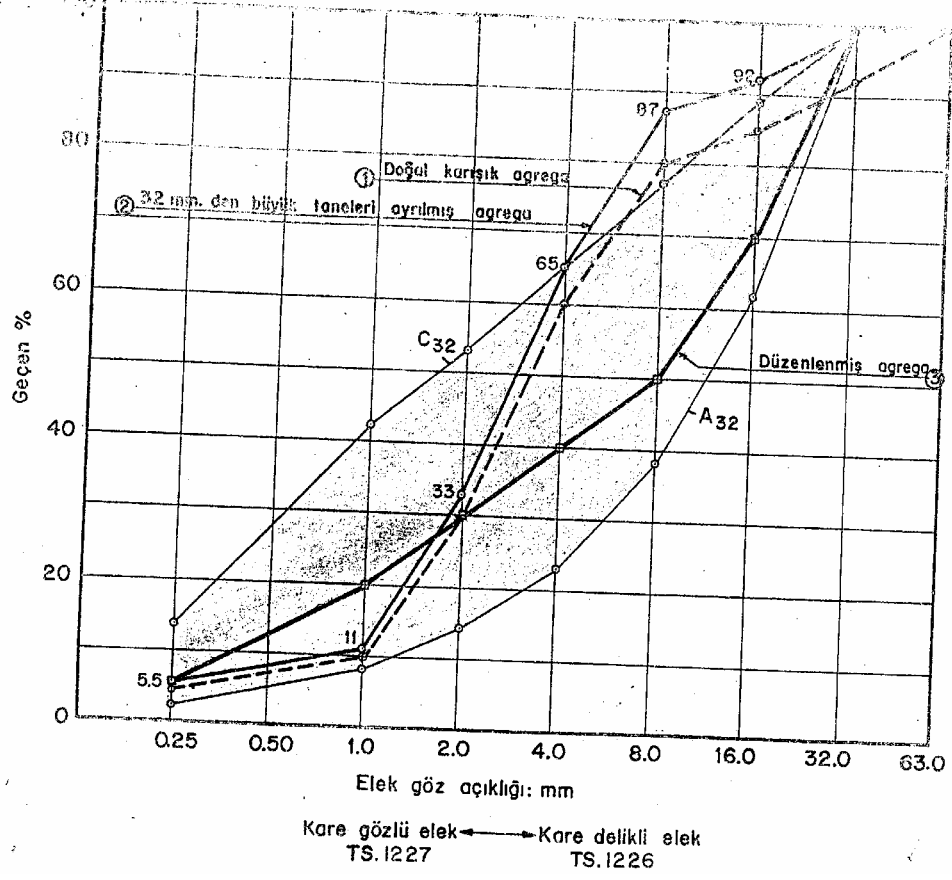
$$4/32 : 0,60 \times \left[ 1000 - \left( \frac{332}{3.15} + 176 + 10 \right) \right] = 0,6 \times 709 = 425 \text{ dm}^3$$

$$0/4 : 284 \text{ dm}^3 \times 2.80 = 795 \text{ kg}$$
$$4/32 : 425 \text{ dm}^3 \times 2.80 = 1190 \text{ kg}$$

Bu durumda ayarlanmış deney karışımı aşağıdaki gibi olacaktır .

ÇİZELGE – 9 1 m<sup>3</sup> Dökülmüş ve Sıkıştırılmış Beton İçin Hesaplanan Nihai Malzeme Miktarı

MALZEME	KÜTLE ( kg )	HACİM (dm <sup>3</sup> )	TOLERANS %
ÇİMENTO	332	105	-
	176	176	-
HAVA		10	-
0/4	795	284	-
4/32	1190	425	-
TOPLAM	2493	1000	± 0,5



Şekil : 5 - AGREGANIN TANE DAĞILIMI