

3. Bölüm

Agregalar

Bölüm 3

AGREGALAR

3.1 Giriş



Kum, çakıl, kırmataş, curuf gibi çeşitli büyüklükteki taneli malzemelere *Agrega* denir.



- ✓ MİNERAL KÖKENLİ,
- ✓ DEĞİŞİK BOYUTLU,
- ✓ SERT TANELER

BETONUN % 60 - % 80'İ AGREGA



AKILCI SEÇİM!

- ✓ Amerikan standartlarından ASTM D8: agregayı, “Harç veya beton oluşturmak amacıyla bir bağlayıcı madde ile veya temel tabakaları, demiryolu balastlarında, vb. işlerde tek başına kullanılan kum, çakıl, deniz kabuğu, cüruf ya da kırmataş gibi mineral kompozisyonlu granüler (taneli) bir malzemedir” şeklinde tanımlamaktadır.



- ✓ **Agregalar,**
betonun hacim olarak %60-%80'ini oluşturur.

- ✓ Bitümlü yol kaplamalarının ağırlıkça % 90-95, hacimce %75-85'ini agregalar oluşturmaktadırlar.



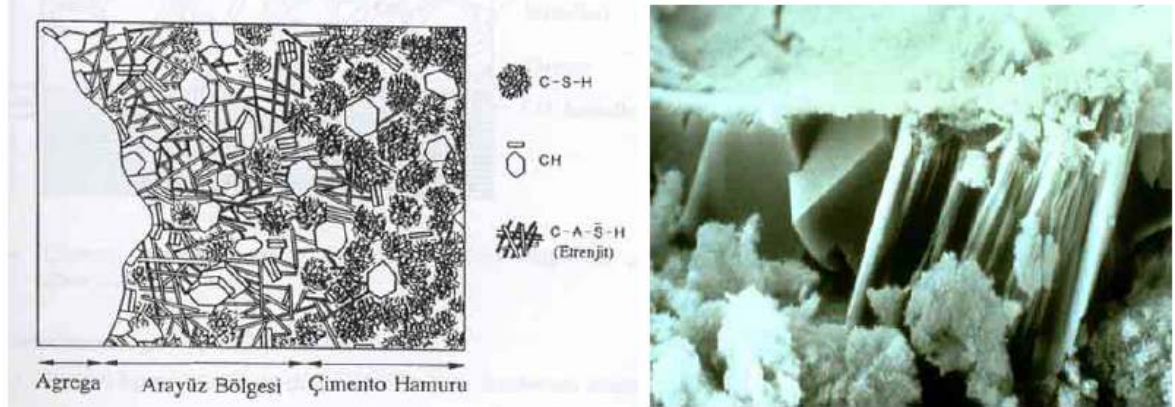
- ✓ **Agrega taneleri,**
çimento hamurunun zamana bağlı olarak gösterebileceği hacim değişikliği (büzülme-genleşme) ve buna bağlı olarak oluşabilecek çatlakları azaltır, sert ve yüksek dayanımları nedeniyle betonun çevre koşullarına dayanıklılığını ve dayanımını artırır.



- ✓ Agreganın çimento ile genellikle kimyasal etkileşime girmesi istenmez. Çimento hamuru ile agrega arasındaki bağlantı fiziksel ve mekanik özellik taşır. Bu bağlantıya “aderans” adı verilir.

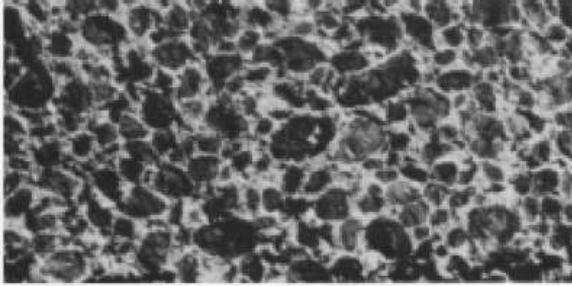
- ✓ Beton karışımlarında agrega dayanımı yüksek ise; kırılma çimento hamuru ve özellikle çimento hamuru, agrega yüzeyinde oluşur.

- ✓ Eğer agrega zayıf ise; kırılma agrega içinde oluşur.

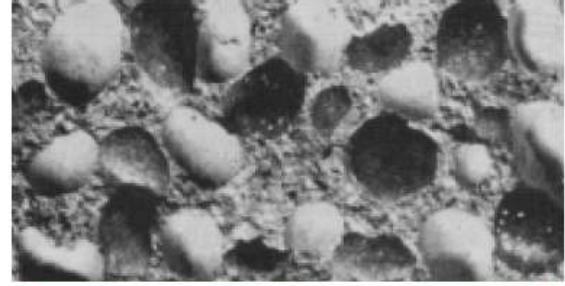


✓ Beton karışımlarında agrega dayanımı yüksek ise kırılma çimento hamuru ve özellikle çimento hamuru, agrega yüzeyinde oluşur.

✓ Eğer agrega zayıf ise kırılma agregada oluşur.

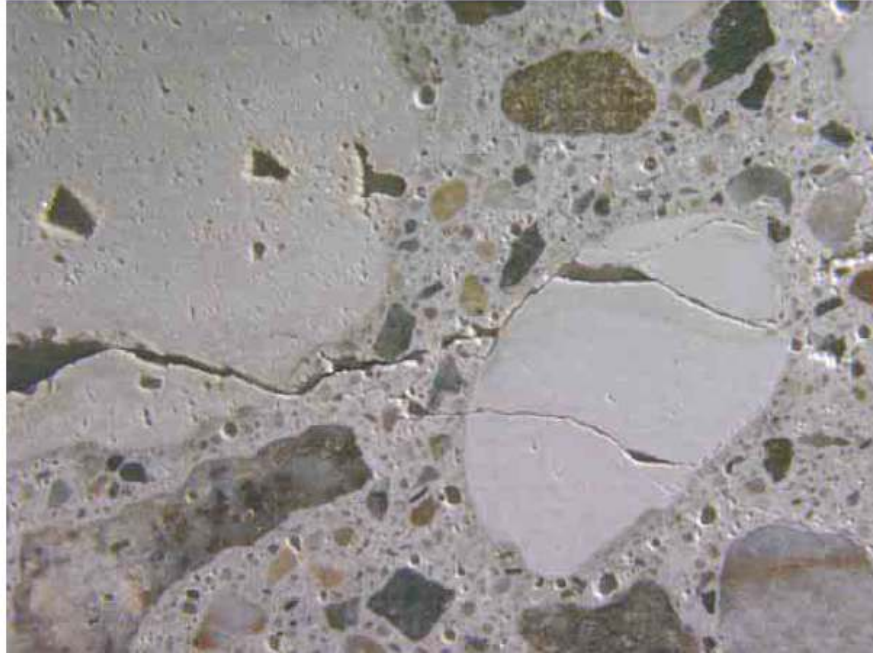


✓ Hafif (zayıf) agregada kırılma



✓ Doğal agregalı betonda ara yüzeyden kırılma

✓ Eğer agrega zayıf ise kırılma agregada oluşur.



✓ ÖZELLİKLER (NORMAL BETON İÇİN)

- SERT
- TEMİZ
- YÜKSEK DAYANIMLI
- KİMYASAL ETKİLERE DAYANIKLI
- İNERT
- ADERANSI - FİZİKSEL BAĞ

➔ AGREGA KAYNAKLARI

- ✓ Agregalar genel olarak;
doğal agregalar, işlenmiş doğal agregalar ve yapay agregalar
olarak sınıflandırılmaktadır.

DOĞAL



Çakıl

Kırmataş

YAPAY



Genleştirilmiş kil

Curuf

- ✓ Çakıl ve kum doğal agregalar olup, ocak ve dere malzemelerinin tipik birer örneğidir.



Çakıl: 63 mm ile 4 mm



Kum: 4 mm ile 63 μ m



Silt: 63 μ m - 2 μ m
Kil: 2 μ m altı

- ✓ Kum ve çakılın bir arada bulunduğu malzemeye tüvenan agregası adı verilir.

- ✓ Doğal agregalardan çakıl ve kum; derelerden, eski dere yataklarından oluşan ocaklardan, denizden, ova, teras ve çöllerden sağlanır.



✓ Dış etkenlere maruz kayalar doğadaki hem fiziksel hem de kimyasal birçok süreç tarafından aşındırılmakta ve bozulmaktadır

✓ Bu bozulma süreçleri sonucu açığa çıkan ürünler, rüzgar, su, yerçekimi, ya da buzul hareketleri ile taşınmakta ve çeşitli formlarda zemin minerali olarak çökelmektedir.

✓ Buzul alanlardaki çökeltilerde bulunan yuvarlak taş ve çakıl taşları bunlara bir örnektir. Diğer bir örnek ise, akarsulardaki pürüzsüz ve yuvarlak çakıl ve kum taneleridir.

✓ Karaların çok içerlerine kadar girmiş olan plaj kumları üniform boyutlu malzemeler olmakla birlikte, nehir kumları sıklıkla büyük miktarlarda çakıl, silt ve kil içermektedir.

✓ Bu tip agregalar genellikle kırma, eleme, yıkama gibi işlemlerden sonra kullanılır. Ancak, doğada hiç bir işlem gerektirmeyen temiz, uygun yapı ve dağılımda agrega da bulunabilir.





✓ Deniz kumu temiz ve homojen olmasına karşın içinde tuz bulundurur.

✓ Tuz, Çelik donatıyı paslandırdığından zararlıdır. Ayrıca tuz, rutubeti çektiğinden, tuzlu kum kullanılan yapıların nemli olmasına yol açar.



✓ Deniz kumlarında ayrıca midye, istiridye kabukları vb. canlı kalıntıları bazı durumlarda sorunlar çıkartır; betonun yerleşmesini güçleştirir, düşük dayanımlı taneler oluşturur,

✓ Çöl ve ova kumları ise temiz olmalarına ve tuz içermemelerine rağmen, yalnızca ince tanelerden oluştuğundan, beton yapımı için genellikle uygun değildir.



İŞLENMİŞ AGREGALAR (KIRMATAŞ AGREGALAR)

✓ İşlenmiş agregalar, kırılmış ve elenmiş doğal kayaları kapsamaktadır.



✓ Bazen çakıllar da beton karışımlarına daha uygun hale getirilmek amacıyla kırılmaktadır.

✓ Kırma işlemi yuvarlak parçacıkları daha köşeli hale getirmek suretiyle, tane şeklini ve tane boyut aralığını ve dağılımını iyileştirmektedir.



✓ Kırmataş, ana kayaçların veya büyük taşların, tüm agrega parçalarının kırılmış bir yüzeye sahip olacak şekilde kırılması sonucu oluşmaktadır.



✓ Kırmataş imalatında öncelikle ana kayaçlar taş ocağında patlatma yöntemiyle parçalanmakta, daha sonra konkasörler tarafından kırılarak boyutsal olarak küçültülmektedir.



✓ Konkasörün uygun bir şekilde ayarlanması ile istenen boyutlarda agrega elde edilir.

✓ Kırılmış ürün, istenilen agrega boyutlarının elde edilmesi için eleklerden geçirilmektedir.

MODERN KONKESÖR



✓ Mıcır adı da verilen kırmataş agregalar genelde kaba (>4 mm) ince (4 mm $> x > 63$ μ m) ve mineral filler (< 63 μ m) olmak üzere üç boyutta üretilir.



Kaba 15-25



Kaba 5-15



ince 0-5



Filler

- ✓ İri agregaların üretilmesinden sonra, konkasörden arta kalan silt'e karşılık gelen kırma kuma **filler**, **mıdır tozu** veya **taşunu** adı da verilir.



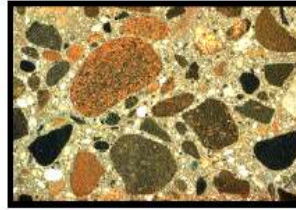
21

DOĞAL AGREGALAR

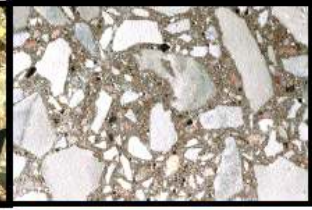


Çakıl

Kırma taş



Çakıl agregalı beton



Kırma taş agregalı beton

- ✓ Tane dağılımının düzgün olması ve temiz olması durumunda, kırma taş agregalar pürüzlü ve köşeli yüzeyleri nedeniyle çimento harcı ile iyi bir şekilde bağlanabilmektedir.
- ✓ Kırma taşların pürüzlü olmaları nedeni ile işlenebilirlik azalmaktadır.
- ✓ Kırma taşların doğal hallerinden kırılmış olmaları nedeni ile köşeleri zayıf olabilmekte, dolayısıyla beton dayanımını olumsuz etkileyebilmektedir.



YAPAY AGREGALAR



Genleştirilmiş kil

Curuf

- ✓ İmalat ürünü agregalar nispeten yeni malzemelerdir. Tipik olarak, bunlar hafif ağırlıklı olup, genellikle hafif beton imalatında tercih edilmektedir.

- ✓ Tipik olarak, bunlar hafif ağırlıklı olup, genellikle hafif beton imalatında tercih edilmektedir.

- ✓ Yüksek fırın cürufu en yaygın kullanılan yapay agrega türüdür.



GERİ DÖNÜŞTÜRÜLMÜŞ BETON



➔ GERİ DÖNÜŞTÜRÜLMÜŞ BETON



➔ ATIK AGREGALAR



Tuğla Kırığı



**BETONDA KULLANILABİLEN
MİNERAL VE KAYALAR**

- KİREÇTAŞI
- BAZALT
- GRANİT
- DİYABAZ
- SİYANİT
- MERMER
- BARİT

**BETONDA KULLANILAMAYAN
MİNERAL VE KAYALAR**

- ANDEZİT
- ALÇITAŞI
- KİLTAŞI
- KUMTAŞI
- KUVARS DIŞINDAKİ SİLİKA MİNERALLERİ
- FELDSPATLAR
- SÜLFAT MİNERALLERİ

ANCAK DENEY YAPILMADAN KARAR VERİLEMEZ!**İSTENMEYEN KAYAÇLAR**

- a) Dayanımı düşük kayalar. Genellikle boşluklu, yapraksı, ince yapılı kayaçların basınç dayanımı gibi mekanik özellikleri çok düşüktür.
- b) Su etkisinde hacim değişikliği yapanlar.
- c) Betonda sülfat etkisi oluşturanlar.
- d) Çimento ile alkali-agrega reaksiyonu yapanlar.
- e) Değişik kimyasal reaksiyon yapanlar.

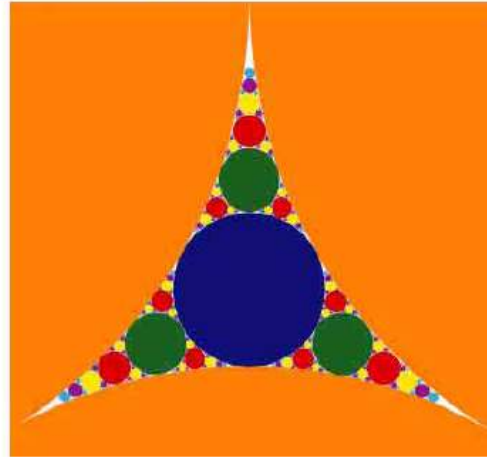
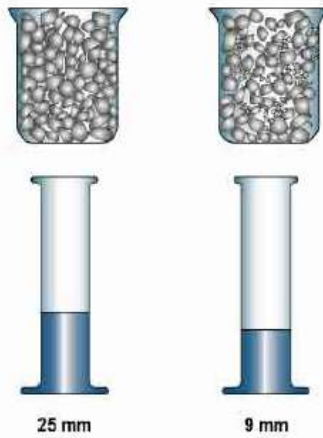
AGREGA DENEYLERİ

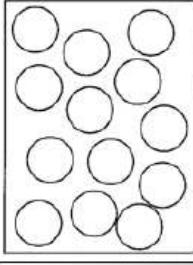
- ➔ Elek analizi
- ➔ Agreganın incelik modülü tayini
- ➔ Agreganın sıkışık, gevşek birim hacim ağırlığının bulunması
- ➔ Şekilsiz agreganın birim hacim ağırlığı (Parafin ile)
- ➔ Agreganın su muhtevasının bulunması
- ➔ İnce agregada yabancı organik madde bulunması
- ➔ Agreganın 63 µm elekten geçen kısmının bulunması
- ➔ Agreganın özgül ağırlığının bulunması
- ➔ Los Angeles deneyi ile kaba agrega aşınma kaybının bulunması
- ➔ Agregadaki hafif malzeme yüzdesinin bulunması (Özgül Ağırlığı 2'den az olan)
- ➔ Kusurlu malzeme yüzdesi tayini
- ➔ Klorür miktarı tayini
- ➔ Sülfat miktarı tayini
- ➔ Dona dayanıklılık
- ➔ Elastisite modülünün bulunması
- ➔ Alkali-Agrega Reaktivite Deneyi
- ➔ Agregada kuruma çekmesi tayini



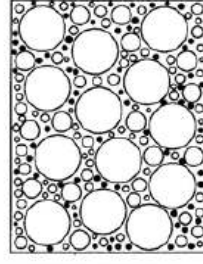
GRANÜLOMETRİ – TANE DAĞILIMI

- ✓ Çimentonun beton karışımı içindeki en pahalı bileşen olması nedeniyle, **gerekli işlenebilirlik, dayanım ve kalıcılık özelliklerinin sağlanması koşulu ile** karışımdaki çimento hamuru gereksiniminin en aza indirilmesi gerekmektedir.
- ✓ Bu nedenle, karışımda kullanılacak agreganın granülometrisi, başka bir deyişle tane boyutu dağılımı, işlenebilir bir beton için gerekli olan çimento hamuru ihtiyacının belirlenmesi açısından da önemli bir karakteristiktir.
- ✓ Çimento hamuru miktarı, **agrega taneleri arasındaki doldurulması gereken boşluk miktarı ve çimento hamuru ile sarılması gereken agrega toplam yüzey alanı ile** doğrudan ilgilidir.

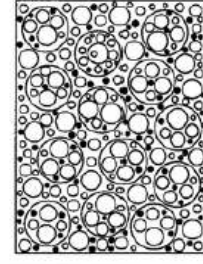




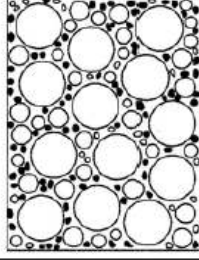
tek boyutlu



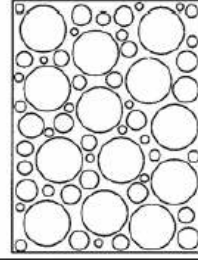
Sürekli gradasyon



D_{max} 'ın küçültülmesi



kesikli gradasyon



yalnız iri agrega gradasyonu

**YALNIZCA İRİ
GRADASYON**



✓ **Granülometri bileşimi**, agrega içinde boyutları belirli limitler içinde kalan tanelerin ne oranlarda olduğunu açıklar.

✓ Bu amaçla, kullanılmadan önce agreganın **granülometrik bileşiminin elek analizi deneyi** ile saptanıp, belirli sınırlar içinde kalıp, kalmadığı kontrol edilmelidir.



✓ Bir agrega tanesinin geçebildiği en küçük eleğin delik çapı veya kenar uzunluğu o tanenin çapı olarak adlandırılır.

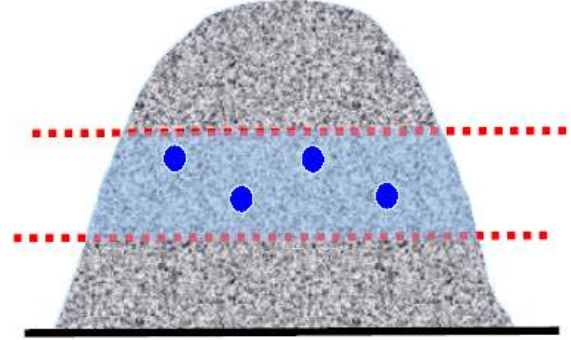
AGREGANIN SINIFLANDIRILMASI

•70mm	31.5mm	BALAST
•31.5mm	4mm	İRİ AGREGA
•4mm	60 μ	İNCE AGREGA
•60 μ	2 μ	SİLT
•2 μ	ALTI	KİL



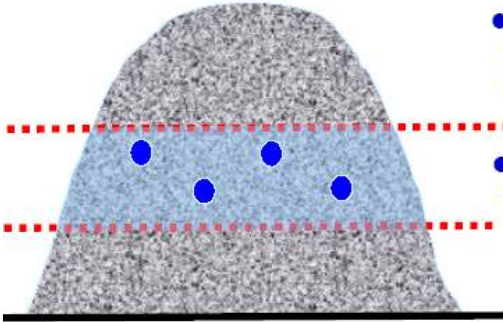


ÖRNEK ALMA : ÇEYREKLEME YÖNTEMİ



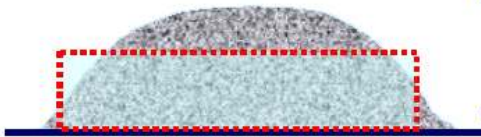
•AGREGA YIĞINININ ORTA BÖLGESİ TESPİT EDİLİR.

•BU BÖLGENİN DEĞİŞİK YERLERİNDEN ÖRNEK ALINIR



•AGREGA YIĞINININ ORTA BÖLGESİ TESPİT EDİLİR.

•BU BÖLGENİN DEĞİŞİK YERLERİNDEN ÖRNEK ALINIR



•ALINAN ÖRNEK BİR YÜZEYE BOŞALTILIR.

•OLUŞAN YIĞIN YAKLAŞIK SİLİNDİR HALE GETRİLİR.





•ÖRNEK YAKLAŞIK DÖRDE BÖLÜNÜR.

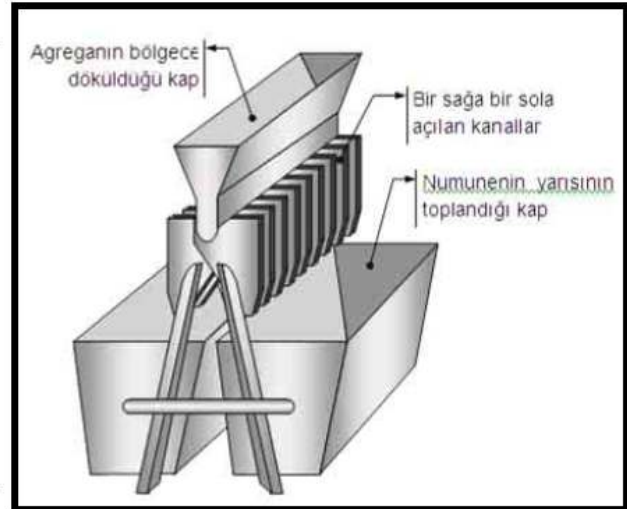
•İKİ ÇEYREK PARÇA ALINARAK YENİ BİR KARIŞIM YAPILIR.



•YENİ OLUŞTURULAN YIĞIN DA DÖRDE BÖLÜNÜP KARŞILIKLI İKİ PARÇASI ALINARAK DENEY YAPMAK ÜZERE KARIŞTIRILIR..



ÖRNEK ALMA : BÖLGEÇ





ELEK ANALİZİ

- ✓ Örnek alınan yığıcı temsil ettiği varsayılan malzeme $105\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklıktaki etüvde 24 saat bekletilerek kurutulur.



- ✓ Etüvden kuru malzeme değişik elek açıklığı olan eleklerin üzerine boşaltılarak, sarsma uygulanır.



✓ Elle



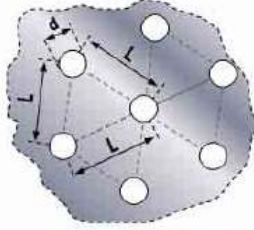
✓ Otomatik eleme





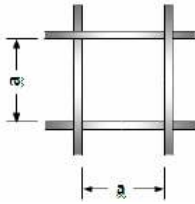
ELEK TIPLERİ

Dairesel delikli



$$1.25a \cong d$$

Kare gözlü



- ✓ TSE'nin eski agrega şartnamelerinde hem dairese delikli hem de kare gözlü eleklerle yer verilmiştir.
- ✓ Yeni şartnamelerde ise elek açıklıkları kare gözlü olarak saptanmıştır

ELEK SERİLERİ

	Agrega Elek Serileri Kare gözlü (TS 130) Elek Açıklığı (mm)	Kare gözlü elekler (ASTM C-136)	
		Elek No	Elek açıklığı (mm)
Kaba agrega	125.0	6"	152.2
	90.0	5"	127.0
	63.0	3.5"	88.9
	31.5	3"	76.2
	16.0	2.5"	63.5
	8.0	2"	50.8
		1.5"	38.1
		1"	25.4
İnce agrega	4.0	¾"	19.05
	2.0	½"	12.70
	1.0	3/8"	9.53
	0.5	4	4.76
	0.25	8	2.38
	0,063	16	1.19
		30	0.59
		50	0.297
	100	0.149	
	200	0.075	

NORMAL BETONDA KULLANILAN ELEK SERİLERİ



$D_{max} = 32 \text{ mm}$

Agrega Elek Serileri
Kare gözlü Elek Açıklığı
(mm)

31.5

16.0

8.0

4.0

2.0

1.0

0.5

0.25

Elek altı



✓ Eleklerde sarsma işlemi tamamlandıktan sonra her elek üzerinde ve elek altında kalan kısımlar ayrı ayrı tartılır.



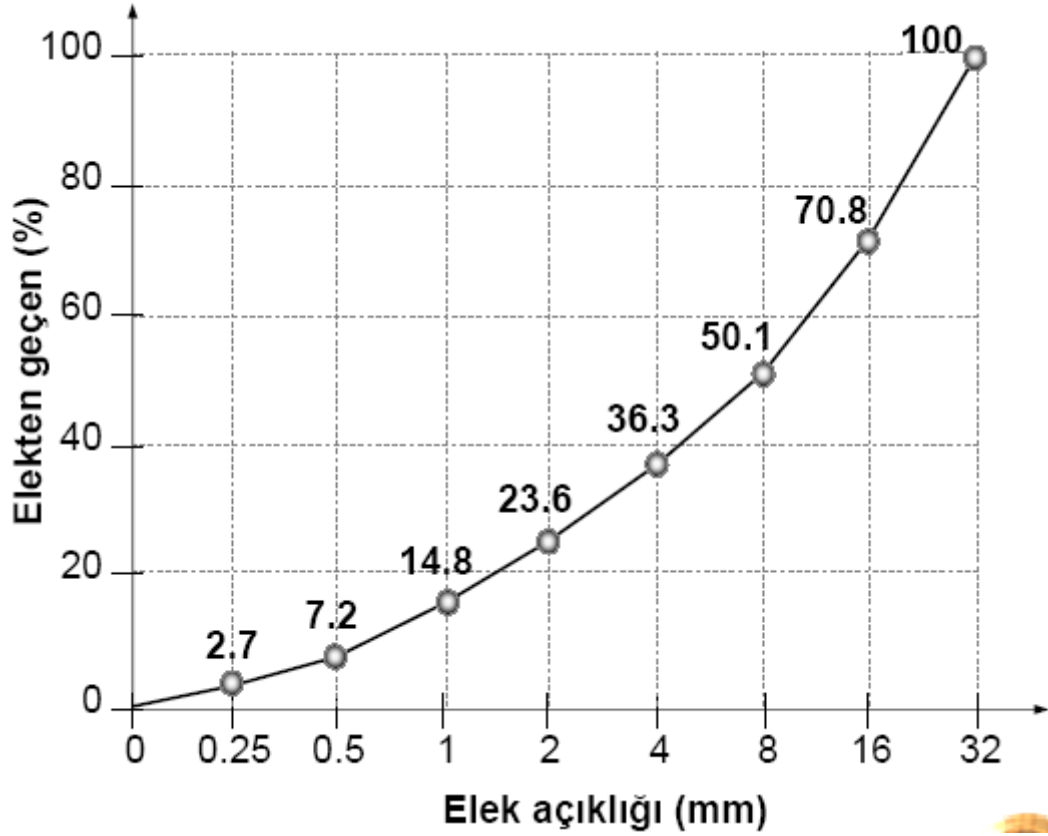
✓ Elekte kalan ağırlıklar bir çizelge üzerine yazılır.

Elek No (mm)	Elek üstünde kalan ağırlık (g)	Elek üstünde kalan yığışimli ağırlık (g)
32	-	-
16	2018	2018 + 0 = 2018
8	1427	2018 + 1427 = 3445
4	949	3445 + 949 = 4394
2	876	4394 + 876 = 5270
1	612	5270 + 612 = 5882
0.5	522	5882 + 522 = 6404
0.25	311	6404 + 311 = 6715
Elek altı	185	6715 + 185 = 6900

Elek No (mm)	Elek üstünde kalan ağırlık (g)	Elek üstünde kalan yığışimli ağırlık (g)	Elek üstünde kalan yığışimli q (%)
32	-	0	0
16	2018	2018	$(2018/6900) \times 100 = \mathbf{29.2}$
8	1427	3445	$(3445/6900) \times 100 = \mathbf{49.9}$
4	949	4394	$(4394/6900) \times 100 = \mathbf{63.7}$
2	876	5270	$(5270/6900) \times 100 = \mathbf{76.4}$
1	612	5882	$(5882/6900) \times 100 = \mathbf{85.2}$
0.5	522	6404	$(6404/6900) \times 100 = \mathbf{92.8}$
0.25	311	6715	$(6715/6900) \times 100 = \mathbf{97.3}$
Elek altı	185	6900	$(6900/6900) \times 100 = \mathbf{100}$

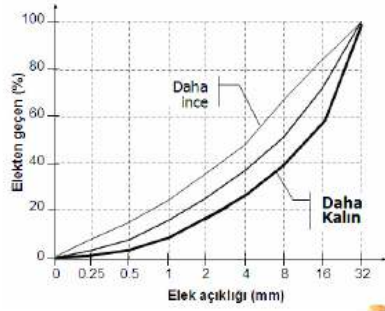
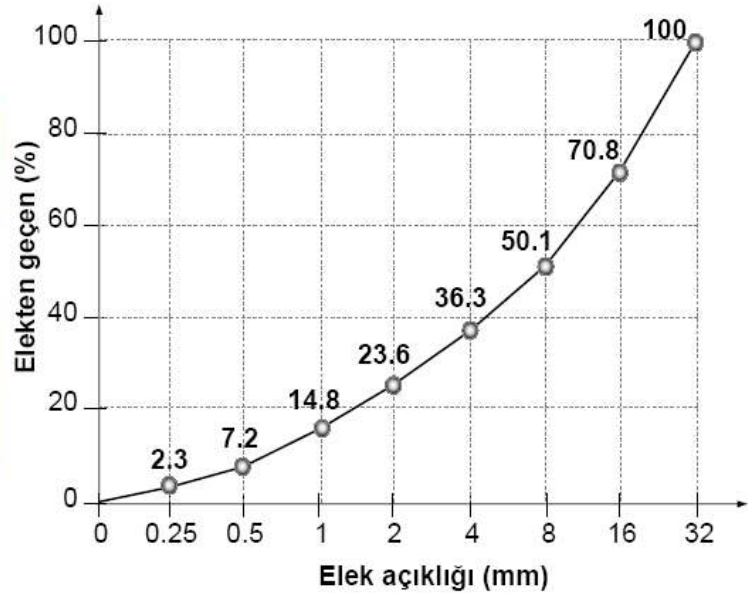
Elek No (mm)	Elekten geçen yığışimli p (%)
32	100
16	70.8
8	50.1
4	36.3
2	23.6
1	14.8
0.5	7.2
0.25	2.7
Elek altı	0

Yatay eksende elek no
Düşey eksende elekten geçen yığışimli
yüzdeler olacak şekilde grafik çizilir.



✓ 4mm'den küçük çaplı malzemelerin oranı %36.3' tür.

✓ Diğer bir deyişle malzemenin %36.3'ü ince agrega, %63.7'si iri agregadır.



GRANÜLOMETRİSİ DÜZGÜN BETON ÖRNEKLER



GRANÜLOMETRİSİ BOZUK BETON ÖRNEKLER (KİLLİ ve İRİ AGREGASIZ, ADERANSI YOK)



**GÖLCÜK'te YIKILMIŞ BAZI YAPILARDAN
ALINMIŞ BETON ÖRNEKLERİ-1999**

GRANÜLOMETRİSİ BOZUK BETON ÖRNEKLER (KİLLİ ve İRİ AGREGASIZ, ADERANSI YOK)



**GRANÜLOMETRİSİ BOZUK, BOŞLUKLU
BETON OLMASI GEREKEN MALZEMELER!!!!!!**

67



**GRANÜLOMETRİSİ BOZUK,
BETON OLMASI GEREKEN MALZEMELER!!!!!!**



KARIŞIM GRANÜLOMETRİSİ

- ✓ Genellikle doğada bulunan malzemeler bu granülometri değerlerine uymaz. Ancak biri fazla kalın, diğeri fazla ince iki malzemeyi belirli oranlarda karıştırarak, istenen sınırlarda kalan bir karışım elde edilebilir.



- ✓ Bazen istenen granülometride karışım elde edebilmek için, dört-beş ayrı malzemenin belirli oranlarda karıştırılması gerekebilir.



✓ Sorun bu agregaların hangi oranlarda karıştırılacağını bulabilmektir.



✓ Ancak elek ve malzeme sayılarının değişebilmesi nedeniyle, istenen granülometride karışım elde edilebilmesi için, karışım oranları cebirsel denklemler kurularak çözülemez. Bu oranlar deneme sınaama yöntemiyle bulunabilir.

3 veya daha fazla agregaya karışımı için en ideal çözüm



deneme yanılma metodudur.

