YAPI MALZEMESİ

5

AGREGALAR



Yrd. Doç. Dr. Hayri ÜN

Pamukkale Üniversitesi

2007 - BAHAR

AGREGA





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

BETONUN % 60 - % 80'İ AGREGA → **AKILCI SEÇİM !**

AGREGA



- ✓ **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.**







AGREGA



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

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





AGREGA



- **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.

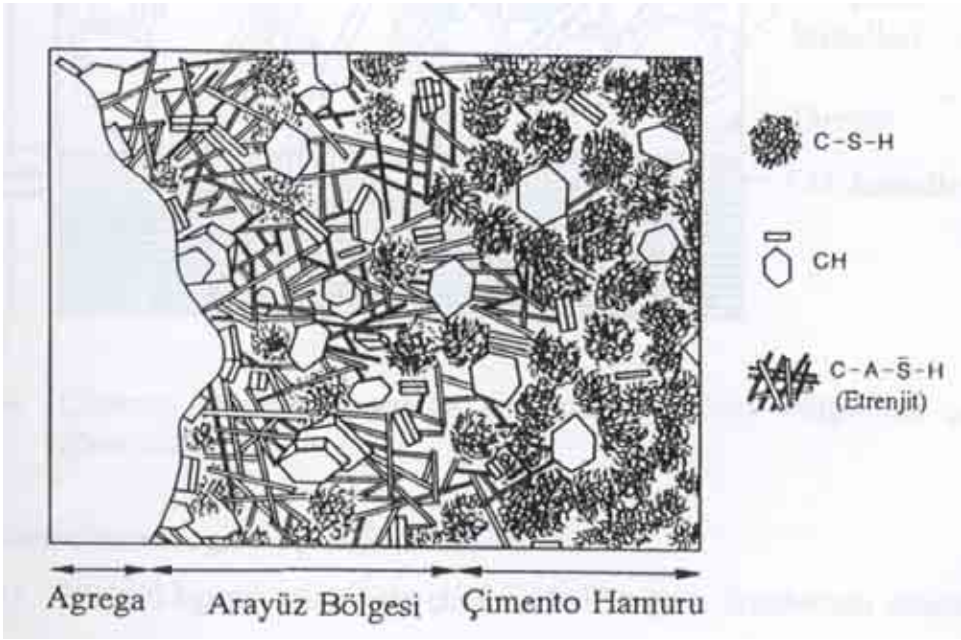


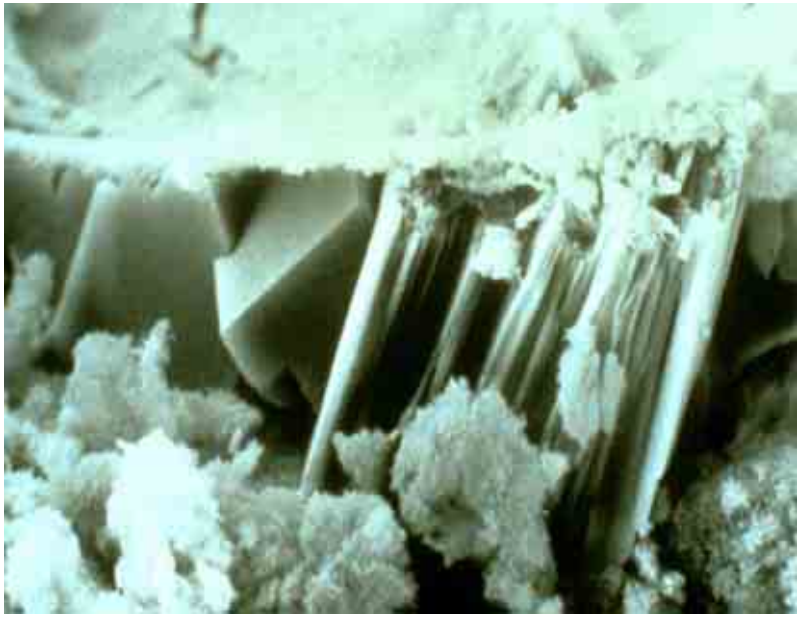
- Agreganın çimento ile genellikle kimyasal etkileşime girmesi istenmez. Çimento hamuru ile agrega arasındaki bağlantı fiziksel ve mekanik özellik taşır. Bu bağlantıya "aderans" adı verilir.

AGREGA



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

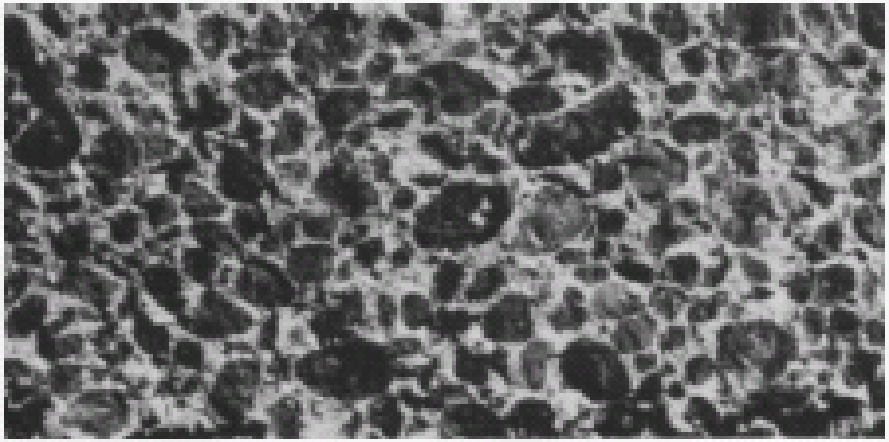




AGREGA



- ✓ 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

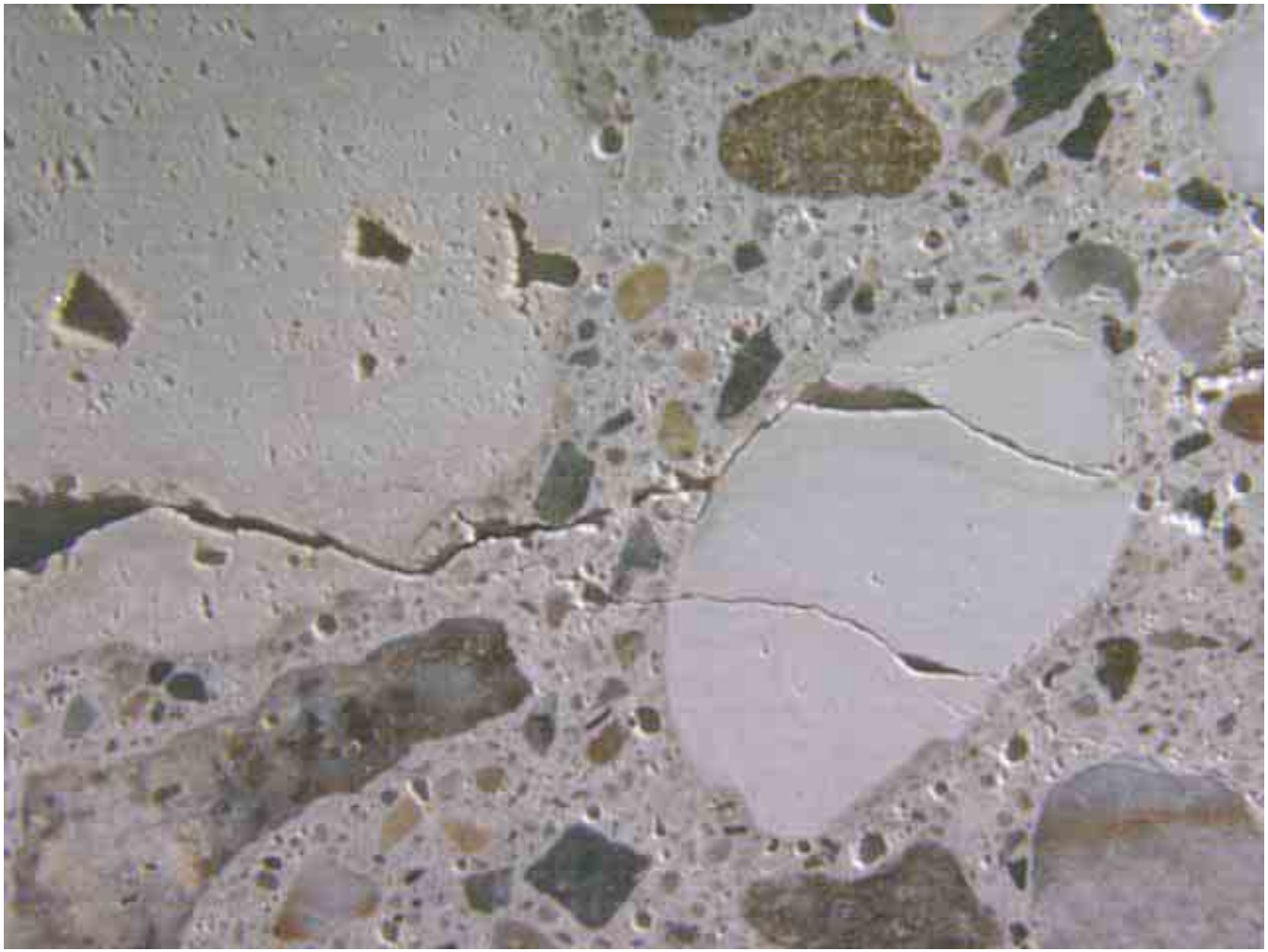


✓ Doğal agregalı betonda ara yüzeyden kırılma

AGREGA



- ✓ Eğer agrega zayıf ise kırılma agregada oluşur.



AGREGA



✓ ÖZELLİKLER (NORMAL BETON İÇİN)

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

AGREGA



AGREGA KAYNAKLARI

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

DOĞAL



Çakıl

Kırmataş

YAPAY



Genleştirilmiş kil

Curuf

AGREGA



DOĞAL AGREGALAR

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



Çakıl: 63 mm ile 4 mm



Kum: 4 mm ile 63 μm



Silt: 63 μm - 2 μm
Kil: 2 μm altı

AGREGA



DOĞAL AGREGALAR

- ✓ Kum ve çakılın bir arada bulunduğu malzemeye tüvenan agrega adı verilir.
- ✓ Doğal agregalardan çakıl ve kum; derelerden, eski dere yataklarından oluşan ocaklardan, denizden, ova, teras ve çöllerden sağlanır.







AGREGA



DOĞAL AGREGALAR

- ✓ Dış etkenlere maruz kayaçlar 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.

AGREGA



DOĞAL AGREGALAR

- ✓ 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.







AGREGA



DOĞAL AGREGALAR





- ✓ 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,

AGREGA



DOĞAL AGREGALAR

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



AGREGA



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.

AGREGA



İŞLENMİŞ AGREGALAR (KIRMATAŞ AGREGALAR)







- ✓ 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.

AGREGA



İŞLENMİŞ AGREGALAR (KIRMATAŞ AGREGALAR)

MODERN KONKESÖR



AGREGA



İŞLENMİŞ AGREGALAR (KIRMATAŞ AGREGALAR)

- ✓ Mıcır adı da verilen kırmataş agregalar genelde
  - kaba (>4 mm)
  - ince (4 mm > x > 63 μm) ve
  - mineral filler (< 63 μm) olmak üzere

üç boyutta üretilir.



Kaba 15-25



Kaba 5-15



ince 0-5



Filler

AGREGA



İŞLENMİŞ AGREGALAR (KIRMATAŞ AGREGALAR)

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



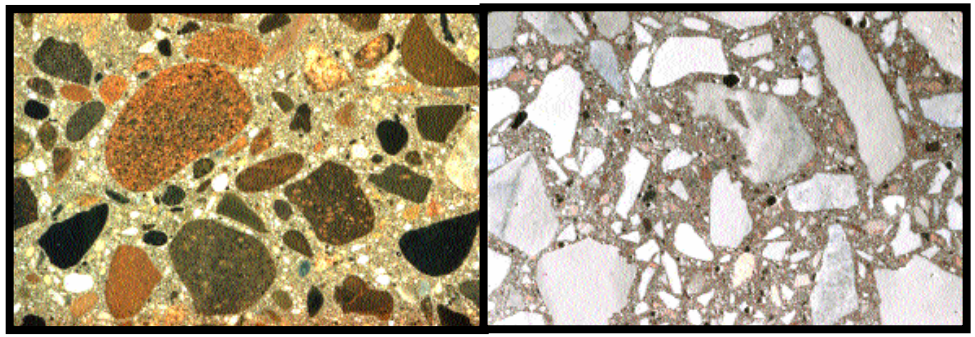
AGREGA



DOĞAL AGREGALAR



Çakıl kırmataş



Çakıl agregalı beton Kırmataş agregalı beton

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

AGREGA



YAPAY AGREGALAR



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

Genleştirilmiş kil **Curuf**

- ✓ Tipik olarak, bunlar hafif ağırlıklı olup, genellikle hafif beton imalatında tercih edilmektedir.
- ✓ Yüksek fırın cürufu en yaygın kullanılan yapay agrega türüdür.

AGREGA

GERİ DÖNÜŞTÜRÜLMÜŞ BETON



AGREGA



GERİ DÖNÜŞTÜRÜLMÜŞ BETON





AGREGA



ATIK AGREGALAR



Tuğla Kırığı



AGREGA



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!

AGREGA



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

AGREGA DENEYLERİ



- 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

AGREGA



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.

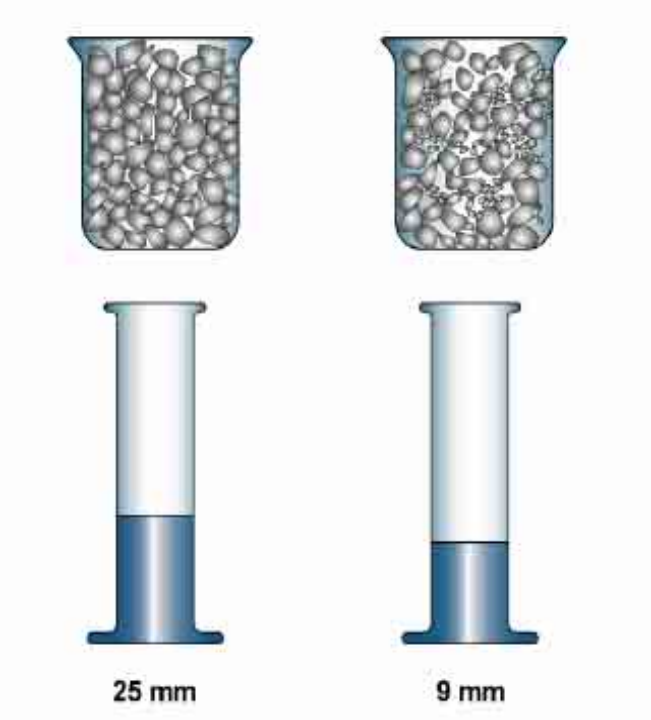
- ✓ Bu nedenle, karışımda kullanılacak agreganın granülometrisi, başka bir deyişle tane boyutu dağılımı, işlenebilir bir beton için gerekli olan çimento hamuru ihtiyacının belirlenmesi açısından da önemli bir karakteristiktir.

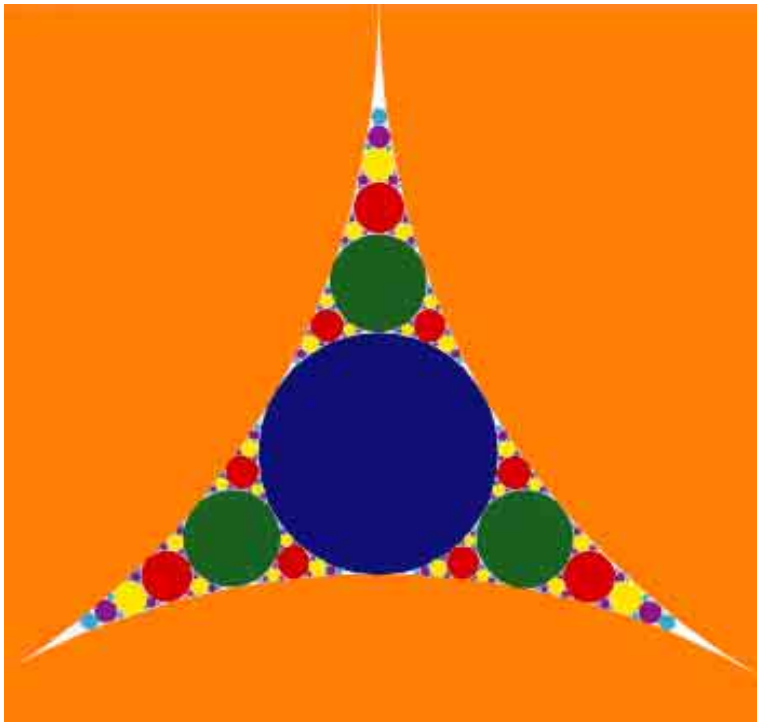
AGREGA



GRANÜLOMETRİ – TANE DAĞILIMI

- ✓ Çimento hamuru miktarı, agrega taneleri arasındaki doldurulması gereken boşluk miktarı ve çimento hamuru ile sarılması gereken agrega toplam yüzey alanı ile doğrudan ilgilidir.

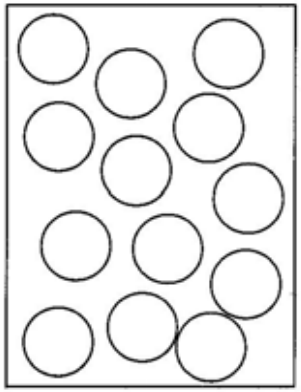




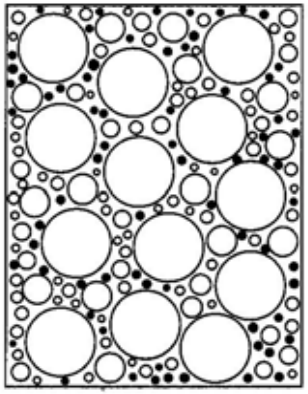
AGREGA DENEYLERİ



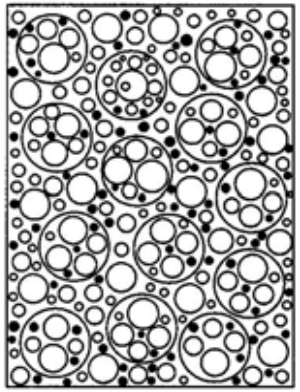
GRANÜLOMETRİ – TANE DAĞILIMI



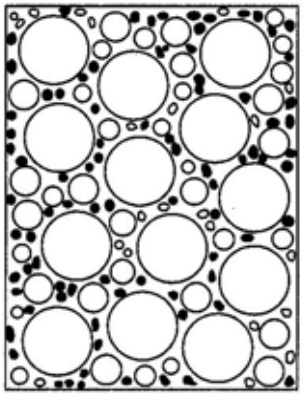
tek boyutlu



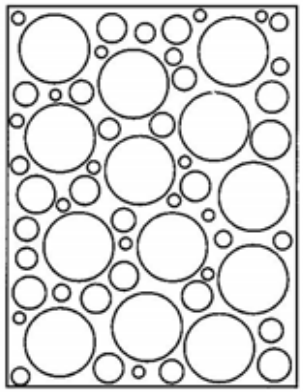
Sürekli gradasyon



D_{max}'ın küçültülmesi



kesikli gradasyon



yalnız iri agrega gradasyonu

AGREGA DENEYLERİ



GRANÜLOMETRİ – TANE DAĞILIMI

YALNIZCA İRİ GRADASYON



AGREGA



GRANÜLOMETRİ

- ✓ **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.

AGREGA



GRANÜLOMETRİ

AGREGANIN SINIFLANDIRILMASI

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



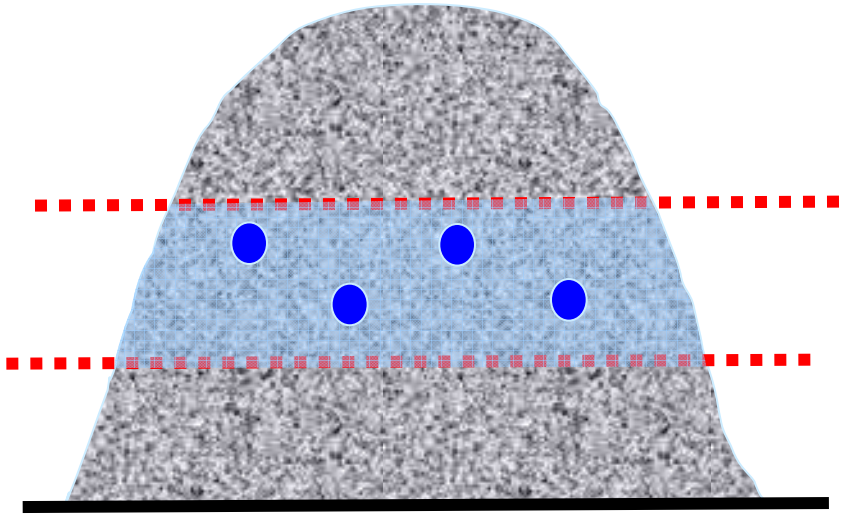




AGREGA DENEYLERİ

ÖRNEK ALMA : ÇEYREKLEME YÖNTEMİ



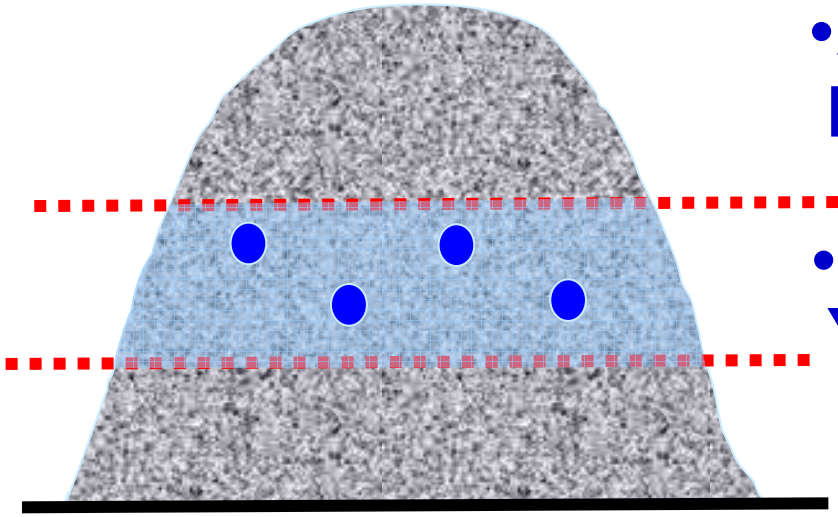


- AGREGA YIĞININ ORTA BÖLGESİ TESPİT EDİLİR.
- BU BÖLGENİN DEĞİŞİK YERLERİNDEN ÖRNEK ALINIR

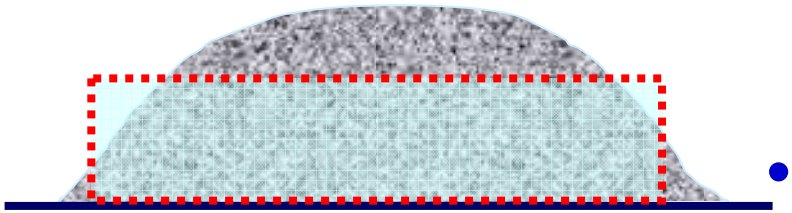
AGREGA DENEYLERİ



ÖRNEK ALMA : ÇEYREKLEME YÖNTEMİ



- AGREGA YIĞININ ORTA BÖLGESİ TESPİT EDİLİR.
- BU BÖLGENİN DEĞİŞİK YERLERİNDEN ÖRNEK ALINIR



- ALINAN ÖRNEK BİR YÜZEYE BOŞALTILIR.
- OLUŞAN YIĞIN YAKLAŞIK SİLİNDİR HALE GETRİLİR.

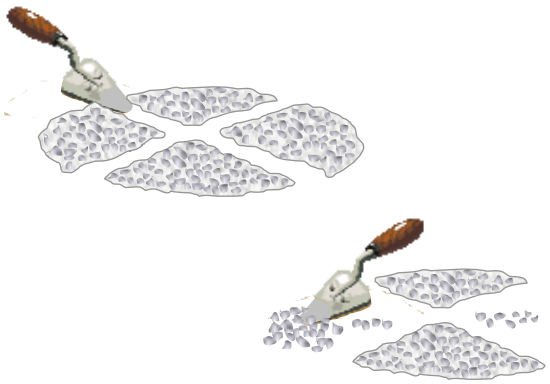
AGREGA DENEYLERİ



ÖRNEK ALMA : ÇEYREKLEME YÖNTEMİ



- ÖRNEK YAKLAŞIK DÖRDE BÖLÜNÜR.
- İKİ ÇEYREK PARÇA ALINARAK YENİ BİR KARIŞIM YAPILIR.

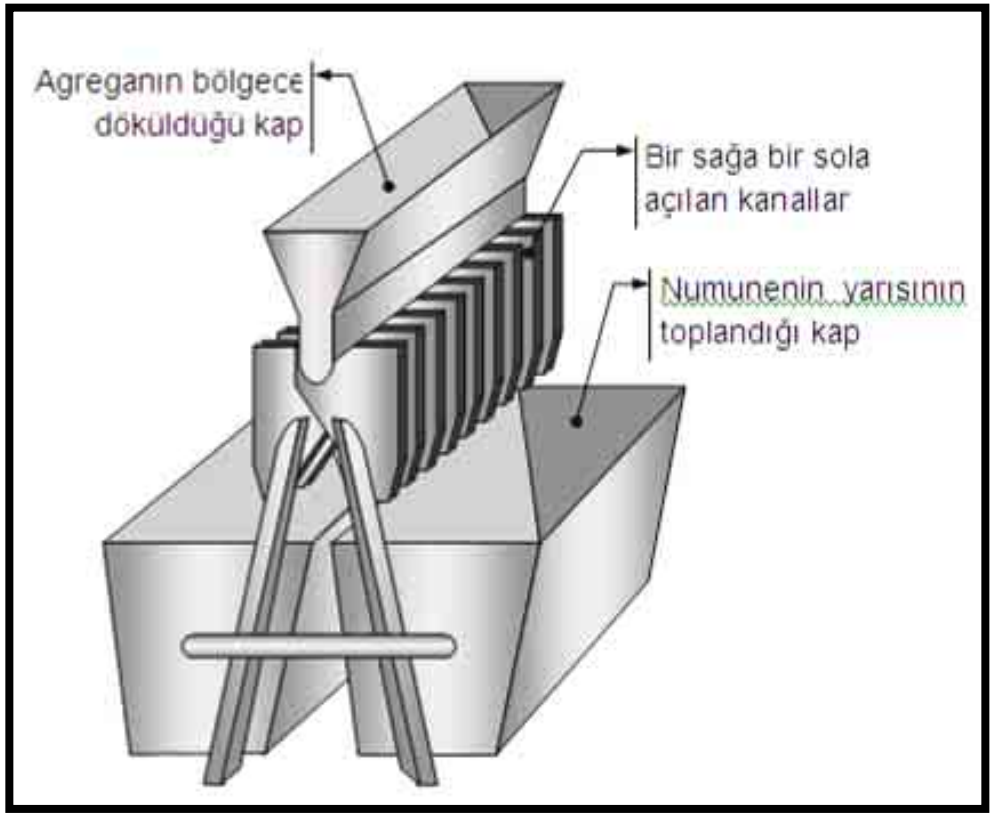


- YENİ OLUŞTURULAN YIĞIN DA DÖRDE BÖLÜNÜP KARŞILIKLI İKİ PARÇASI ALINARAK DENEY YAPMAK ÜZERE KARIŞTIRILIR..

AGREGA DENEYLERİ

ÖRNEK ALMA : BÖLGEÇ





AGREGA DENEYLERİ



ELEK ANALİZİ

- ✓ Örnek alınan yığını temsil ettiği varsayılan malzeme 105±2°C sıcaklıktaki etüvde 24 saat bekletilerek kurutulur.





AGREGA DENEYLERİ

ELEK ANALİZİ

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



- ✓ Elle



- ✓ Otomatik eleme



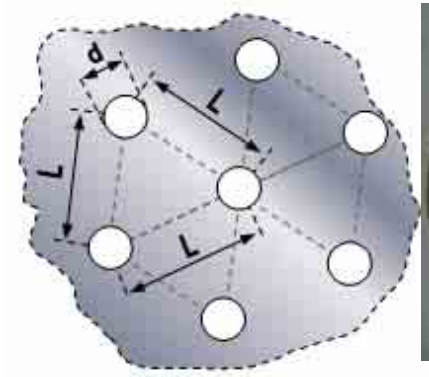


AGREGA DENEYLERİ



ELEK TİPLERİ

Dairesel delikli

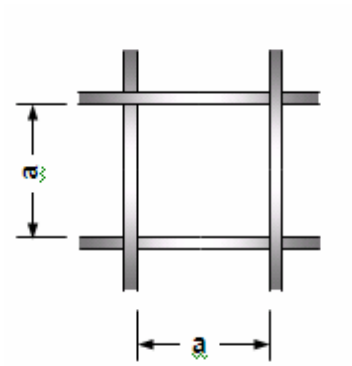




$$1.25a \cong d$$

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

Kare gözlü





AGREGA DENEYLERİ



ELEK ANALİZİ

ELEK SERİLERİ

	Agrega Elek Serileri Kare gözlü (TS 130) Elek Açıklığı (mm)	Kare gözlü elekler (ASTM C136)	
		Elek No	Elek açıklığı (mm)
Kaba agrega	**125.0**	**6”**	**152.2**
		5”	**127.0**
	90.0	**3.5**	**88.9**
		3”	**76.2**
	63.0	**2.5”**	**63.5**
		2”	**50.8**
	31.5	**1.5”**	**38.1**
		1”	**25.4**
	16.0	**¾”**	**19.05**
		½”	**12.70**
	8.0	**3/8**	**9.53**
İnce agrega	4.0	4	4.76
	2.0	8	2.38
	1.0	16	1.19
	0.5	30	0.59
	0.25	50	0.297
	0,063	100	0.149
		200	0.075

AGREGA DENEYLERİ



ELEK ANALİZİ

NORMAL BETONDA KULLANILAN ELEK SERİLERİ



D_{max}=32 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



AGREGA DENEYLERİ

ELEK ANALİZİ



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



AGREGA DENEYLERİ



ELEK ANALİZİ

✓ Elekte kalan ağırlıklar bir çizelge üzerine yazılır.

Elek No (mm)	Elek üstünde kalan ağırlık (g)	Elek üstünde kalan yığışımlı 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**

AGREGA DENEYLERİ



ELEK ANALİZİ

Elek No (mm)	Elek üstünde kalan ağırlık (g)	Elek üstünde kalan yığışımlı ağırlık (g)	Elek üstünde kalan yığışımlı q (%)
32	-	0	0
16	**2018**	**2018**	(2018/6900)×100=**29.2**
8	**1427**	**3445**	(3445/6900)×100=**49.9**
4	**949**	**4394**	(4394/6900)×100=**63.7**
2	**876**	**5270**	(5290/6900)×100=**76.4**
1	**612**	**5882**	(5882/6900)×100=**85.2**
0.5	**522**	**6404**	(6404/6900)×100=**92.8**
0.25	**311**	**6715**	(6715/6900)×100=**97.3**
Elek altı	**185**	**6900**	(6900/6900)×100=**100**

AGREGA DENEYLERİ



ELEK ANALİZİ

Elek No (mm)	Elek üstünde kalan ağırlık (g)	Elek üstünde kalan yığışımlı ağırlık (g)	Elek üstünde kalan yığışımlı q (%)	Elekten geçen yığışımlı p (%)
32	-	0	0	100-0=**100**
16	**2018**	**2018**	**29.2**	100-29.2=**70.8**
8	**1427**	**3445**	**49.9**	100-49.9=**50.1**
4	**949**	**4394**	**63.7**	100-63.7=**36.3**
2	**876**	**5270**	**76.4**	100-76.4=**23.6**
1	**612**	**5882**	**85.2**	100-85.2=**14.8**
0.5	**522**	**6404**	**92.8**	100-92.8=**7.2**
0.25	**311**	**6715**	**97.3**	100-97.3=**2.7**
Elek altı	**185**	**6900**	**100**	100-100=**0**

AGREGA DENEYLERİ



ELEK ANALİZİ

Elek No (mm)	Elek üstünde kalan ağırlık (g)	Elek üstünde kalan yığışımlı ağırlık (g)	Elek üstünde kalan yığışımlı q (%)	**Elekten geçen yığışımlı p (%)**
32	-	0	0	**100**
16	2018	2018	29.2	**70.8**
8	1427	3445	49.9	**50.1**
4	949	4394	63.7	**36.3**
2	876	5270	76.4	**23.6**
1	612	5882	85.2	**14.8**
0.5	522	6404	92.8	**7.2**
0.25	311	6715	97.3	**2.7**
Elek altı	185	6900	100	**0**

AGREGA DENEYLERİ



ELEK ANALİZİ

Elek No (mm)	Elekten geçen yığışımlı 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

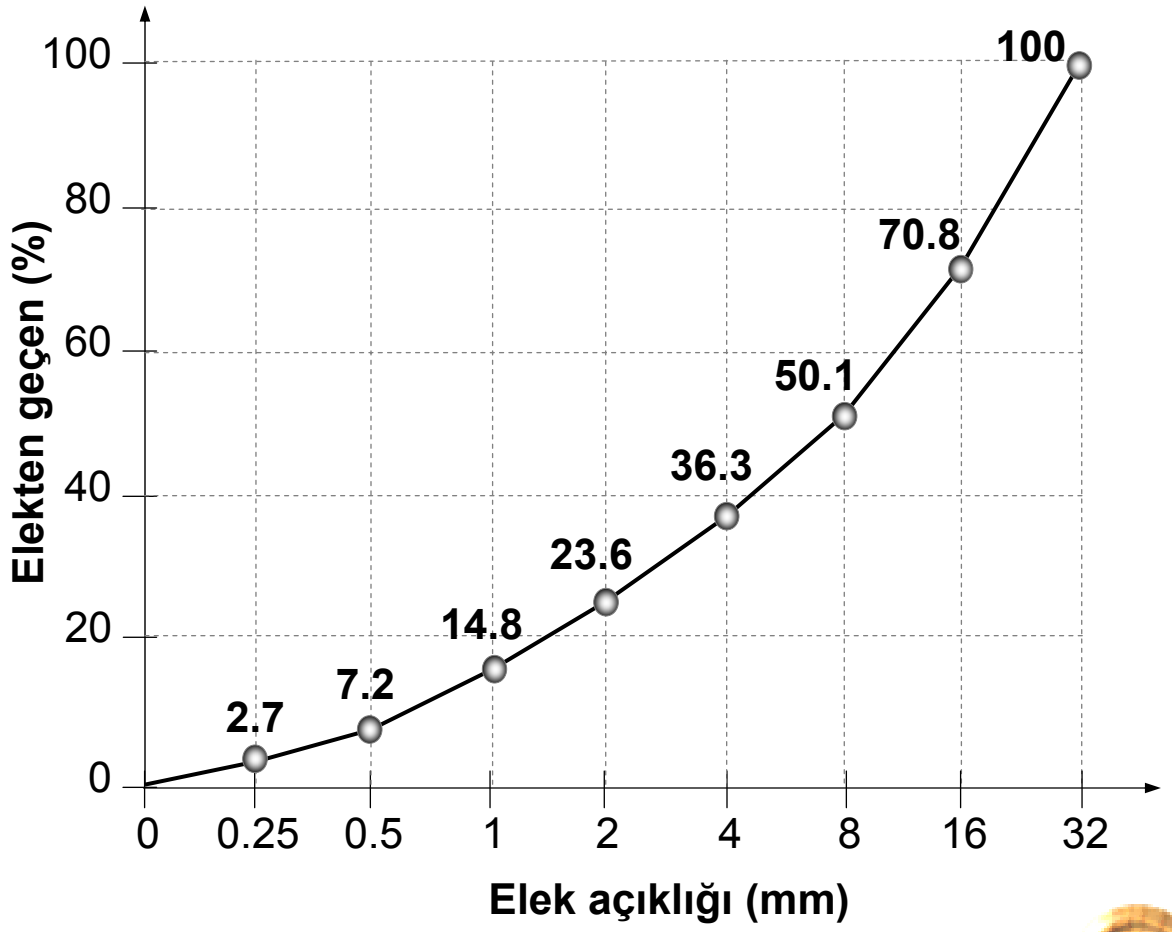
Yatay eksende elek no
Düşey eksende elekten geçen yığışımlı yüzdeler olacak şekilde grafik çizilir.

AGREGA DENEYLERİ



ELEK ANALİZİ

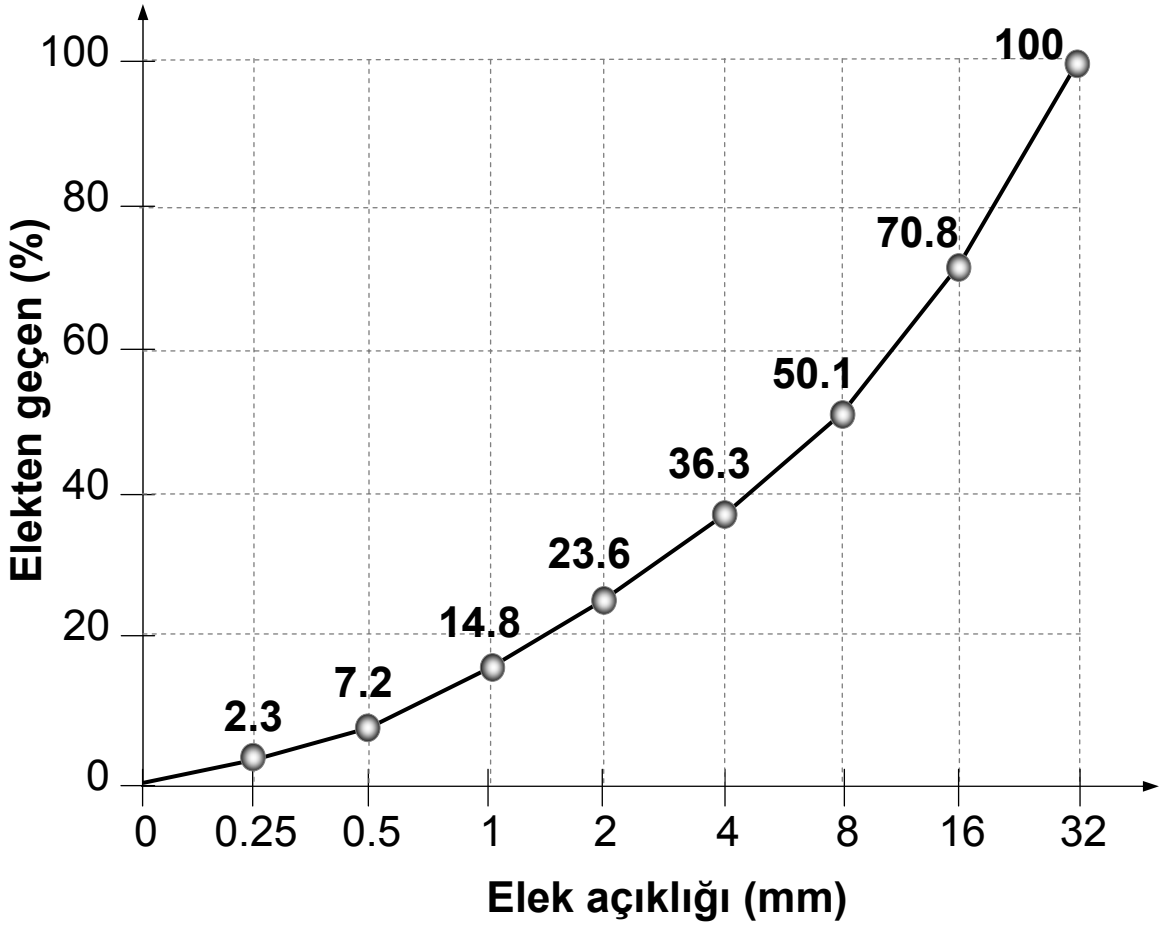
Elek No (mm)	Elekten geçen yığışımlı p (%)
32	100
16	70.8
8	50.1
4	36.3
2	23.6
1	14.8
0.5	7.2
0.25	2.7
Elek altı	0



AGREGA DENEYLERİ

ELEK ANALİZİ

- ✓ 4mm'den küçük çaplı malzemelerin oranı %36.3' tür.
- ✓ Diğer bir deyişle malzemenin %36.3'ü ince agrega, %63.7'si iri agregadır.

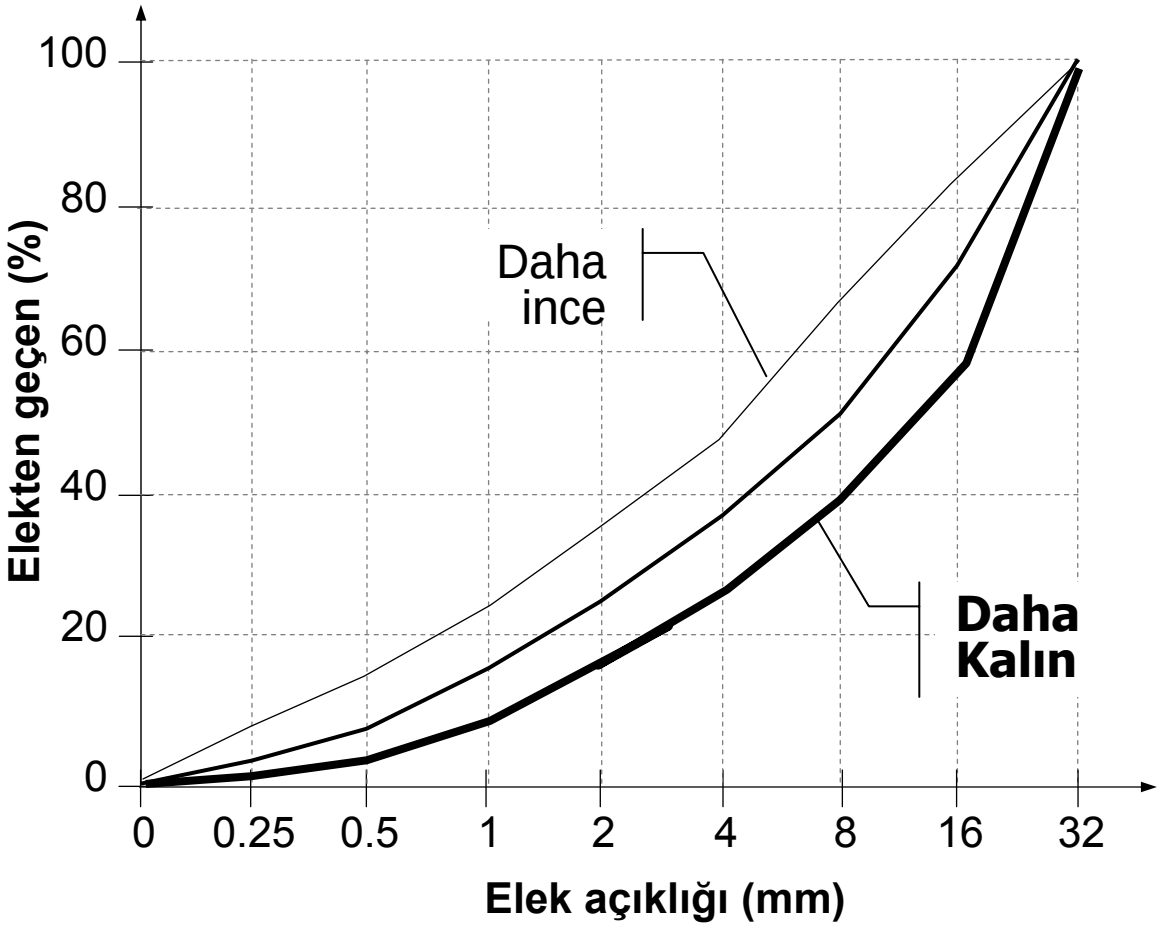


AGREGA DENEYLERİ



ELEK ANALİZİ

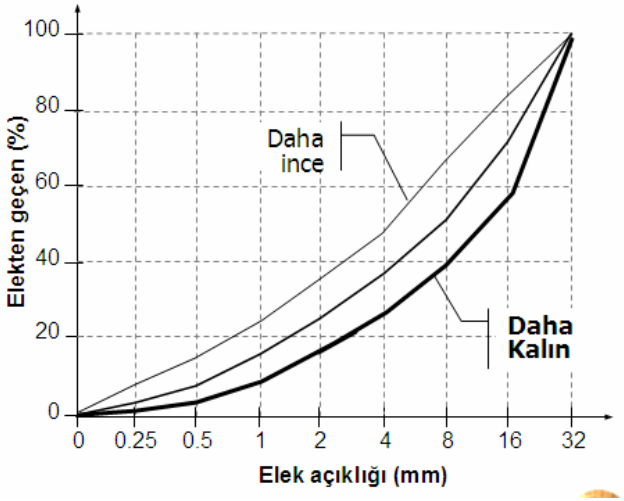
- ✓ Granülometri eğrisi p = 100 yatay doğrusuna yakın ise, agregada fazla miktarda ince tane bulunmaktadır.
- ✓ Eğrinin yatay eksene yaklaşması durumunda ise, agregada fazla miktarda iri agrega bulunduğu anlaşılır.



AGREGA DENEYLERİ



ELEK ANALİZİ







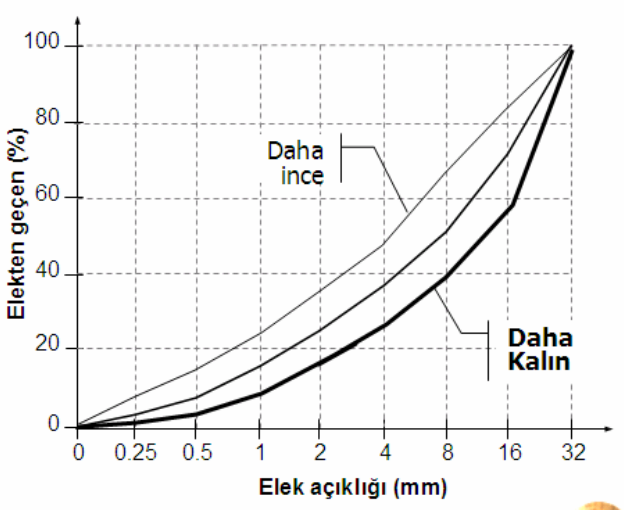
ÇOK İNCE TANELER → FAZLA ÖZGÜL YÜZEY → FAZLA SU → DÜŞÜK DAYANIM + DAYANIKLILIK

ÇOK İRİ TANELER → İŞLENEBİLME ZORLUĞU → BOŞLUKLU YAPI → DÜŞÜK DAYANIM + DAYANIKLILIK

HEPSİ AYNI BOYUTLU TANELER → BOŞLUKLU YAPI → DÜŞÜK DAYANIM + DAYANIKLILIK

AGREGA DENEYLERİ

ELEK ANALİZİ



✓ İDEAL GRANÜLOMETRİ

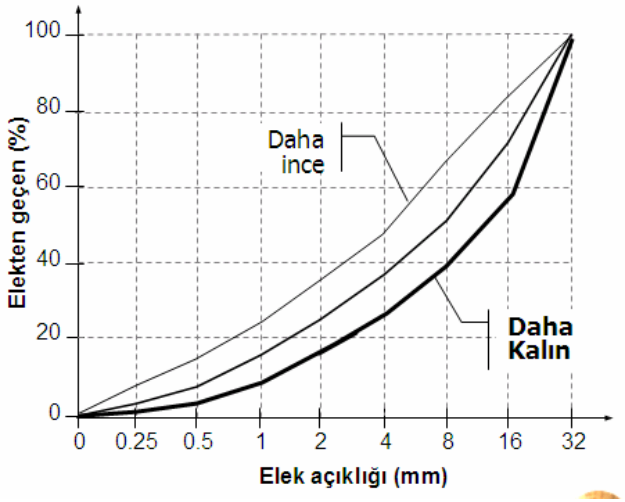
✓ Taze betonun karıştırılması, taşınması, yerine serilmesi ve sıkıştırılması işlemleri boyunca, iri ve ince tanelerin segregasyonuna neden olmayarak, istenilen işlenebilmenin ve yoğunluğun elde edilmesini sağlayacak olan agrega tane boyutu dağılımıdır.

✓ İdeal tane dağılımının nasıl olması gerektiği konusundaki çalışmalar yaklaşık 150 yıl önce başlamış olup, 1845'te Wright, 1897'de Feret, 1907'de Fuller ve Thomson, 1930'da Bolomey, 1938'de Faury gibi ünlü birçok bilim adamı tarafından çeşitli çalışmalar yapılmıştır.

AGREGA DENEYLERİ



ELEK ANALİZİ



- ✓ İDEAL GRANÜLOMETRİ
- ✓ Bu çalışmaların en dikkate değer olanı, en fazla sıkılığı (birim hacim ağırlığı) sağladığı söylenen Fuller bağıntısıdır:

$$P = 100 \times \left(\frac{d}{D} \right)^{n}$$

P:elekten geçen (%),

d: elek boyutu

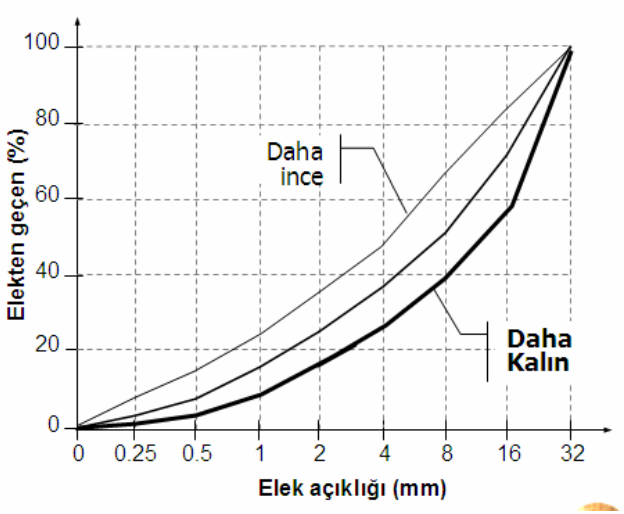
D: agreganın en fazla boyutu

n: istenen incelik ve kalınlığa göre ayarlanabilen katsayı

AGREGA DENEYLERİ



ELEK ANALİZİ



- ✓ **İDEAL GRANÜLOMETRİ**
- ✓ **Fuller bağıntısında en fazla birim hacim ağırlık elde edebilmek için n katsayısının 0.5 alınması gerektiği belirtilmiştir.**

$$P = 100\sqrt{\frac{d}{D}}$$

- ✓ **agreganın iyi bir tane dağılımına (gradasyona) sahip olup, olmadığına söz konusu karışımın beton içindeki performansı gözlenerek karar verilir.**

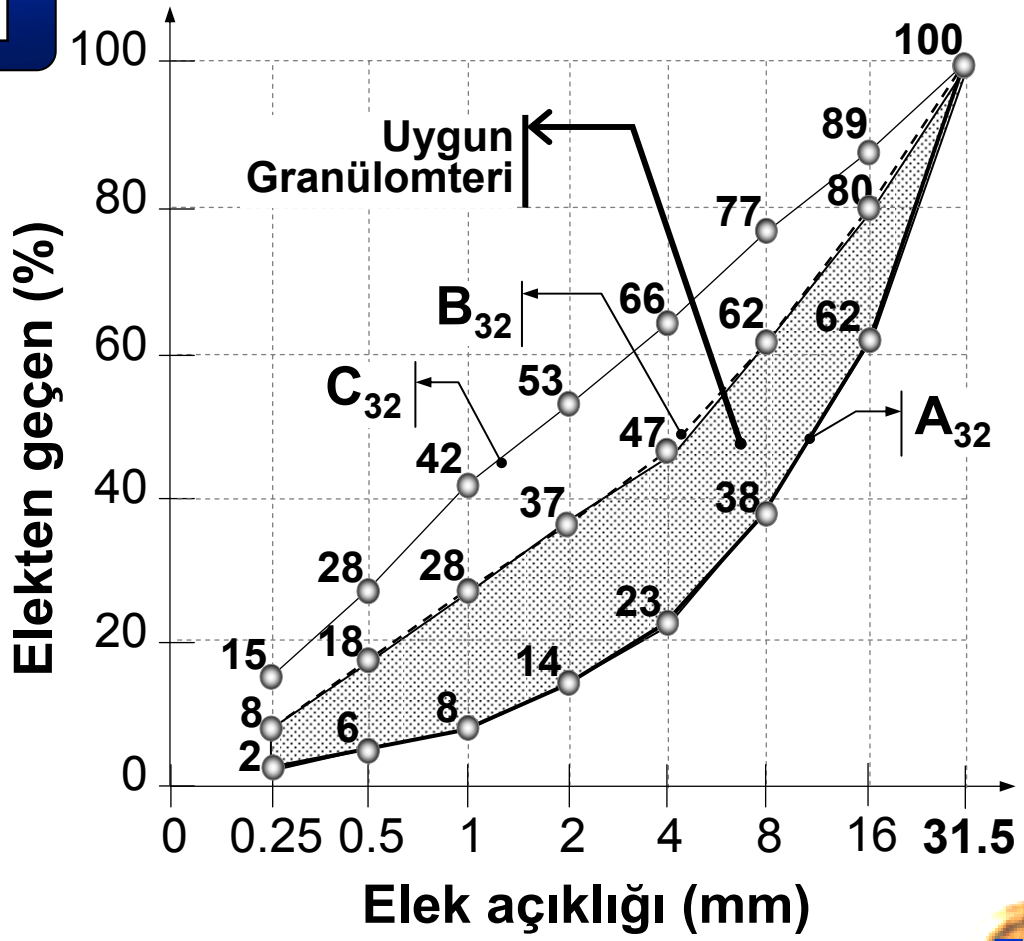
AGREGA DENEYLERİ



ELEK ANALİZİ

✓ İDEAL GRANÜLOMETRİ

- ✓ Birçok ülkenin standartlarına giren bu eğriler, uygulama kolaylığı yönünden tek bir eğri yerine, eğrilerle sınırlandırılmış bölgeler olarak verilir.



AGREGA DENEYLERİ



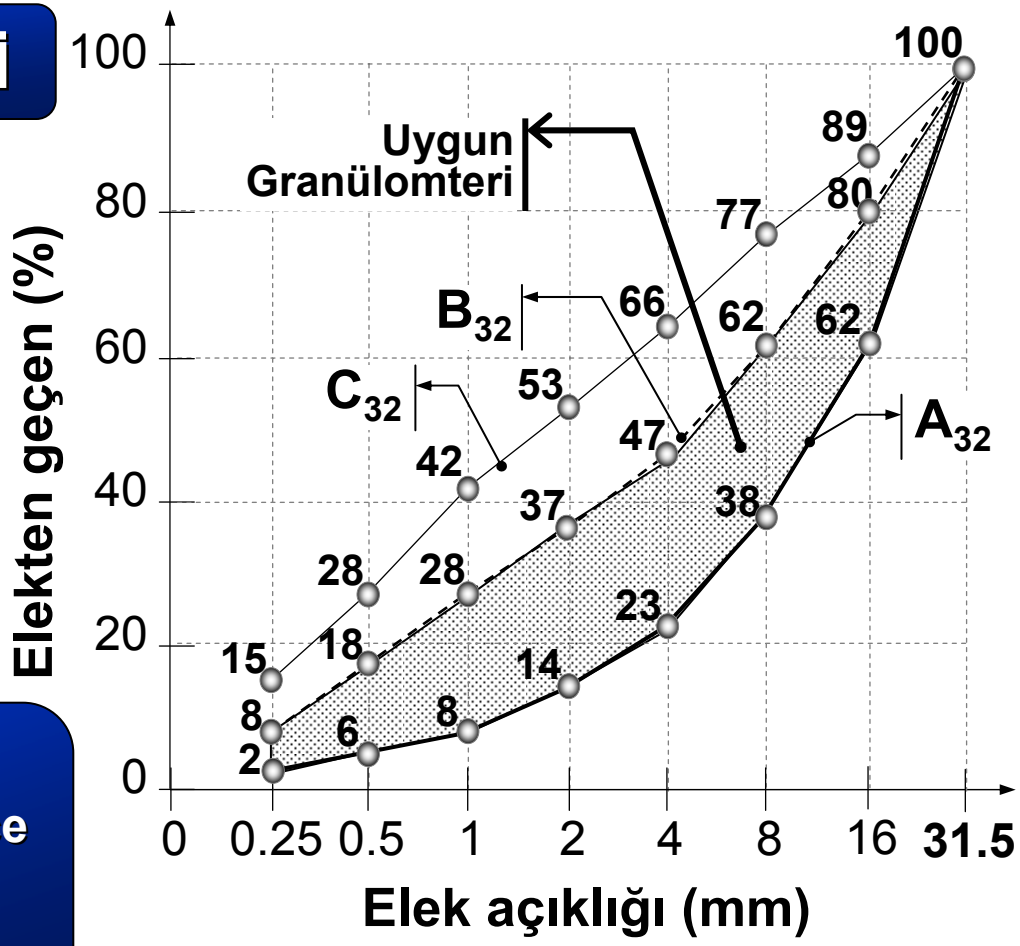
ELEK ANALİZİ

✓ İDEAL GRANÜLOMETRİ

- ✓ B: İdeal Granülometri
- ✓ C: İncelik Sınırı
- ✓ A: Kalınlık sınırı

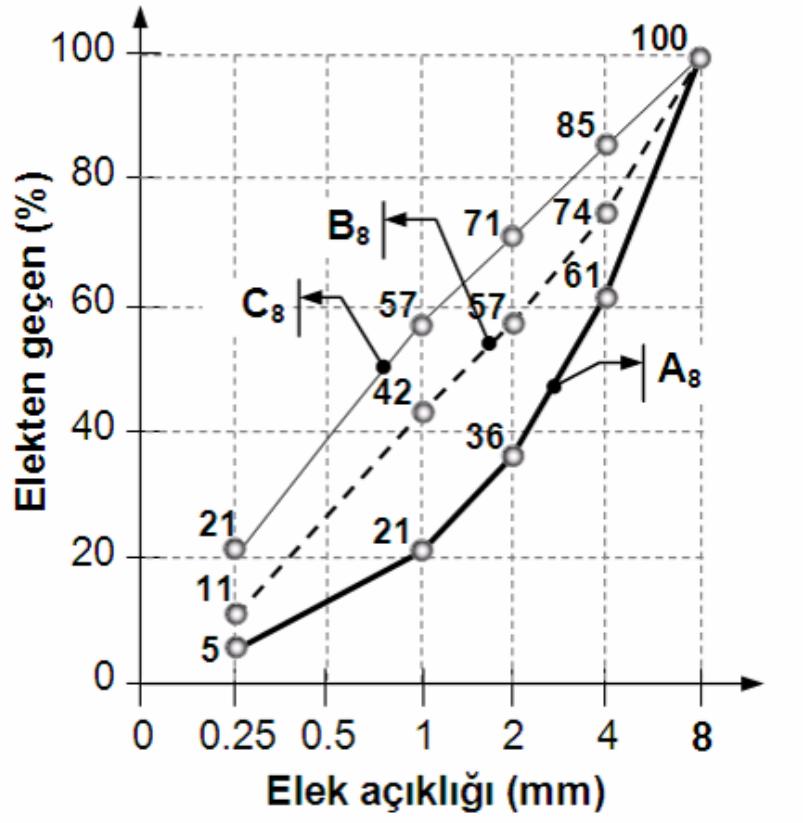
- ✓ A ve B çizgileri arasında kalan bölge ideal kullanım alanını göstermektedir.

- ✓ B ve C çizgileri arasındaki bölgede kalan malzemenin ince kalmasına rağmen kullanılabilmesine izin verilir.



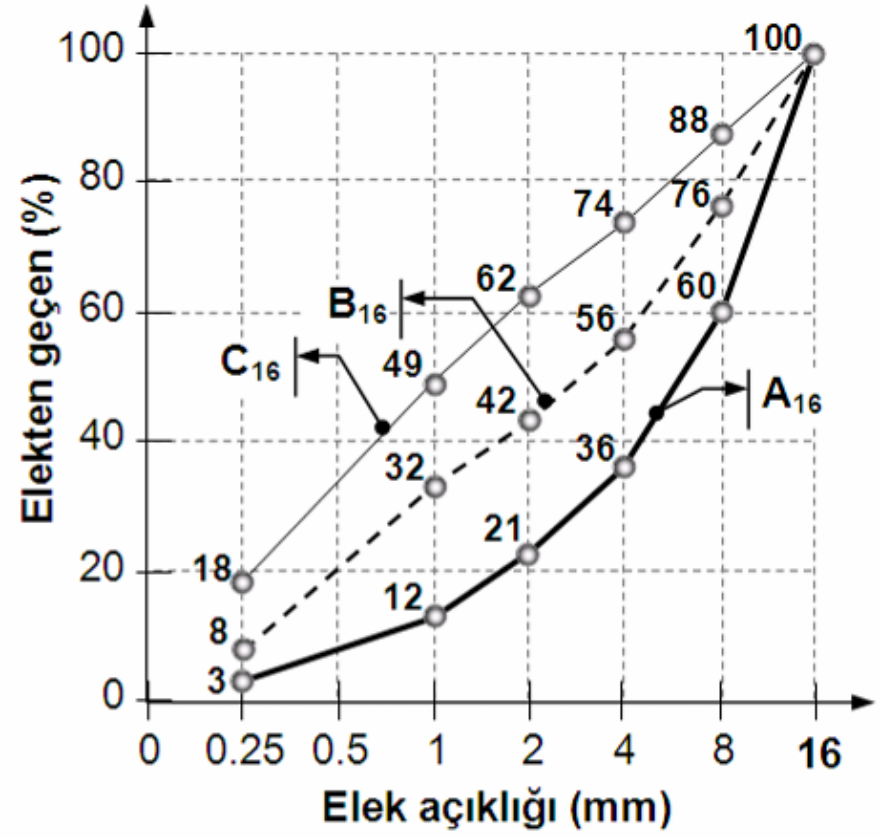
ELEK ANALİZİ

✓ D_{max}= 8 mm için İDEAL GRANÜLOMETRİ



ELEK ANALİZİ

✓ D_{max}= 16 mm için İDEAL GRANÜLOMETRİ

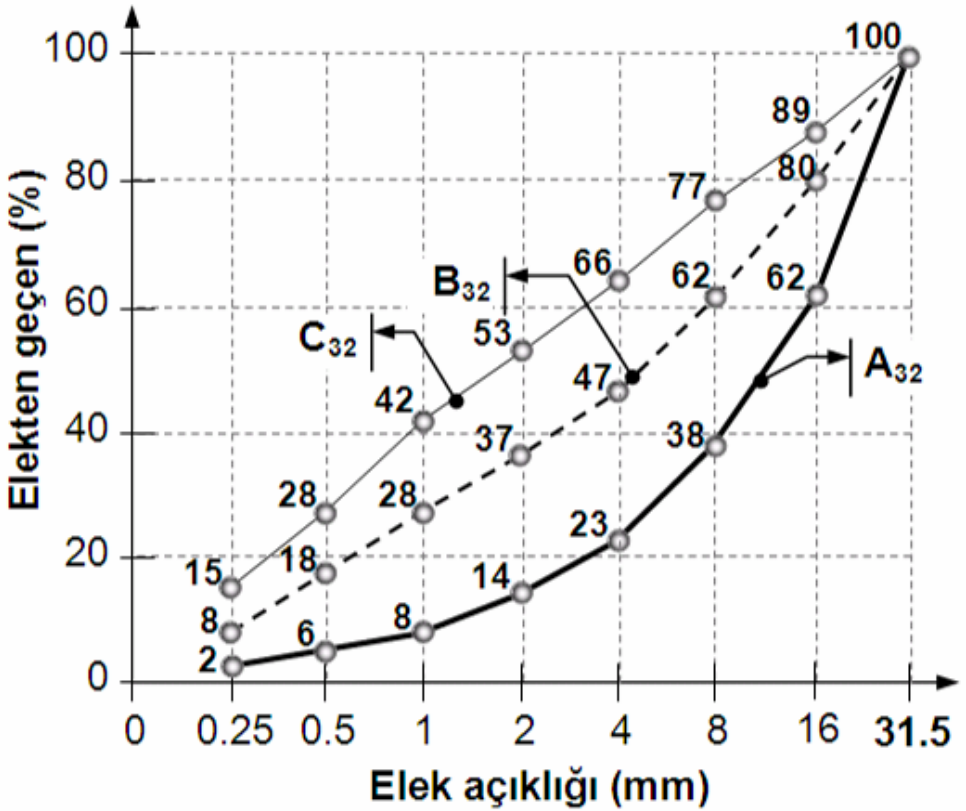


AGREGA DENEYLERİ



ELEK ANALİZİ

✓ D_{max}= 32 mm için İDEAL GRANÜLOMETRİ

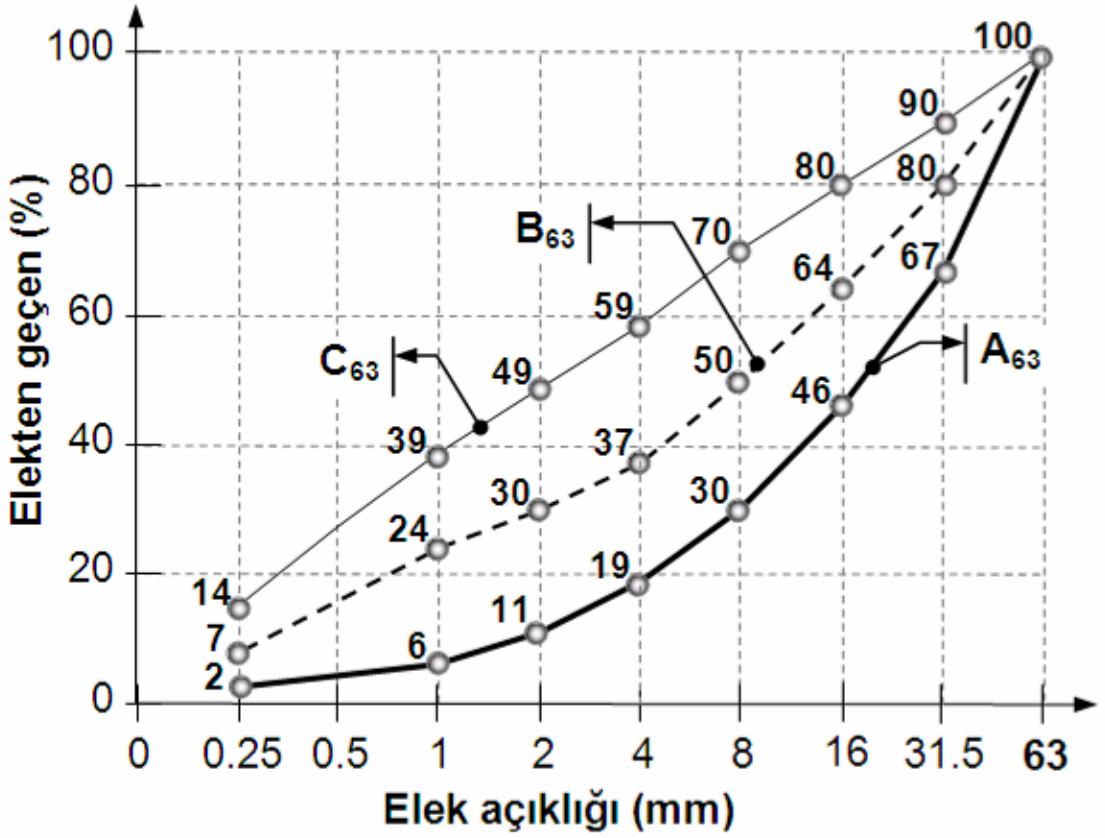


AGREGA DENEYLERİ



ELEK ANALİZİ

✓ D_{max}= 63 mm için İDEAL GRANÜLOMETRİ



AGREGA DENEYLERİ



GRANÜLOMETRİSİ DÜZGÜN BETON ÖRNEKLER



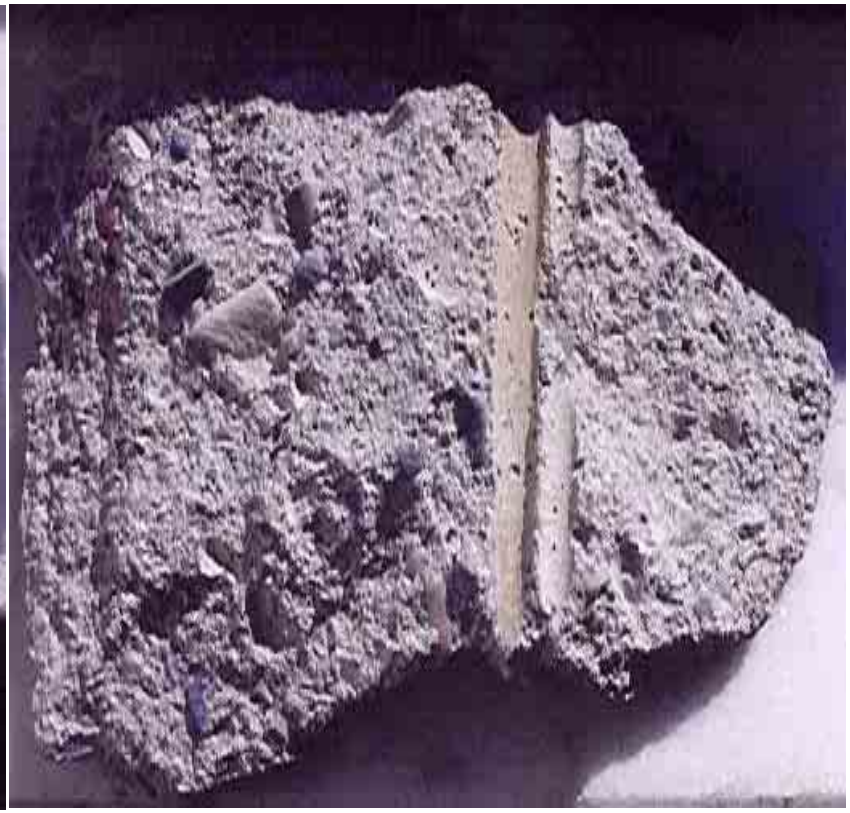


AGREGA DENEYLERİ



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





GÖLCÜK'te YIKILMIŞ BAZI YAPILARDAN ALINMIŞ BETON ÖRNEKLERİ-1999

AGREGA DENEYLERİ



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





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

AGREGA DENEYLERİ







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

AGREGA



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.





AGREGA



KARIŞIM GRANÜLOMETRİSİ

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



AGREGA



KARIŞIM GRANÜLOMETRİSİ

- ✓ Sorun bu agregaların hangi oranlarda karıştırılacağını bulabilmektir.

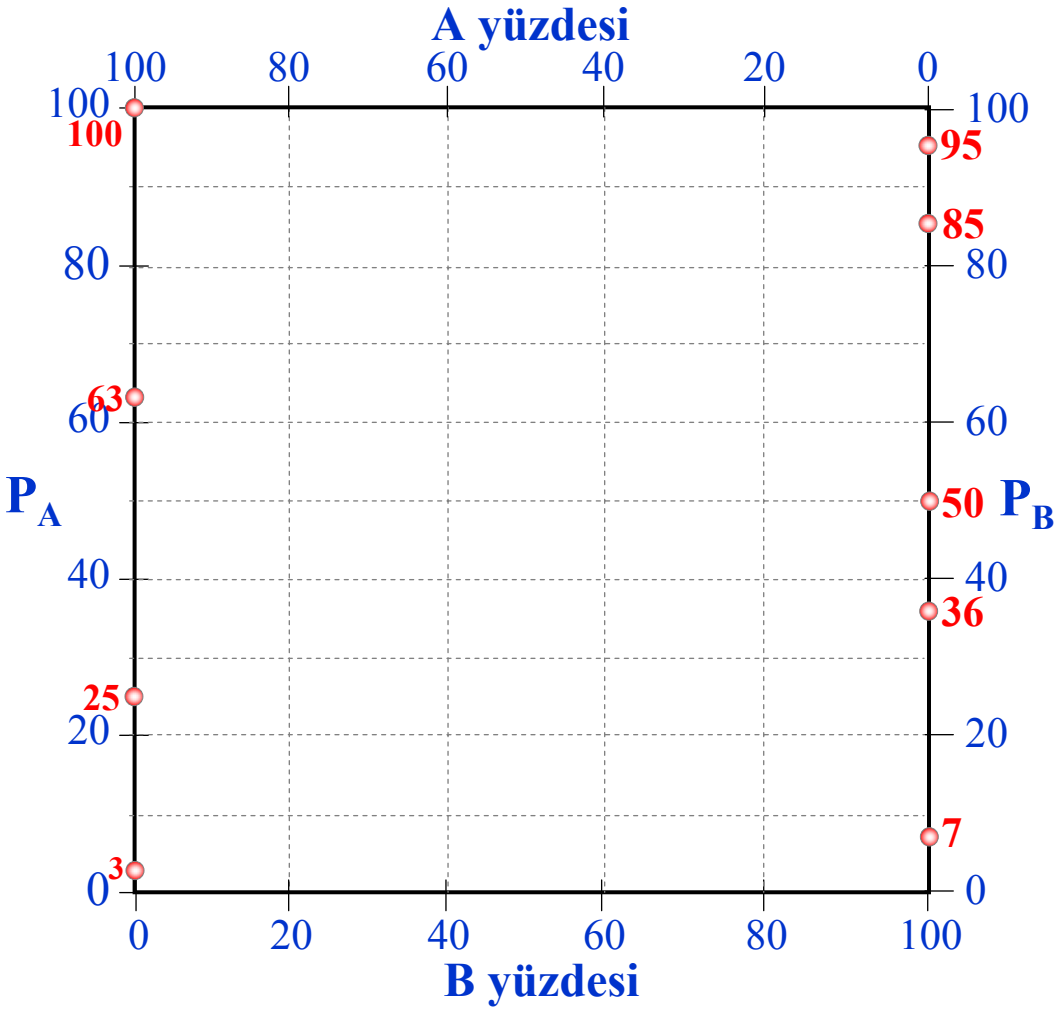


- ✓ Ancak elek ve malzeme sayılarının değişebilmesi nedeniyle, istenen granülometride karışım elde edilebilmesi için, karışım oranları cebirsel denklemler kurularak çözülemez. Bu oranlar deneme sınama yöntemiyle bulunabilir.

AGREGA



KARIŞIM GRANÜLOMETRİSİ



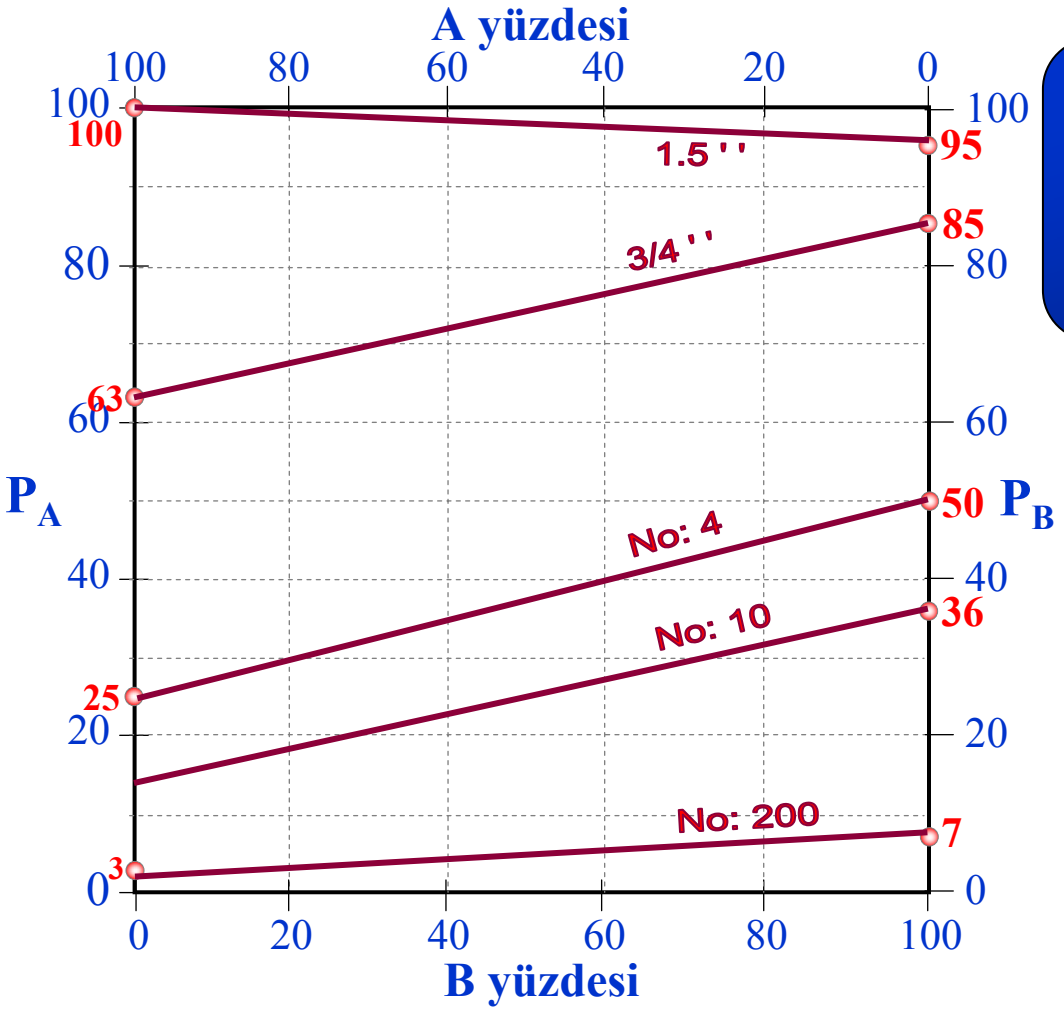
- ✓ A ve B malzemelerinin elekten geçen agrega yüzdeleri grafiğin her iki yanındaki düşey eksenlere işlenir.

ELEK No	ELEKTEN GEÇEN YÜZDELER		
	A	B	C (İstenen Sınırlar)
2”	100	100	100
1 ½”	100	95	90 - 100
¾”	63	85	65 - 80
No.4	25	50	30 - 45
No10	15	36	20 - 35
No.200	3	7	0 - 5

AGREGA



KARIŞIM GRANÜLOMETRİSİ



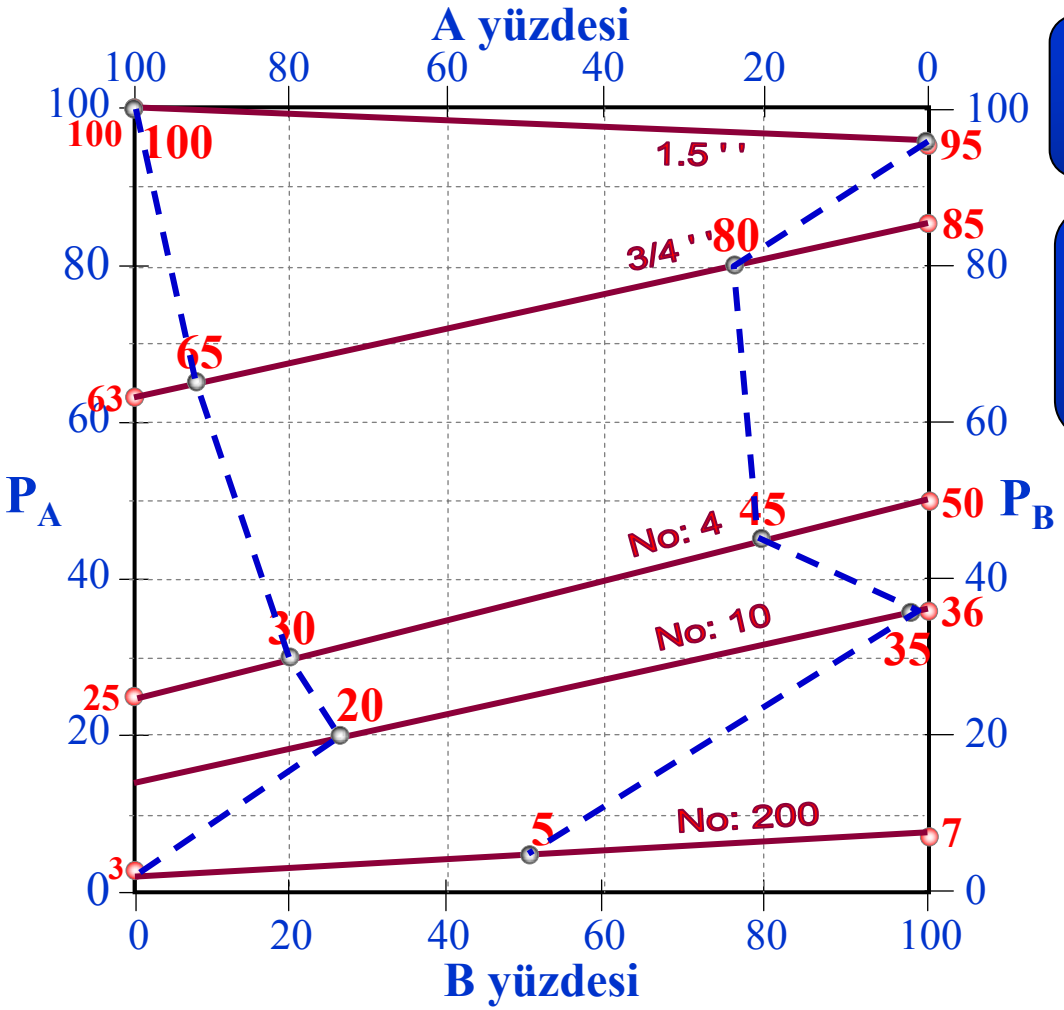
- ✓ **Her iki malzemenin karşılıklı elek yüzdelerine karşıt gelen noktalar birbirlerine doğrularla birleştirilir.**

ELEK No	ELEKTEN GEÇEN YÜZDELER		
	A	B	C (İstenen Sınırlar)
2”	100	100	100
1 ½”	100	95	90 - 100
¾”	63	85	65 - 80
No.4	25	50	30 - 45
No10	15	36	20 - 35
No.200	3	7	0 - 5

AGREGA



KARIŞIM GRANÜLOMETRİSİ

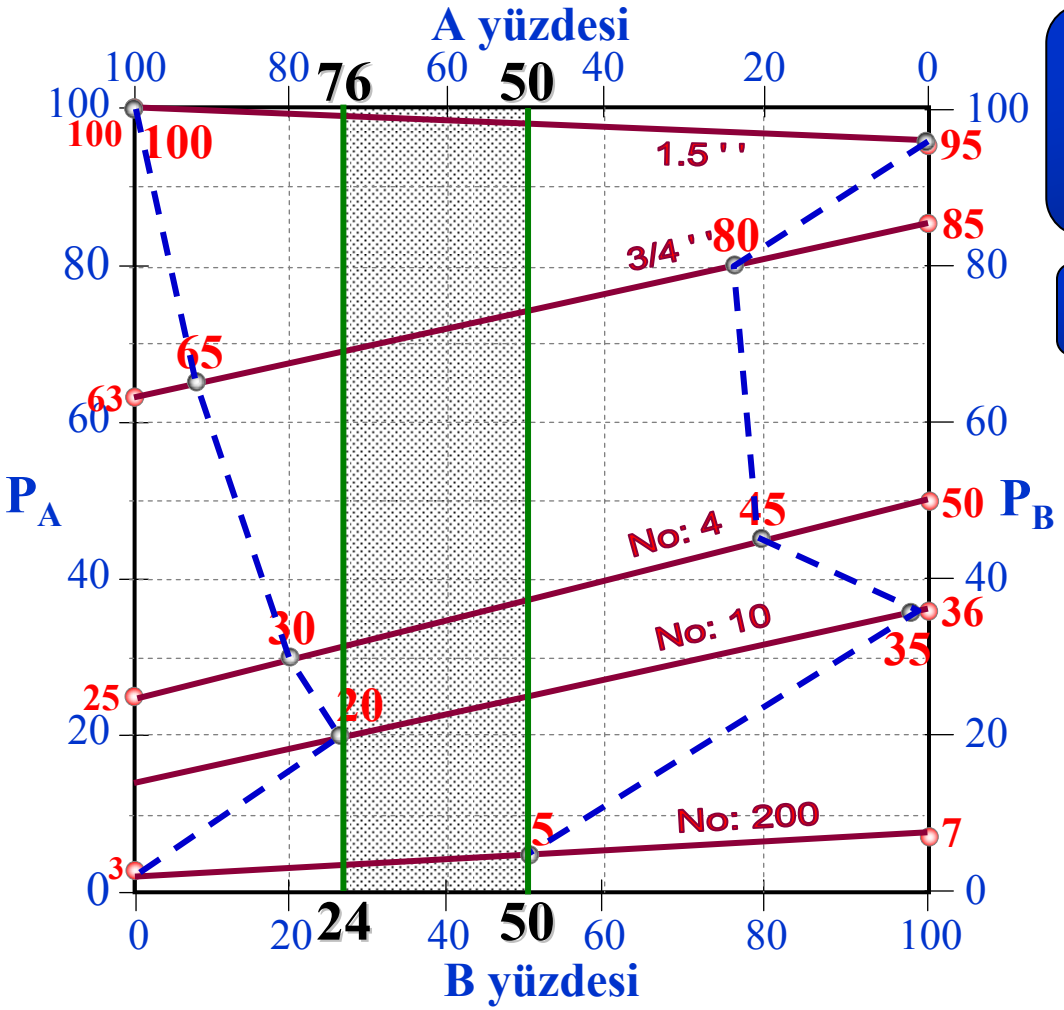


- ✓ C granülometri sınırları, ilgili doğrular üzerinde işaretlenir.
- ✓ Alt sınırlar ve üst sınırlar kendi aralarında kesikli çizgilerle birleştirilir.

ELEK No	ELEKTEN GEÇEN YÜZDELER		
	A	B	C (İstenen Sınırlar)
2”	100	100	100
1 ½”	100	95	90 - 100
¾”	63	85	65 - 80
No.4	25	50	30 - 45
No10	15	36	20 - 35
No.200	3	7	0 - 5



KARIŞIM GRANÜLOMETRİSİ

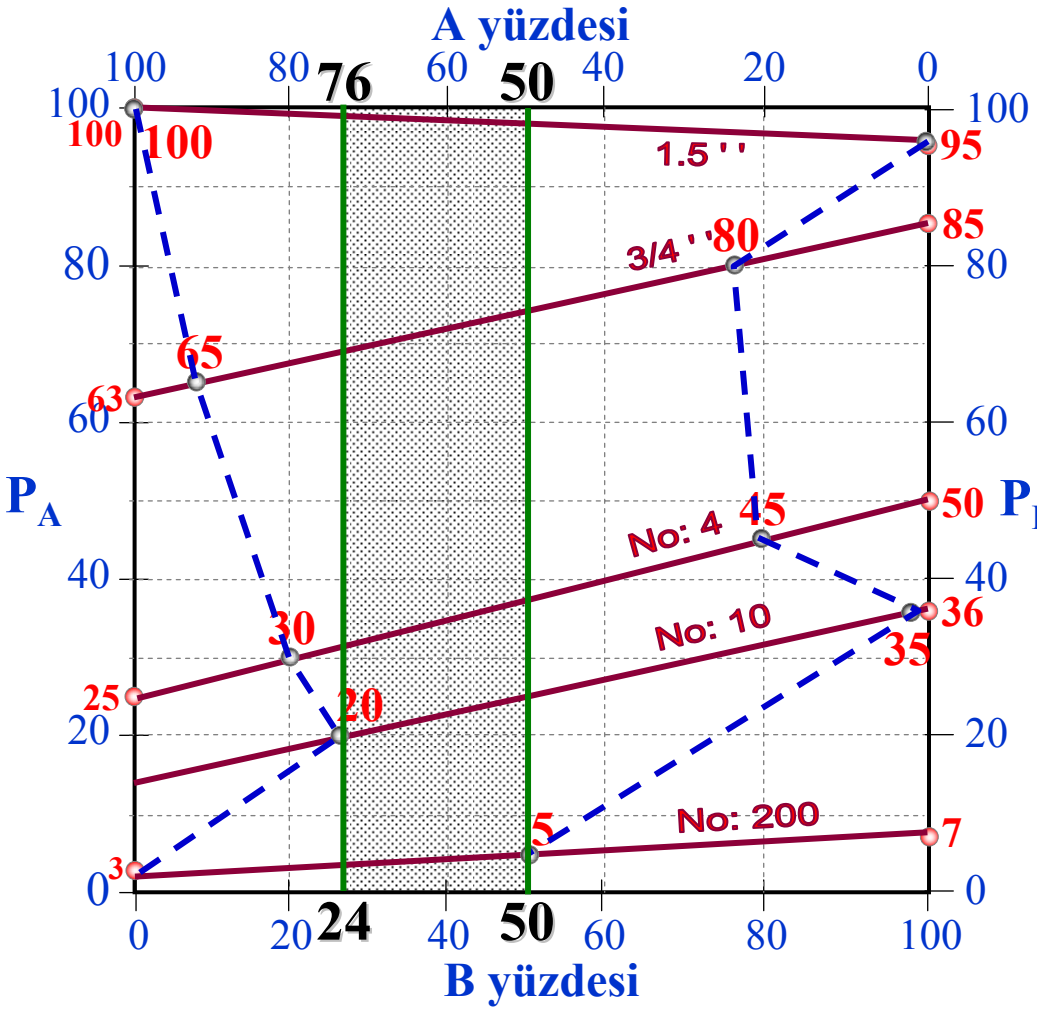


- ✓ Kesikli çizgilerin birbirine en yakın noktarından düşey doğrular çizilir.
- ✓ Arada kalan bölge taranır.

AGREGA



KARIŞIM GRANÜLOMETRİSİ

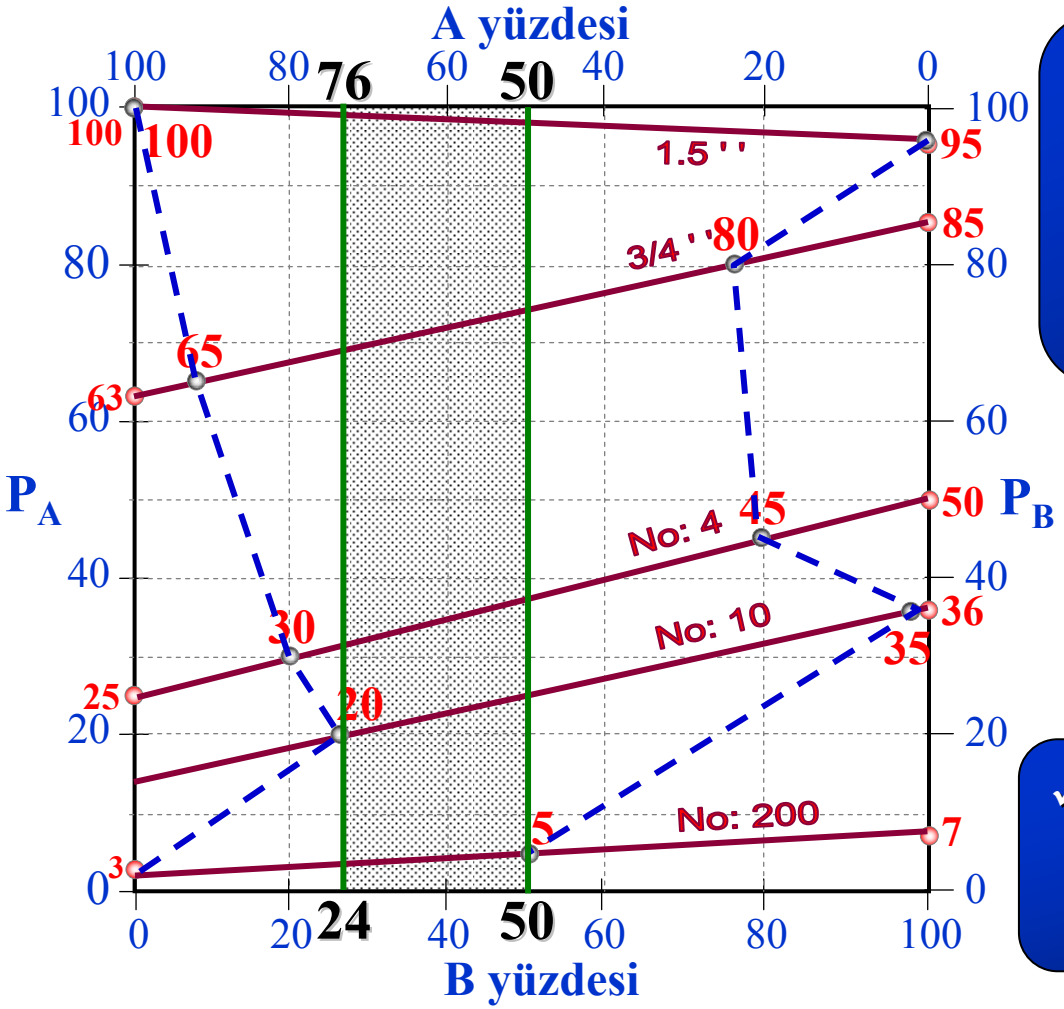


- ✓ Kesikli çizgilerin birbirine en yakın noktarından düşey doğrular çizilir.
- ✓ Arada kalan bölge taranır.
- ✓ Arada kalan alan karışım oranları kabul edilebilir bölgedir.

AGREGA



KARIŞIM GRANÜLOMETRİSİ



- ✓ A agregası için % 50-% 76 oranları, B agregası için %50 - %24 oranları arasında istenen C granülometri koşullarını sağlamaktadır.
- ✓ A agregasından % 55, B agregasından % 45 kullanılarak uygun bir karışım seçilebilir.
- ✓ Bu seçimde malzemenin temin edilebilirliği, fiyatı gibi unsurlar da göz önünde tutulmalıdır.

AGREGA



KARIŞIM GRANÜLOMETRİSİ

- ✓ 3 ve daha fazla agrega varsa?



AGREGA



KARIŞIM GRANÜLOMETRİSİ

✓ KARIŞACAK MALZEMELER



Kırmataş
15-25



Kırmataş
5-15



Doğal kum
0-5



Kırmataş tozu
0-3

AGREGA

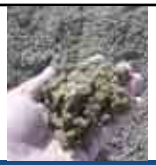


KARIŞIM GRANÜLOMETRİSİ

✓ ELEKTEN GEÇEN YIĞIŞIMLI (%) p

Elek No (mm)	Kırmataş 15-25	Kırmataş 5-15	Doğal kum 0-5	Kırmataş tozu 0-4
32	100,0	100,0	100,0	100,0
16	13,4	100,0	100,0	100,0
8	0,2	44,8	100,0	100,0
4	0,2	0,2	82,1	96,8
2	0,2	0,2	50,8	76,8
1	0,2	0,2	29,0	49,5
0.5	0,2	0,2	17,5	30,2
0.25	0,2	0,2	11,2	18,4






AGREGA

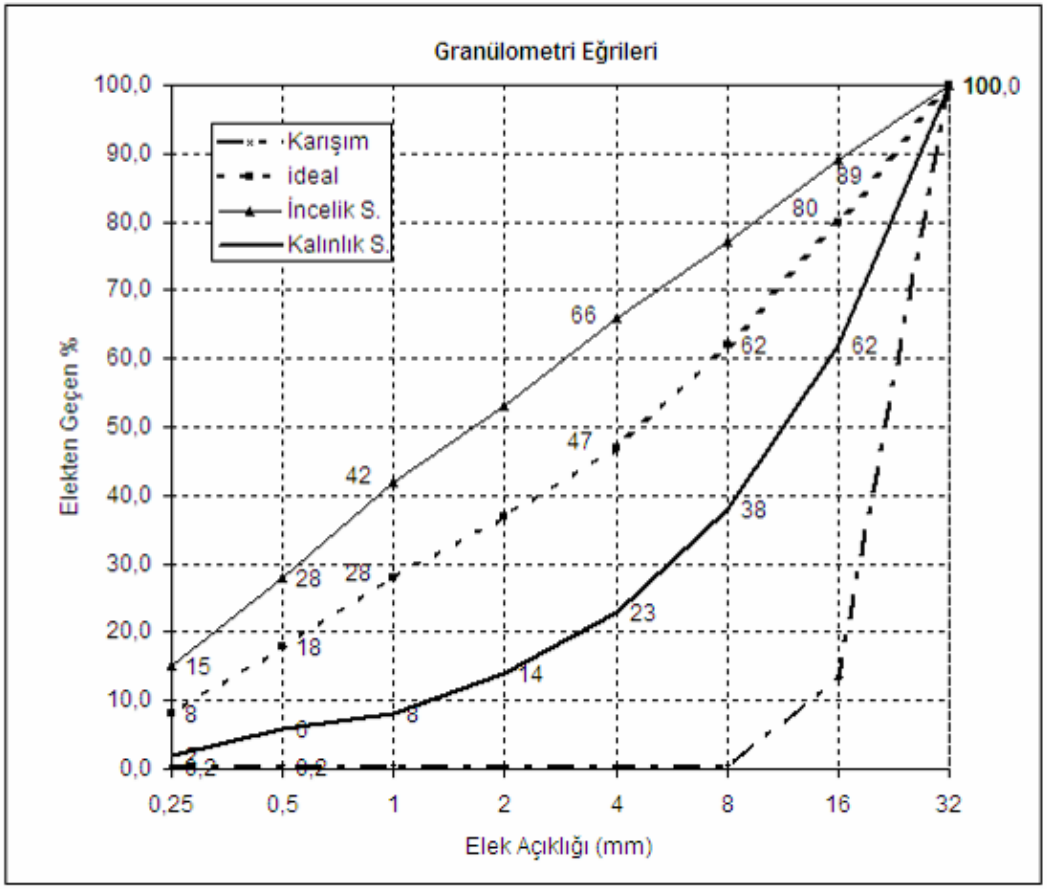


KARIŞIM GRANÜLOMETRİSİ

- ✓ %100 5-15 KIRMATAŞ



Kırmataş
15-25



AGREGA

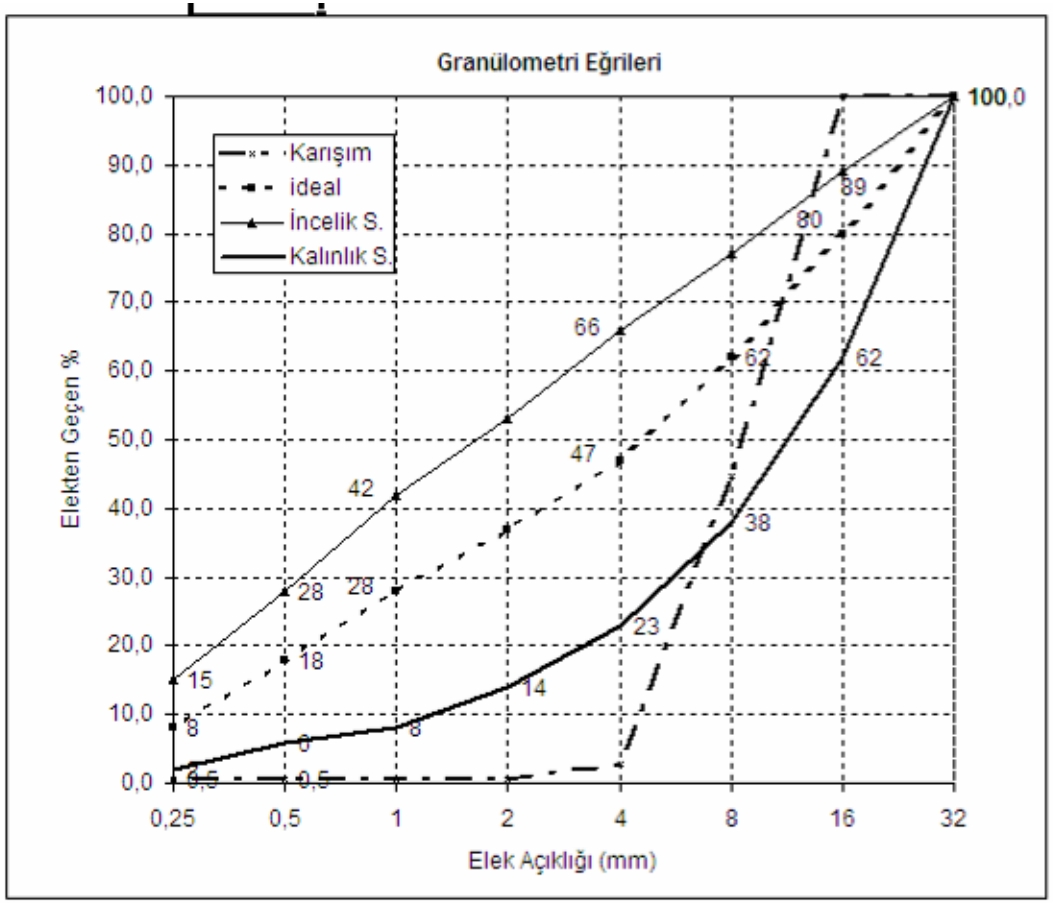


KARIŞIM GRANÜLOMETRİSİ

- ✓ %100 15-25 KIRMATAŞ



Kırmataş
5-15



AGREGA

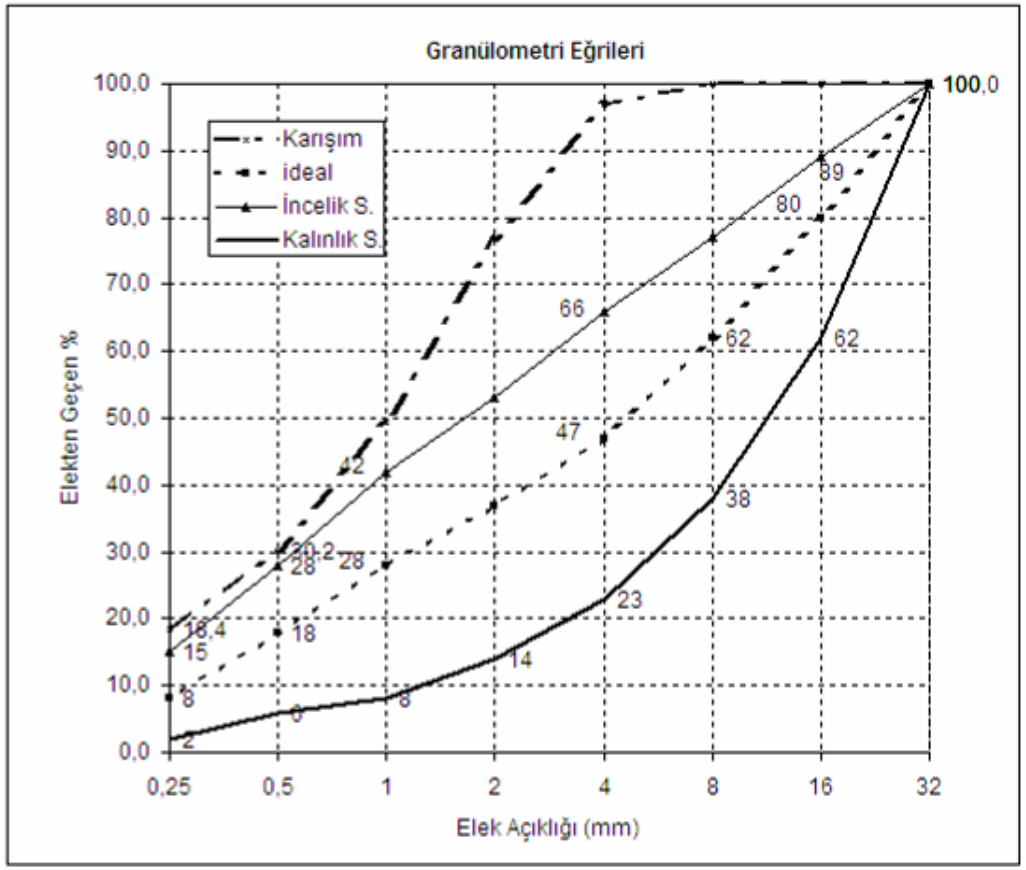


KARIŞIM GRANÜLOMETRİSİ

- ✓ %100 15-25 KIRMATAŞ



Kırmataş tozu
0-5



AGREGA

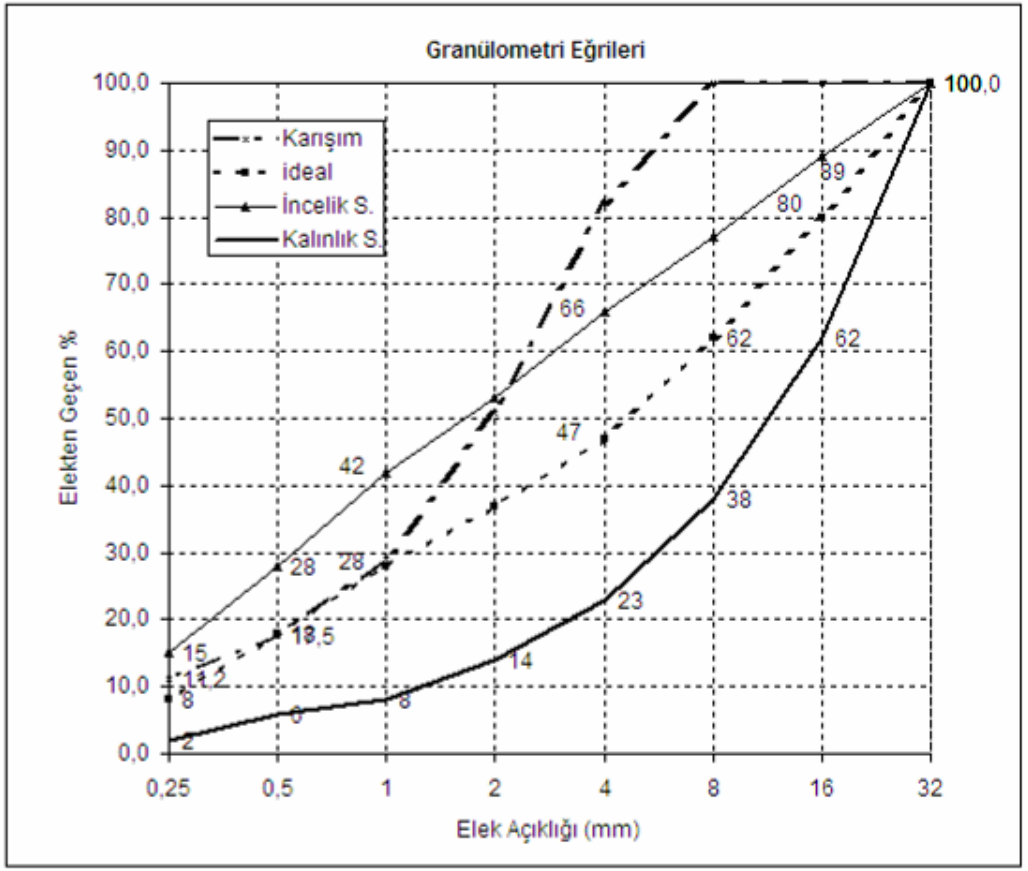


KARIŞIM GRANÜLOMETRİSİ

- ✓ %100 15-25 KIRMATAŞ



Doğal kum
0-5



AGREGA



KARIŞIM GRANÜLOMETRİSİ

3 veya daha fazla agrega karışımı için en ideal çözüm



deneme yanılma metodudur.



AGREGA



KARIŞIM GRANÜLOMETRİSİ

Kırmataş 15-25 %20

Kırmataş 5-15 %20

Doğal Kum %30

Kırmataş tozu %30

✓ ELEKTEN GEÇEN YIĞIŞIMLI (%) p

Elek No (mm)	Kırmataş 15-25	Kırmataş 15-25	Doğal kum 0-5	Kırmataş tozu 0-4
32	100,0	100,0	100,0	100,0
16	13,4	100,0	100,0	100,0
8	0,2	44,8	100,0	100,0
4	0,2	0,2	82,1	96,8
2	0,2	0,2	50,8	76,8
1	0,2	0,2	29,0	49,5
0.5	0,2	0,2	17,5	30,2
0.25	0,2	0,2	11,2	18,4

AGREGA



KARIŞIM GRANÜLOMETRİSİ

✓ ELEKTEN GEÇEN YIĞIŞIMLI (%) p

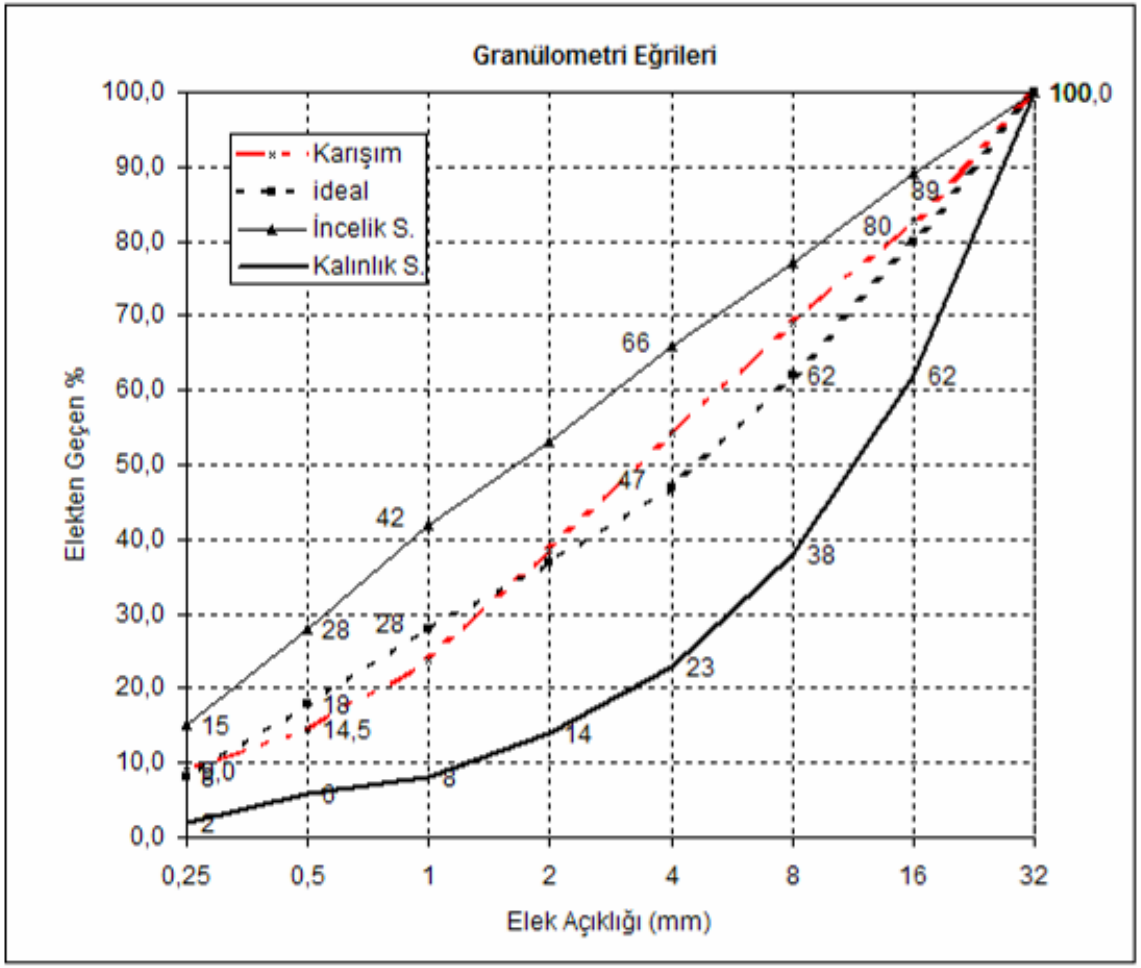
Elek No (mm)	15-25 %20	5-15 %20	Doğal kum %30	Doğal kum %30	ideal	kalınlık sınırı	İncelik sınırı	
32	0,2×100 + 0,2×100 + 0,3×100 + 0,3×100 = **100**				100	**100**	100	✓
16	0,2×13,4 + 0,2×100 + 0,3×100 + 0,3×100 = **82,7**				80	**62**	89	✗
8	0,2×0,2 + 0,2×44,8 + 0,3×100 + 0,3×100 = **69,0**				62	**38**	77	✗
4	0,2×0,2 + 0,2×2,8 + 0,3×82,1 + 0,3×96,8 = **54,3**				47	**23**	66	✗
2	0,2×0,2 + 0,2×0,5 + 0,3×50,8 + 0,3×76,8 = **38,4**				37	**14**	53	✗
1	0,2×0,2 + 0,2×0,5 + 0,3×29,0 + 0,3×49,5 = **23,7**				28	**8**	42	✓
0.5	0,2×0,2 + 0,2×0,5 + 0,3×17,5 + 0,3×30,2 = **14,5**				18	**6**	28	✓
0.25	0,2×0,2 + 0,2×0,5 + 0,3×11,2 + 0,3×18,4 = **9,0**				8	**2**	15	✗

AGREGA



KARIŞIM GRANÜLOMETRİSİ

- Kırmataş 15-25 %20
- Kırmataş 5-15 %20
- Doğal Kum %30
- Kırmataş tozu %30



AGREGA



KARIŞIM GRANÜLOMETRİSİ

Su ihtiyacı ve boşluk miktarı bakımından iri malzeme mümkün olduğunca çok olmalıdır.

İri agrega (4 mm'den büyük malzeme) oranı %50-60 olması akılcı bir başlangıç olabilir.

AGREGA



KARIŞIM GRANÜLOMETRİSİ

✓ ELEKTEN GEÇEN YIĞIŞIMLI (%) p

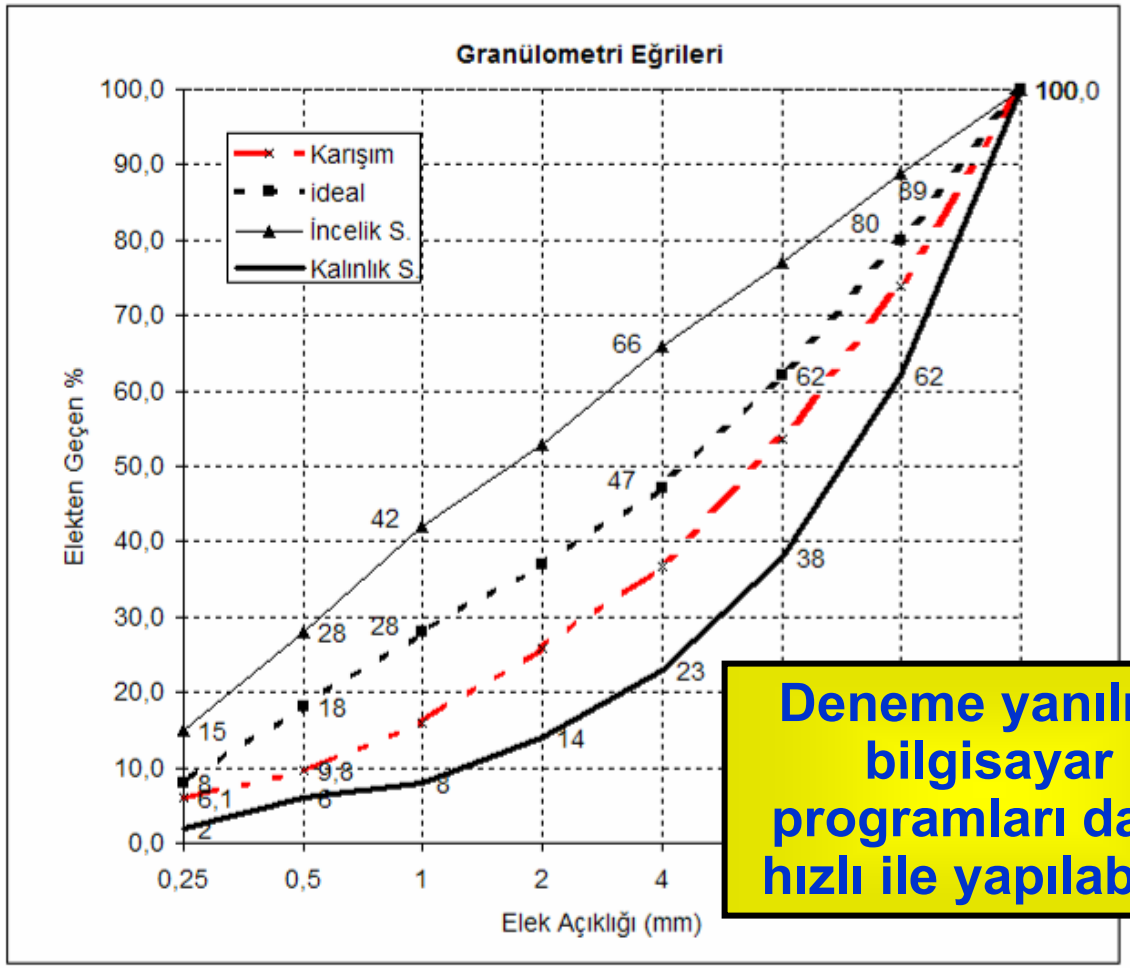
Elek No (mm)	15-25 %30	5-15 %30	Doğal kum %20	Doğal kum %20	ideal	kalınlık sınırı	İncelik sınırı
32	0,3×100 + 0,3×100 + 0,2×100 + 0,2×100 = **100**				100	**100**	100
16	0,3×13,4 + 0,3×100 + 0,2×100 + 0,2×100 = **74,0**				80	**62**	89
8	0,3×0,2 + 0,3×44,8 + 0,2×100 + 0,2×100 = **53,5**				62	**38**	77
4	0,3×0,2 + 0,3×2,8 + 0,2×82,1 + 0,2×96,8 = **36,7**				47	**23**	66
2	0,3×0,2 + 0,3×0,5 + 0,2×50,8 + 0,2×76,8 = **25,7**				37	**14**	53
1	0,3×0,2 + 0,3×0,5 + 0,2×29,0 + 0,2×49,5 = **15,9**				28	**8**	42
0.5	0,3×0,2 + 0,3×0,5 + 0,2×17,5 + 0,2×30,2 = **9,8**				18	**6**	28
0.25	0,3×0,2 + 0,3×0,5 + 0,2×11,2 + 0,2×18,4 = **6,1**				8	**2**	15

AGREGA



KARIŞIM GRANÜLOMETRİSİ

- Kırmataş 15-25 %30
- Kırmataş 5-15 %30
- Doğal Kum %20
- Kırmataş tozu %20



Deneme yanılma bilgisayar programları daha hızlı ile yapılabilir.

AGREGA



İNCELİK MODÜLÜ

✓ Tipik bir elek analizi

Elek No (mm)	Elek üstünde kalan ağırlık (g)	Elek üstünde kalan yığışımlı ağırlık (g)	Elek üstünde kalan yığışımlı q (%)	**Elekten geçen yığışımlı p (%)**
32	-	0	0	**100**
16	2018	2018	29.2	**70.8**
8	1427	3445	49.9	**50.1**
4	949	4394	63.7	**36.3**
2	876	5270	76.4	**23.6**
1	612	5882	85.2	**14.8**
0.5	522	6404	92.8	**7.2**
0.25	311	6715	97.3	**2.7**
Elek altı	185	6900	100	**0**

AGREGA



İNCELİK MODÜLÜ

Elekten geçen yığışımlı p (%)	Elek üstünde kalan yığışımlı q (%)
100	0
70.8	29.2
50.1	49.9
36.3	63.7
23.6	76.4
14.8	85.2
7.2	92.8
2.7	97.3
	+
	494.5

- ✓ Birbirini izleyen standart elek serisi üzerinde kalan kümülatif malzeme yüzdelerinin toplamının yüze bölümü o malzemenin incelik modülü diye adlandırılan karakteristiğini oluşturur.

İncelik modülü= 494.5/100= 4.9

AGREGA



İNCELİK MODÜLÜ

Elekten geçen yığışımlı p (%)	Elek üstünde kalan yığışımlı q (%)
100	0
70.8	29.2
50.1	49.9
36.3	63.7
23.6	76.4
14.8	85.2
7.2	92.8
2.7	97.3
	+
	494.5

İncelik modülü= 494.5/100= 4.9

- ✓ Agregaların bileşimini granülometri eğrilerinden başka gösteren diğer bir karakteristik de incelik modülüdür.
- ✓ İncelik modülü, agreganın inceliği veya kabalığı hakkında genel bir fikir vermesine rağmen, agreganın tane dağılımı hakkında bir bilgi vermemektedir.
- ✓ Farklı gradasyona sahip agregalar aynı incelik modülü değerine sahip olabilir.

AGREGA



İNCELİK MODÜLÜ

- ✓ Taneler inceleştikçe ve boyutları küçük olan tanelerin miktarı arttıkça bu karakteristik küçük değerler almaktadır.
- ✓ Malzemede iri tanelerin miktarının artması ise incelik modülünün büyük değerler almasına neden olur.
- ✓ Karışım oranlarını deneme sınama yolu ile ararken incelik modülü değerlerinden yararlanılabilir.
- ✓ İncelik modülü, aynı kaynaktan sağlanan agregadaki küçük değişkenlikleri tespit için kullanılabilir. Ancak, farklı iki kaynaktan sağlanan agregaların tane dağılımlarını karşılaştırmakta kullanılamaz.

AGREGA



İNCELİK MODÜLÜ

- ✓ Bazı standartlar, betonun karışım tasarımında incelik modülü ile ilgili bazı kısıtlamalar getirilmiştir.

- ✓ Örneğin, ASTM C33, ince agreganın incelik modülünde 0.2 den daha fazla oranda değişkenlik olmamasını ister.
- ✓ Daha büyük değişkenlikler, işlenebilirlikte kabul edilemez değişkenliklere neden olduğu ve bileşenlerin oranlanmasında yeni bir ayarlanma yapılmasını gerektirir.

- ✓ Bir diğer sınırlamada ASTM'de belirtilen, ince agreganın incelik modülünün 2.3 den yüksek ve 3.1 den düşük olmasıdır.

- ✓ Türk standartlarında agreganın incelik modülünün hangi sınırlar arasında olması gerektiğine dair bir bilgi yoktur.

AGREGA



Granülometri Bileşimi - Islatma Suyu İlişkisi

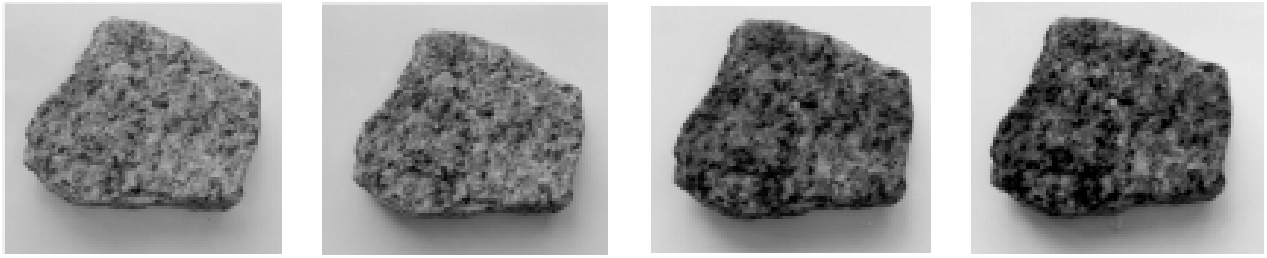
- ✓ Betonun teknik özelliklerini etkileyen en önemli birleşim parametresi su/çimento oranıdır.
- ✓ Su miktarını etkileyen faktör ise betonun işlenebilir niteliğe sahip olması gereğidir. Bu nedenle agreganın mevcut su içeriği ve granülometrisi önemlidir.



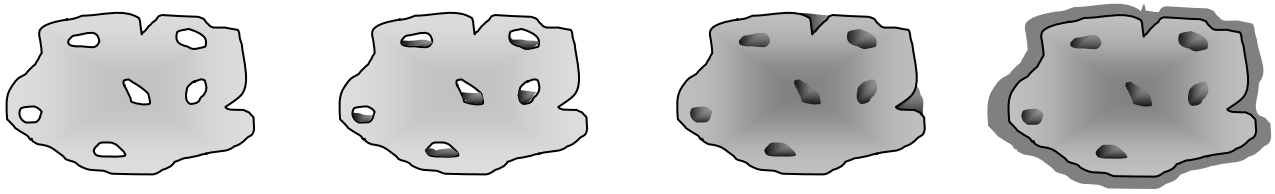


Granülometri Bileşimi - Islatma Suyu İlişkisi

- ✓ Agreganın ıslatma suyunu belirleyen özellikler ise; agregaların mevcut su içeriği ve granülometrisidir.



Değişik nem koşullarındaki granit agregası

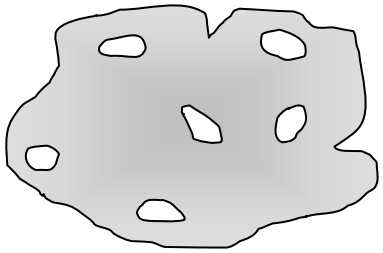


AGREGA



Granülometri Bileşimi - Islatma Suyu İlişkisi





- ✓ **Tamamen Kuru Taneler**
  Bu durumda agrega tanelerinde hiç su bulunmamaktadır. Böyle bir durum, agrega örneklerini etüvde 100-110 °C 'de tutarak elde edilir

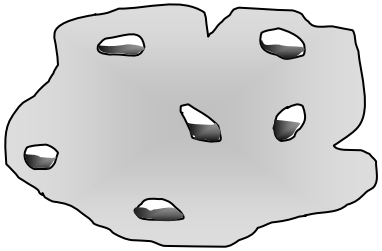


AGREGA



Granülometri Bileşimi - Islatma Suyu İlişkisi



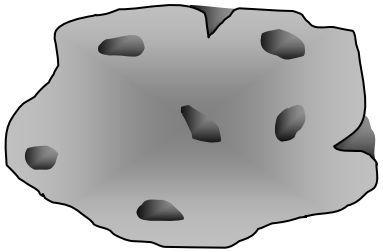


- ✓ **Kuru Yüzeyli Taneler**
  tanelerin yüzeyi kurudur ancak tanelerin içindeki boşlukların bir kısmı su ile doludur

AGREGA

Granülometri Bileşimi - Islatma Suyu İlişkisi

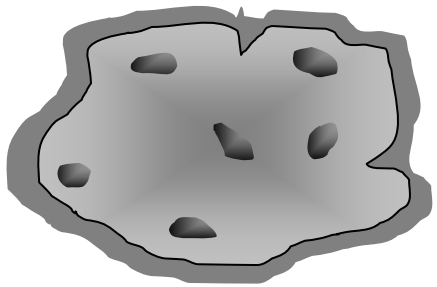




- ✓ **Kuru Yüzeyli Doygun Taneler**
  Bu durumdaki agregaların yüzeyleri kuru, iç boşlukları tamamen su ile doludur.

Granülometri Bileşimi - Islatma Suyu İlişkisi





✓ **Islak Taneler**

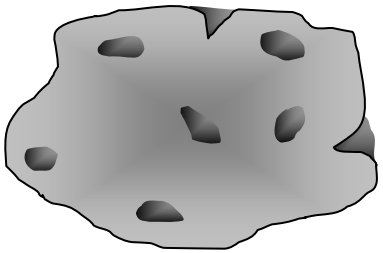
Bu halde, tanelerin tüm boşlukları ve yüzeyi su ile kaplıdır .

AGREGA



Granülometri Bileşimi - Islatma Suyu İlişkisi





✓ **Kuru Yüzeyli Doygun Taneler**

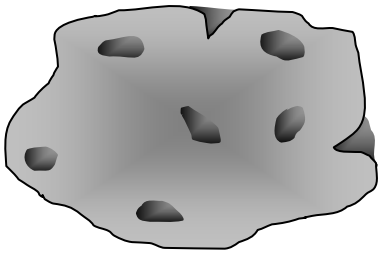
- ✓ Beton üretiminde kullanılacak agrega kuru yüzey-doygun durumda olmalıdır
- ✓ Eğer taneler kuru veya yarı kuru halde ise kullanılan suyun bir kısmı taneler tarafından emilecek, betonda gereğinden az miktarda su kalacaktır.
- ✓ Bu sakıncalı durumu ortadan kaldırmak için, agreganın emebileceği su miktarını hesaplayıp, agregaların kuru yüzey-doygun duruma getirilinceye kadar ıslatılması gerekir.

AGREGA



Granülometri Bileşimi - Islatma Suyu İlişkisi





✓ Kuru Yüzeyli Doygun Taneler

✓ Malzeme ıslak ise, beton karışım suyu da betona eklenince gereğinden fazla su kullanılmış olacaktır.

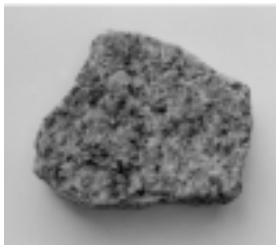
✓ Bu durum da daha sonra açıklanacağı gibi betonun dayanımını büyük ölçüde düşürmektedir.

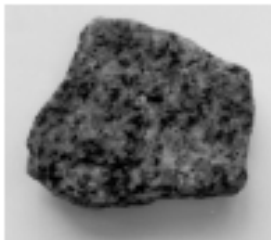
✓ Bağıl nemi % 50'nin üzerindeki kapalı ortamlarda saklanan agregalar kuru yüzey-doygun konumda varsayılabilir.

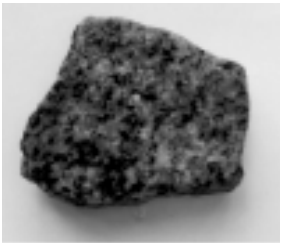


Bolomey formülü









- ✓ Agrega taneleri üzerinde yeterli kalınlıkta bir su tabakası oluşturmak için önerilen teorik formüller vardır.
- ✓ Bunlardan en önemlisi "Bolomey" formülüdür.

$$e = \frac{N.q}{\sqrt[3]{d_1.d_2}}$$

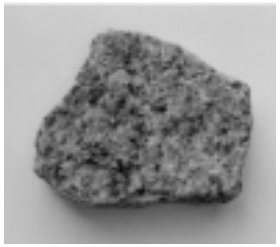
- ✓ Burada (e) kg cinsinden, d_1 ve d_2 elekleri arasında bulunan, (q) kg agrega için gerekli su miktarını vermektedir.
- ✓ Formülde N bir kat sayıdır.

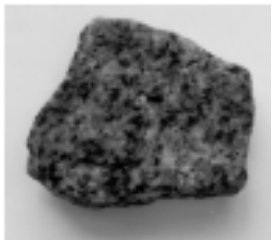
AGREGA

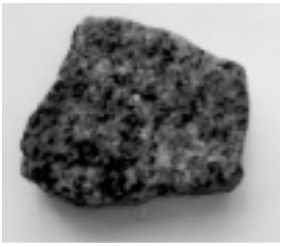


Bolomey formülü









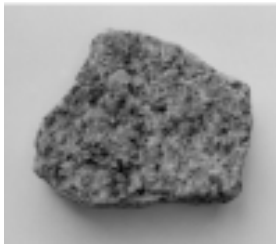
$$e = \frac{N.q}{\sqrt[3]{d_1.d_2}}$$

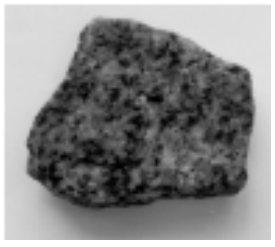
Beton kıvamı	Yuvarlak taneler	Köşeli taneler
Kuru kıvam	0.08	0.095
Plastik kıvam (B.arme için)	0.09 - 0.05	0.10 - 0.11
Akıcı kıvam	0.10 - 0.11	0.12 - 0.13

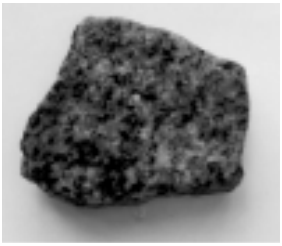


Bolomey formülü









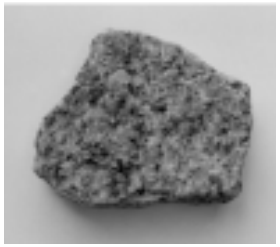
$$e = \frac{N.q}{\sqrt[3]{d_1.d_2}}$$

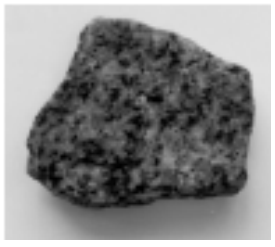
- ✓ Yukarıdaki formülde d_1 ve d_2 yuvarlak delikli eleklerin delik çapları olup, mm cinsinden yerine konulur.
- ✓ Bolomey formülü boyutları 0.2 mm'den küçük taneler için uygulanamaz.
- ✓ Bu grup taneler için ağırlığının % 23'ü kadar su kullanılması gerekir.
- ✓ Çimento için gerekli su miktarı için de 0.23 değeri alınır.

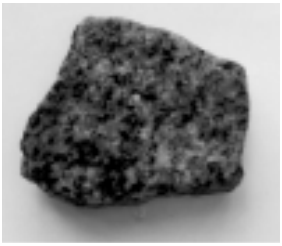


Bolomey formülü









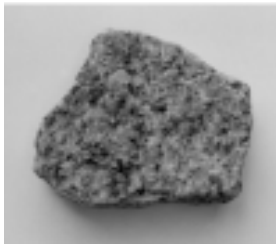
$$e = \frac{N.q}{\sqrt[3]{d_1.d_2}}$$

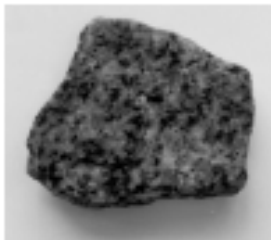
- ✓ Bu formül yalnızca agrega yüzeylerini ıslatmak için gerekli su miktarını vermektedir.
- ✓ Taneler içindeki boşlukları dolduracak su, bu miktarın içinde değildir.

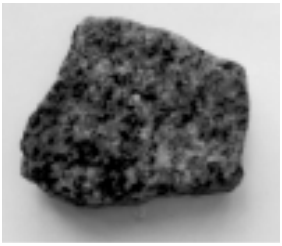


Bolomey formülü









$$e = \frac{N.q}{\sqrt[3]{d_1.d_2}}$$

- ✓ **Bolomey formülünden şu sonuçlar çıkarılabilir:**

1) İnce malzeme yüzdesine bağlı olarak, ıslatma suyu miktarı artmaktadır.

2) Köşeli taneleri (kırmataşları) içeren karışımların, yuvarlak malzemeli karışımlara kıyasla daha fazla su gereksinimleri vardır.

- ✓ **Pratik olarak iri agregada ıslatma suyu ağırlığın % 1-2'si ince agregalarda % 5-9'u arasında bir değer alınabilir**

AGREGA



incelik modülü-su formülü





- ✓ 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

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

ile bulunur.

AGREGA



incelik modülü-su formülü





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

✓ α katsayısının değerleri aşağıda görüldüğü şekilde alınır.

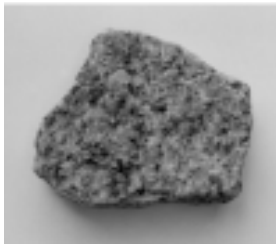
Beton Kıvamı	Dere Kumu ve Çakıl	Dere Kumu ve Mıcır	Deniz Kumu ve Mıcır
Kuru	28 - 30	33	37
Plastik	31 - 33	37	40
Akıcı	36 - 40	43	47

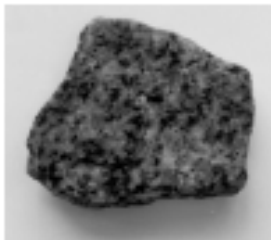
✓ Bu formül çimento dahil betonun toplam su gereksinimini verir.

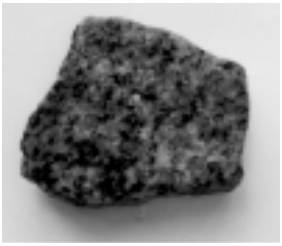


Agregada Rutubet-Hacim İlişkisi









- ✓ Agreganın rutubeti denilince ıslak tanelerin, kuru yüzey-doygun durumundaki tanelere göre, yüzde cinsinden ağırlığındaki artışı anlaşılır.

- ✓ P_2 ağırlığındaki ıslak taneler, kuru yüzey-doygun hale getirilince ağırlığı P_1 oluyorsa, agreganın rutubeti aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır:

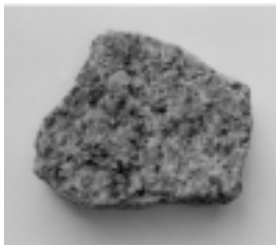
$$m = \frac{P_2 - P_1}{P_1} \times 100$$

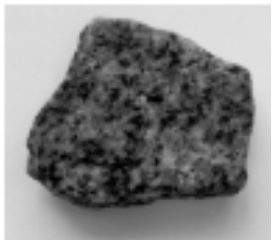
AGREGA



Agregada Rutubet-Hacim İlişkisi







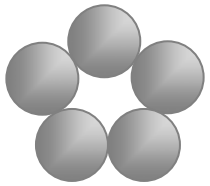


- ✓ Agreganın rutubetli olması beton üretiminde iki bakımdan göz önünde tutulmalıdır.
- ✓ Birincisi; betona konulacak su miktarı agregada bulunan su miktarı kadar azaltılmalıdır.
- ✓ Örneğin; 1 m^3 beton yapımında 158 lt su kullanılması gerekiyorsa ve bu betonda kuru yüzey doygun konumdan % 3 fazla rutubet içeren 650 kg ince agrega varsa, kullanılacak suyu 158 - 0.03 x 650 =138.5 lt' ye düşürmek gerekir.
- ✓ Aksi halde betonun dayanımı artan su/çimento oranından ötürü azalır.

AGREGA

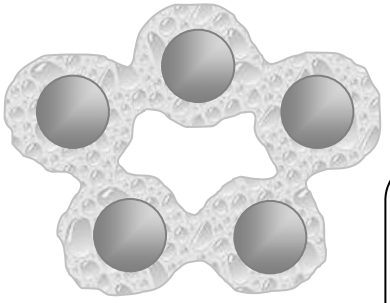


Agregada Rutubet-Hacim İlişkisi



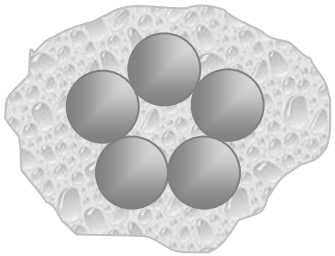
KURU

- ✓ İkinci önemli faktör, rutubetin hacim kabarmasına neden olmasıdır.



NEMLİ

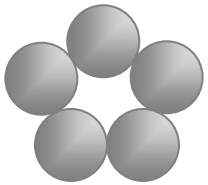
- ✓ Agrega tanelerinin rutubetli olması halinde, taneleri kaplayan su filmi taneciklerin birbirine yaklaşmasına engel olarak hacim kabarmasına neden olur.
- ✓ Hacim, rutubet miktarının kritik bir değeri (% 5-8) için, en fazla değere ulaştıktan sonra ince agregadaki su miktarının artması ile azalmaya başlar.



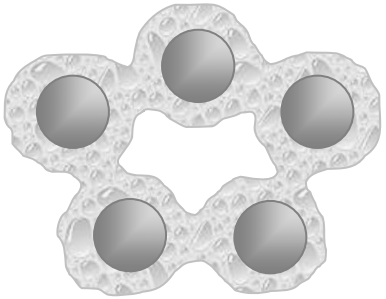
ISLAK

- ✓ Su miktarı fazlalaşınca su filmleri birbiri ile birleşir, su taneler arasındaki boşluklarda hareket ederek, hacmin azalmasına neden olur.

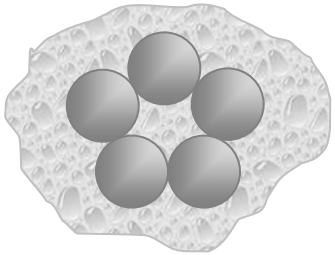
Agregada Rutubet-Hacim İlişkisi



KURU

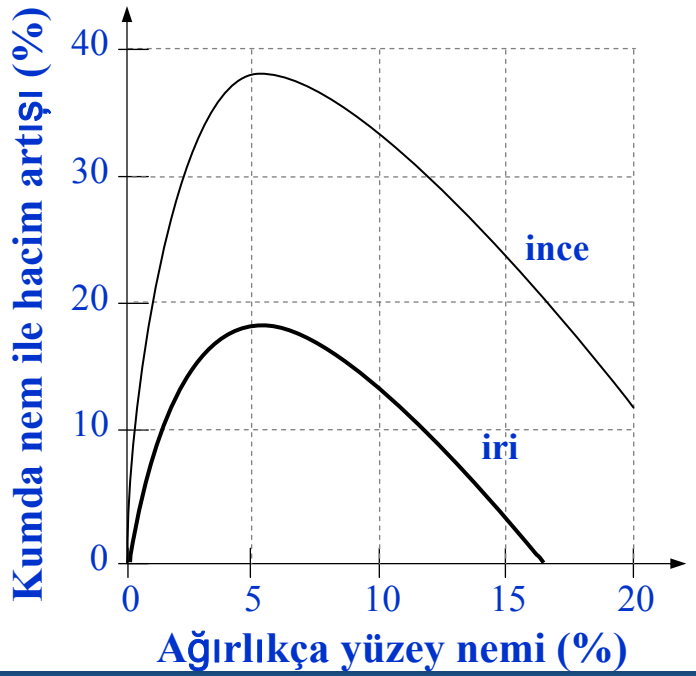


NEMLİ



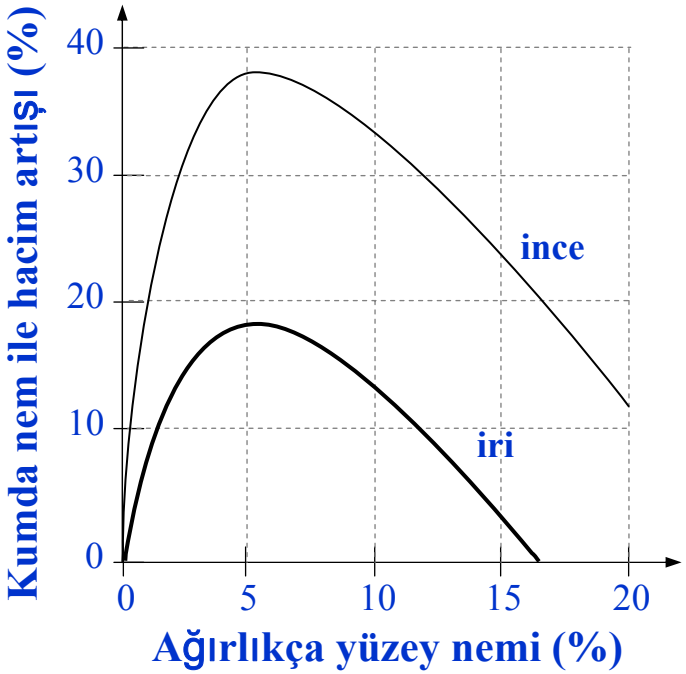
ISLAK

- ✓ İkinci önemli faktör, rutubetin hacim kabarmasına neden olmasıdır.
- ✓ Agrega taneleri tamamen doygun duruma geldiklerinde ise, hacimleri yaklaşık olarak kuru durumdaki ile aynıdır.





Agregada Rutubet-Hacim İlişkisi

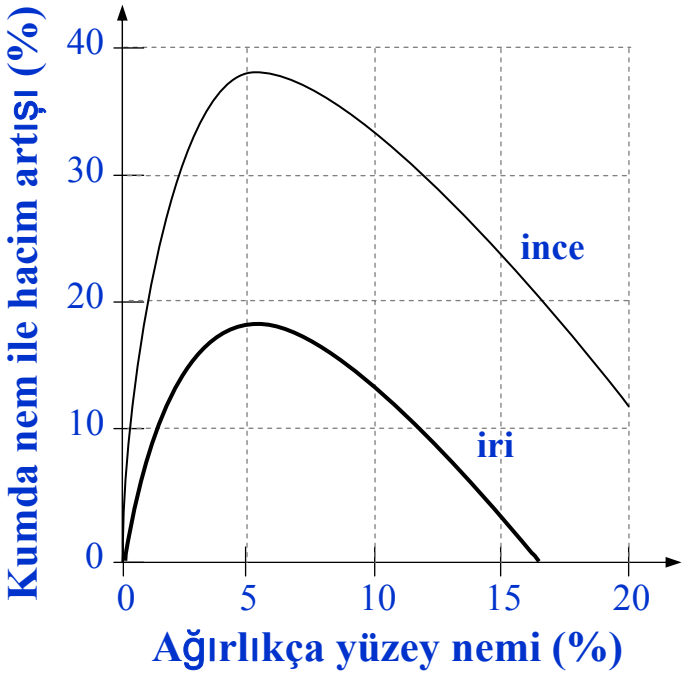


- ✓ İnce agrega uygulamada kamyon hacmi üzerinden satın alınır.
- ✓ Eğer alınan ince agregada % 5 oranında rutubet mevcut ise, ince agreganın görünen hacmi gerçek hacminden yaklaşık % 30 fazladır.
- ✓ Bu durumda, % 30 fazla para ödenmiş olacaktır. Ayrıca, beton malzemesi görünen hacim cinsinden ölçülerek kullanılıyorsa, katılan ince agrega gereğinden az olacak ve betonda çimento dozajı artacaktır

AGREGA



Agregada Rutubet-Hacim İlişkisi



- ✓ İri agregalarda, serbest sudan kaynaklanan hacim artışı önemsiz mertebelerdedir.
- ✓ Çünkü yüzeydeki su filmi tabakasının kalınlığı agrega tanesi ile kıyaslandığında çok küçüktür.

- ✓ Beton üretiminde kullanılan agregaların miktarları, hacim yerine ağırlık cinsinden saptanıp, beton üretilirse bu sakınca ortadan kalkar. Bu nedenle, beton üretiminde malzemelerin ölçüm işlemi ağırlıkça yapılmalıdır.

AGREGA



Agregaların Porozitesi





- ✓ Agrega tanelerinde bulunan boşlukların oranının ve kuru yüzey-doygun konuma gelinceye kadar emdiği su miktarının bilinmesinde yarar vardır.
- ✓ Bu amaçla agrega taneleri üzerinde su emme deneyi yapılır.
- ✓ Agreganın porozitesi, permeabilitesi ve su emmesi, agrega ve çimento arasındaki aderansı, betonun donma-çözülme dayanıklılığını, agreganın kimyasal stabilitesini ve aşınma dayanıklılığını etkilediği için önemlidir.

AGREGA



İri Agregaların Su emmesi ve Porozitesi







- ✓ İri agrega tanelerinden bir miktar malzeme alınarak 24 saat su içinde bırakılır.
- ✓ Sudan çıkarılan tanelerin içindeki boşluklar su ile dolduğu gibi aynı zamanda yüzeylerinde de bir su filmi bulunur.
- ✓ Bir havlu ile iri agrega tanelerinin yüzeyindeki su kurulanır ve malzeme kuru yüzey-doygun hale getirilir.
- ✓ Bir havlu ile iri agrega tanelerinin yüzeyindeki su kurulanır ve malzeme kuru yüzey-doygun hale getirilir.
- ✓ Bu durumdaki tanelerden P_1 ağırlığında malzeme alınarak etüvde kurutulur. Kurutulan malzemenin P_0 ağırlığı bulunur.

AGREGA



İri Agregaların Su emmesi ve Porozitesi







- ✓ **Buna göre agreganın su emme miktarı;**

$$\frac{(P_1 - P_0)}{P_0}$$

- ✓ **Agreganın porozitesi P ise şu şekilde hesaplanır:**

$$p = \frac{P_1 - P_0}{P_0} \times \delta$$

- ✓ **Burada δ tamamen kuru agreganın özgül ağırlığıdır.**

AGREGA



İri Agregaların Su emmesi ve Porozitesi





- ✓ İri agrega tanelerinin porozitesinin küçük olması bu tanelerin dayanımlarının yüksek değerler almasına neden olabilir.

- ✓ Bu yüzden beton üretiminde kullanılacak olan agregalarda porozitesinin belirli bir değerden büyük olmaması
- ✓ (örneğin % 5 - % 10) istenir.

AGREGA



İri Agregaların Su emmesi ve Porozitesi





✓ **Bazı kayaçların porozitesi**

Kaya grubu	Porozite (%)
Kuvarsit	1.9-15.1
Kireçtaşı	0.0-37.6
Granit	0.4-3.8

AGREGA



İnce Agregaların Su emmesi ve Porozitesi



Kum: 4 mm ile 63 μm

- ✓ İnce agrega veya kumlarda, 24 saat su içinde tutulan tanelerin çok küçük olması nedeniyle, kuru yüzey-doygun hale getirilmeleri havlu ile kurutma yoluyla yapılamaz.

AGREGA



İnce Agregaların Su emmesi ve Porozitesi



- ✓ Kurutma işlemi malzemeyi bir küvet içinde ısıtmak ve sıcak hava sevkedip, karıştırmak suretiyle yapılır.





AGREGA



İnce Agregaların Su emmesi ve Porozitesi



- ✓ Tanelerin kuru yüzey doygun durumda olup olmadıklarını anlamak için, 73 mm yüksekliğinde ve 38 ve 89 mm çaplarında üst ve alt tabanlı bir kesik koni kullanılır.





İnce Agregaların Su emmesi ve Porozitesi

- ✓ Kurutma işlemi sırasında zaman zaman bu koni ince agrega ile doldurulur.



AGREGA



İnce Agregaların Su emmesi ve Porozitesi

- ✓ Doldurulan koni yukarıya doğru kaldırılır.
- ✓ Koni kaldırılınca, ince agrega koni şeklinden belirli derecede ayrışmaya başladığı zaman, ince agreganın kuru yüzey-doygun hale dönüştüğü kabul edilir.



İnce Agregaların Su emmesi ve Porozitesi

- ✓ İnce agreganın su emme ve porozite değerlerinin hesabı aynen iri agregada olduğu gibi yapılır.



AGREGA



İnce Agregaların Su emmesi ve Porozitesi





- ✓ Malzemeyi kuru yüzey-doygun konuma getirmek için farklı yöntemler vardır. Bunlardan biri merkezkaç kuvveti etkisi ile yüzeydeki suyu atan, bir eksen etrafında hızla dönen silindir bir kaba sahip cihazı kullanmaktadır.

- ✓ Su emme kapasitesi iri agregalar için % 0.2 ile % 4, ince agrega için %0.2 ile % 2 arasında değişir

AŞINMAYA DAYANIKLILIK

Taş yapılı cisimlerde aşınma olayı ve deneyi



- ✓ Yapı mühendisliğinde özellikle taş bünyeli elemanlar aşınma olayının etkisinde kalırlar.

- ✓ Bu nedenle beton yol, hava meydanı, merdiven basamakları, döşemeler gibi yerlerde kullanılan malzeme aşınmaya dayanıklı olmalıdır.

AŞINMAYA DAYANIKLILIK

Taş yapılı cisimlerde aşınma olayı ve deneyi



- ✓ Bu tür malzemenin deneyi, bir düşey eksen etrafında ve yatay düzlem içinde dönen 60 cm çaplı madensel bir tabladan oluşan **Dorry aygıtı** ile yapılır.

- ✓ Tablanın üzerine dönüş sırasında belirli özelliklere sahip aşındırıcı toz akıtılmaktadır.

- ✓ Bu şekilde pürüzlü yüzeyde, malzeme dönen ağırlıkların altında aşınır.

AŞINMAYA DAYANIKLILIK

Taş yapılı cisimlerde aşınma olayı ve deneyi



- ✓ Tabla dakikada 28-30 devirlik hızla döner.
- ✓ 500 devir sonra malzeme tartılarak veya hacmi ölçülerek aşınma miktarı saptanır.
- ✓ Bu deneyin ıslak yapıldığı cihazlarda vardır.
- ✓ Bu tip deneyler daha çok karo plak gibi yüzeysel elemanlar üzerinde yapılır.

AŞINMAYA DAYANIKLIK

Taş yapılı cisimlerde aşınma olayı ve deneyi



- ✓ Ahşap, linolyum, plastik gibi döşeme kaplamalarının aşınma miktarı **Taber aleti** ile bulunur.

- ✓ Bu deneyde, dönen yatay bir tabla üzerine tespit edilen deney numunesi üzerine malzeme türüne göre seçilen bir çift aşındırıcı disk belirli bir yükle bastırılır.

- ✓ Yatay tabla döndürülerek belirli bir süre sonunda ağırlık kaybı ölçülür. Birim mesafede aşınan miktar aşınma direnci olarak tanımlanır.

AŞINMAYA DAYANIKLILIK

Taş yapılı cisimlerde aşınma olayı ve deneyi



- ✓ Yollarda kullanılan beton veya asfalt gibi kaplama malzemelerinin iskeletini oluşturan çakıl veya kırmataşların aşınma deneyleri için ise **Los Angeles** deneyi uygulanır.

- ✓ İçerisinde bir raf bulunan standart boyutlardaki bir silindirik tamburun içine belirli ağırlıkta (P) ve tane dağılımında deney örneği konulur.

- ✓ Tamburun içine ayrıca deney örneği tipine bağlı olarak belirli sayıda çelik küre yerleştirilip, silindir kapatılır.

AŞINMAYA DAYANIKLILIK

Taş yapılı cisimlerde aşınma olayı ve deneyi

Los Angeles deney karışımları ve koşulları

Elek Göz Boyutları	A	B	C	D
40 - 25 mm arası	% 25	-	-	-
25 - 20 mm arası	% 25	-	-	-
20 - 12.5 mm arası	% 25	% 50	-	-
12.5 - 10 mm arası	% 25	% 50	-	-
10 - 8 mm arası	-	-	% 50	-
8 - 5 mm arası	-	-	% 50	-
5 - 2.5 mm arası	-	-	-	% 100
Agrega miktarı : P (kg)	5	4.55	3.3	2.5
Font küre sayısı	12	11	8	7

AŞINMAYA DAYANIKLILIK

Taş yapılı cisimlerde aşınma olayı ve deneyi



- ✓ Tambur dakikada 30-33 devirlik hızla 500 devir döndürülür.
- ✓ Kürelerin ağırlığı ve dinamik etkisi ile parçalanan malzeme TS EN 1097-2:2000'e göre 1.4 mm göz açıklıklı elekten elenir.
- ✓ Bu eleğin üstünde kalan malzeme P_u ağırlığında ise, aşınma yüzdesi U şöyle bulunur:

$$U = \frac{P - P_u}{P} \times 100$$

AŞINMAYA DAYANIKLILIK

Taş yapılı cisimlerde aşınma olayı ve deneyi



- ✓ Hesaplanan aşınma yüzdesi (U) ne kadar küçük ise, agreganın aşınma dayanımı o kadar yüksektir.

- ✓ ASTM standartlarına göre bu kayıp yüzdesinin beton agregasında 100 devir için % 10'u, 500 devir için % 50'yi, yol agregası için 500 devirde % 30'u geçmemesi istenir.



Agregaların Birim Ağırlıkları

- ✓ **BİRİM AĞIRLIK:**
- ✓ **Agreganın birim ağırlık, belirli bir hacmi dolduran agreganın ağırlığıdır.**



- ✓ **Tanımdan da anlaşılacağı gibi, bu hacim, hem agrega tanelerinin hacmini hem de taneler arasındaki boşlukları içermektedir.**



Agregaların Birim Ağırlıkları

✓ **Agregaların birim ağırlıkları değişik faktörlere bağlıdır. Bunları şu şekilde sıralayabiliriz:**



a) Agreganın granülometrisi,
b) Agrega tane şekli (tanelerin yuvarlak ya da köşeli olması),
c) Kusurlu malzeme yüzdesi,
d) Yerleştirme şekli,
e) Agreganın özgül ağırlığı,
f) Agreganın (özellikle ince agreganın) su içeriği

AGREGA



Agregaların Birim Ağırlıkları



- ✓ Granülometrisi düzgün (en az boşluklu) kuru, kusurlu malzemesi az, sıkıştırılmış ve özgül ağırlığı fazla olan agregaların birim ağırlıkları da fazla olur.



- ✓ Daha önce belirtildiği gibi, agreganın nem durumu birim hacim ağırlığı etkilemektedir. Bu nedenle birim hacim ağırlığı tespit edilecek numune 110 ± 5 ºC'de değişmez ağırlığa gelinceye kadar kurutulması gerekir.

AGREGA



Agregaların Birim Ağırlıkları



- ✓ **Birim hacim ağırlık, hacmi bilenen bir kap içerisine agreganın yerleştirmesi ile bulunur.**
- ✓ **Yerleştirme şekline bağlı olarak, sıkışık veya gevşek olarak saptanır.**

AGREGA



Gevşek Birim Hacim Ağırlık



- ✓ Gevşek birim hacim ağırlığın bulunmasında, ölçek dikkatli bir şekilde agreganın ayrışım yapmasına engel olunarak malzeme ile doldurulur.
- ✓ Gevşek birim hacim ağırlık her hangi bir sıkıştırma işlemi yapılmadan saptanır.
- ✓ Çubuk ile malzemenin üst yüzü ölçeğin kenarı esas alınarak düzeltilir.
- ✓ Bir gramı gösteren duyarlıkta bir terazide, ölçek içindeki malzeme ile birlikte tartılır.

AGREGA



Gevşek Birim Hacim Ağırlık





- ✓ Bulunan değerden kabın ağırlığı çıkartılarak, agrega ağırlığı (P) bulunur.
- ✓ Kap su ile doldurulup kabın hacmi (V) ölçüldükten sonra, agreganın birim hacim ağırlığı (U) aşağıdaki formül kullanılarak bulunur.

$$U = \frac{P}{V}$$

AGREGA



Sıkışık Birim Hacim Ağırlık



- ✓ Sıkışık birim hacim ağırlık, hacmi belirli bir ölçeğe konulan agreganın, standart işlemlerle yerleştirilmesi ile elde edilir.



- ✓ Bu amaçla agrega silindir şeklindeki bir kap içerisine, her seferinde hacminin 1/3'ünü dolduracak şekilde üç aşamada, her tabaka demir bir çubukla 25 kez eş dağılımlı vuruş yapmak suretiyle şişlenir.

AGREGA



Sıkışık Birim Hacim Ağırlık



- ✓ En son tabakanın şişleme işlemi sona erdikten sonra, çubuk ile malzemenin üst yüzü ölçeğin kenarı esas alınarak düzeltilir.

- ✓ Bir gramı gösteren duyarlıkta bir terazide, ölçek içindeki malzeme ile birlikte tartılır.



- ✓ Bulunan değerden kabın ağırlığı çıkartılarak, agrega ağırlığı (P) bulunur.
- ✓ Kap su ile doldurulup kabın hacmi (V) ölçüldükten sonra, agreganın birim hacim ağırlığı (U) aşağıdaki formül kullanılarak bulunur.

$$U = \frac{P}{V}$$

AGREGA



Agregaların Birim Ağırlıkları



- ✓ Beton bileşiminin saptanmasında ve beton üretiminde malzemenin ölçülmesinde, agreganın birim ağırlığının bilinmesi gerekir.



- ✓ Bu değer tüvenan malzeme için genellikle 1.50-1.85 kg/lt arasında değişebilir.
- ✓ Kırmataşlarda bu değer 1.35 - 1.50 kg/lt mertebesine kadar inebilir.

AGREGA



Agregaların Birim Ağırlıkları





- ✓ Agreganın birim hacim ağırlığı kullanılarak, harç ile doldurulması gereken boşluk hacmi bulunabilir.
- ✓ Agrega hacmi V_a ve boşluk hacmi V_b olmak üzere,

$$\text{Toplam hacim} = V_a + V_b = 1\ m^3$$

(m^3) dür.

$$\Rightarrow V_b = 1 - V_a\ m^3$$

Diğer yandan $$V_a = \frac{P}{G_{B(KURU)} \times d_w}$$

$G_{B(KURU)}$: Agreganın kuru hacim özgül ağırlığı

d_w : Suyun yoğunluğu

AGREGA



Agregaların Birim Ağırlıkları





- ✓ Agreganın birim hacim ağırlığı kullanılarak, harç ile doldurulması gereken boşluk hacmi bulunabilir.
- ✓ Agrega hacmi V_a ve boşluk hacmi V_b olmak üzere,

$$\text{Toplam hacim} = V_a + V_b = 1\ m^3$$

$$\Rightarrow V_b = 1 - V_a\ m^3$$

Diğer yandan $$V_a = \frac{P}{d_{A(KURU)}} = \frac{P}{\rho_{A(KURU)} \times d_w}$$

$\rho_{A(KURU)}$: Agreganın kuru hacim özgül ağırlığı

d_w : Suyun yoğunluğu



Agregaların Birim Ağırlıkları

$$V_a = \frac{P}{d_{A(KURU)}} = \frac{P}{\rho_{A(KURU)} \times d_w}$$

$\Rightarrow$ **$V_b = 1 - V_a$ (m^3)**

$$\Rightarrow V_b = 1 - \frac{P}{\rho_{A(KURU)} \times d_w}$$

- ✓ **1 m^3'lük bir hacim için agreganın birim hacim ağırlığı (U), agrega ağırlığına (P) eşit olacaktır**

$$U = \frac{P}{V} = \frac{P}{1} = P$$

$\Rightarrow$ **Boşluk (%) =** $$\frac{G_{B(KURU)} \cdot \rho_w - U}{G_{B(KURU)} \cdot \rho_w} x100$$

AGREGA





BİRİM HACİM AĞIRLIK:

Yığın halindeki agreganın taneler arasındaki ve içindeki boşluklar dahil birim hacminin ağırlığıdır.



YOĞUNLUK:

Agrega ağırlığının boşluksuz hacme oranı (kg/m^3)

ÖZGÜL AĞIRLIK:

Yoğunluk / suyun +4 ^{0}c 'deki yoğunluğu (boyutsuz)

Agreganın kökenine bağlı 2.5 - 2.9 (beton dizaynı için şart)



Agregaların Özgül Ağırlıkları

- ✓ Özgül ağırlığının saptanmasındaki zorluk, gerçek boşluksuz katı hacminin bulunmasıdır.
- ✓ Agreganın kökeni hakkında da fikir veren bu karakteristik, genel olarak 2.4-2.8 arasında değerler almaktadır
- ✓ Örneğin;
  kireçtaşının özgül ağırlığı 2.66,
  Bazalt'ın 2.80,
  Granit'in 2.69,
  kuvars'ın 2.62 dolaylarındadır.
- ✓ Özgül ağırlığı 2.4'ten düşük agregalar hafif agrega olarak adlandırılır.

AGREGA



Agregaların Özgül Ağırlıkları

- ✓ İri Agreganın özgül ağırlığı bulunmak istendiğinde malzeme önce kuru yüzey doygun hale getirilerek tartılır. (W_{KYD})







- ✓ Malzeme Özgül sepetine konulan su içinde tartılır. (W_{SUDA})





AGREGA



Agregaların Özgül Ağırlıkları

✓ Etüve konulan malzeme kurutulduktan sonra tartılır. (W_{KURU})





İri Agreganın Özgül Ağırlıkları hesaplanır

(W_{KYD}) (W_{SUDA}) (W_{KURU})

Malzeme boşluksuz hacmi = (W_{KYD}) - (W_{SUDA})



Agregaların Özgül Ağırlıkları

- ✓ **Kuru Yüzey Doygun Özgül Ağırlık =** $$\frac{W_{KYD}}{W_{KYD} - W_{SUDA}}$$

- ✓ **Kuru Özgül Ağırlık =** $$\frac{W_{KURU}}{W_{KYD} - W_{SUDA}}$$

- ✓ **Görünür Özgül Ağırlık =** $$\frac{W_{KURU}}{W_{KURU} - W_{SUDA}}$$

- ✓ **Su Emme (%) =** $$\frac{W_{KYD} - W_{KURU}}{W_{KURU}} \times 100$$

AGREGA



- ✓ İnce Agreganın özgül ağırlığı bulunmak istendiğinde malzeme önce kuru yüzey doygun hale getirilerek tartılır. (W_{KYD})








- ✓ Deneyde kullanılacak piknometre işaretli seviyeye kadar su doldurulup tartılır. (W_{P+SU})

AGREGA



- ✓ Deneyde kullanılacak piknometreye kum katılarak işaretli seviyeye kadar su doldurulup tartılır. (W_{P+SU+K})



- ✓ Kum ve su karışımı sallanarak hava kabarcıklarının su ve kum karışımından uzaklaşması sağlanır.
- ✓ İstenirse vakum uygulanarak havanın tamamının çıkması sağlanır.



- ✓ Etüve konulan malzeme kurutulduktan sonra tartılır. (W_{KURU})

AGREGA



İnceAgreganın Özgül Ağırlıkları hesaplanır

(W_{KYD}) (W_{P+SU}) (W_{P+SU+K})

Malzeme boşluksuz hacmi = (W_{KYD}) + (W_{P+SU})- (W_{P+SU+K})







AGREGA



Agregaların Özgül Ağırlıkları

Kuru Yüzey Doygun Özgül Ağırlık = $$\frac{(W_{KYD})}{(W_{KYD})+(W_{P+SU})-(W_{P+SU+K})}$$

Kuru Özgül Ağırlık = $$\frac{(W_{KURU})}{(W_{KYD})+(W_{P+SU})-(W_{P+SU+K})}$$

Görünür Özgül Ağırlık = $$\frac{(W_{KURU})}{(W_{KURU})+(W_{P+SU})-(W_{P+SU+K})}$$

Su Emme (%) = $$\frac{W_{KYD}-W_{KURU}}{W_{KURU}}\times 100$$



Agregaların Özgül Ağırlıkları

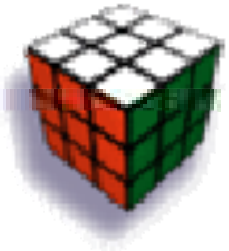
✓ Özgül ağırlıklar arasında her zaman şu ilişki vardır.

Kuru Özgül Ağırlık ≤ KYD Özgül Ağırlık ≤ Görünür Özgül Ağırlık

AGREGA



Agregaların Tane Şekli





İDEAL TANE (KÜP, KÜRE)





KUSURLU TANE (TORPİL, PARA)
MAX %15





YÜZEY DURUMU - PÜRÜZLÜ



Agregaların Donmaya Karşı Dayanıklılığı

- ✓ Agreganın donma etkisine dayanıklılığı;
  - porozitesi,
  - permeabilitesi,
  - su emme kapasitesi ve
  - boşluk yapısı ile

ilişkilidir.

- ✓ TS 706 EN 12620 Beton agregaları standardına göre;

Kırmataş agregaların su emme oranı % 0.5'den az ve basınç dayanımı 150 MPa' dan büyük ise

söz konusu agregaların dona dayanıklı olacağına karar verilebilir.

AGREGA



Agregaların Donmaya Karşı Dayanıklılığı

- ✓ Agregaların dona dayanıklılığını belirlemek için çok sayıda deney yöntemi vardır.
- ✓ Bunlar içerisinde en yaygın olarak kullanılanı, agregayı kristalleşince hacmi artan, sodyum sülfat veya magnezyum sülfat eriyiği içerisinde 18 saat süreyle bekletip, daha sonra etüvde kurutulmasıdır.
- ✓ Bu işlem 5 defa tekrarlanır.
- ✓ Deney sonunda agrega tanelerinden, eleme sonucu parçalanıp ayrılan tane yüzdeleri belirlenir.

AGREGA



Agregaların Donmaya Karşı Dayanıklılığı

Dona dayanıklılık deneylerinde agregada ortaya çıkabilecek en yüksek ağırlık kayıpları (%)

(Türk Standartları (TS EN 1367-1) ve parantez içinde de ASTM C88 tarafından izin verilen en yüksek ağırlık kayıpları verilmiştir.)

Agrega sınıfı	Sodyum sülfat çözeltisi (Na_2SO_4) TS ASTM	Magnezyum sülfat çözeltisi ($MgSO_4$) TS ASTM
İnce Agrega	15.0 (10.0)	22.0 (15.0)
İri Agrega	18.0 (12.0)	27.0 (18.0)

AGREGA



Agregaların Basınç Dayanımı



Taş bloklarından gereği gibi çıkarılan 50 cm² kesit alanlı küp veya 5 cm çap ve 10 cm yükseklikli silindir şeklindeki karotlar üzerinde deneyler yapılarak saptanır.



Ege Bölgesinde çok kullanılan kireçtaşının ortalama basınç dayanımı 160 MPa dolayındadır. Ancak 250 MPa' da kırılan örnekler de vardır. Bazalt, kuvars, gabro, flint, granit, hornfels, porfir ve felsit en yüksek basınç dayanımlarına sahip kayalardır.

AGREGA



Agregalarda Organik Maddelerin Bulunması

- ✓ Agrega yığını içersinde çok küçük parçacıklar halinde dağılmış olan çürümüş bitki köklerindeki, humuslu topraklardaki ve diğer organik maddelerdeki tannik asit ve türevleri beton yapımında çimentonun prizini ve sertleşmesini yavaşlatmaktadır.

- ✓ Bu zararlı etki, organik maddelerin hidrofob (suyu iten) olması ve bunların çimentoda hidrate kristallerin oluşmasına engel olması ile meydana gelir.

- ✓ Ayrıca, betonun renk değişimine neden olabilir. Kömür ve benzerlerinde olduğu gibi bazıları şişerek beton yüzeyinde patlamalar oluşturabilir..

AGREGA



Agregalarda Organik Maddelerin Bulunması

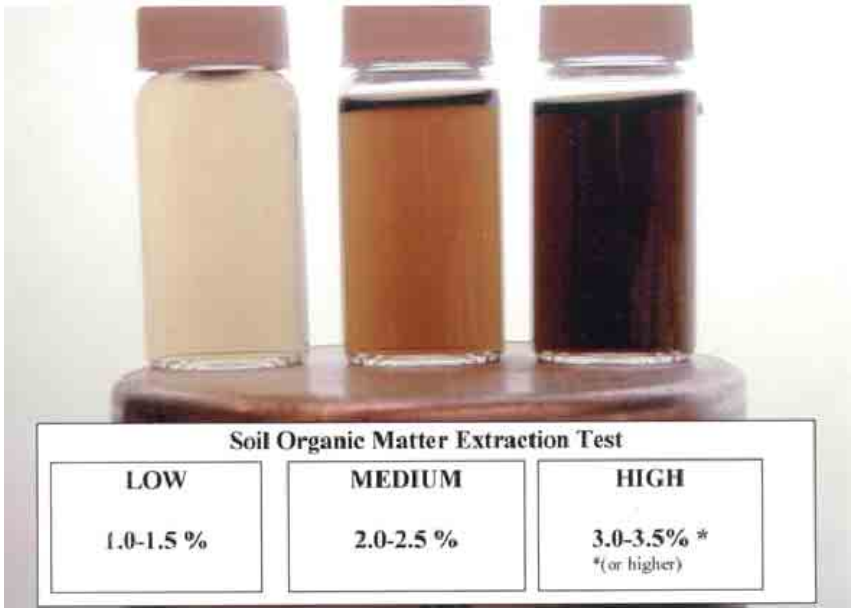
- ✓ Daha çok ince agregalarda bulunabilen organik madde varlığı renklendirme deneyi ile anlaşılır.
- ✓ 1 lt suya 30 g NaOH konulmak suretiyle hazırlanan sodyum hidroksit eriyiği, bir cam eprüvetin 100'üncü taksimatına kadar doldurulan agreganın üzerine dökülür.
- ✓ Eprüvet 160 'ıncı taksimatına kadar doldurulur ve içindekiler dökülmeyecek şekilde çalkalanır.

AGREGA



Agregalarda Organik Maddelerin Bulunması

- ✓ **Bundan sonra 24 saat hareket ettirilmeden beklenir. Bu süre sonunda eriyiğin aldığı renge göre şu sonuçlar çıkartılır:**



Eriyik Rengi	Organik Madde	Agreganın Kullanımı
Renksiz veya çok hafif sarı	Hiç yok veya çok az var	Kaliteli beton üretiminde kullanılabilir
Safran sarısı	Az miktarda var	Normal işler için uygun
Belirgin kırmızı	Var	Önemsiz işlerde kullanılabilir
Belirgin kahverengi	Çok var	Kullanılmaz

AGREGA



Agregalarda Kil, Silt ve Diğer İnce Maddelerin Bulunması

63 Mikron ELEK ANALİZİ (MAX. %4)

OLUMSUZ
- **ADERANSI ZAYIFLATIR**
- **SU GEREKSİNİMİNİ ARTTIRIR**

→ **DÜŞÜK DAYANIM**

OLUMLU
- **İŞLENEBİLİRLİĞİ ARTTIRIR**
- **KILCAL BOŞLUKLARI TIKAR**

AGREGA



Agregalarda Kil, Silt ve Diğer İnce Maddelerin Bulunması

63 Mikron Islak Elek Analizi







AGREGA



Agregalarda Kil, Silt ve Diğer İnce Maddelerin Bulunması

63 Mikron Islak Elek Analizi





- ✓ 63 Mikron eleğin üstünde kalan malzeme P_u ağırlığında, Toplam malzeme P ağırlığında ise, İnce madde miktarı U yüzde olarak Yandaki formül ile hesaplanır:

$$U = \frac{P - P_u}{P} \times 100$$

AGREGA



Agregalarda Kil, Silt ve Diğer İnce Maddelerin Bulunması

- ✓ Betonun dayanımını azaltan bu tanelerin oranını saptamak için laboratuarlarda ve şantiyelerde yapılabilecek değişik deneyler vardır.
- ✓ Belirli miktar malzeme alınarak, kurutulur ve tartılır. (P_0)
- ✓ İnce agrega belirli hacimdeki bir kaba konur ve üzerini kaplayacak şekilde su dökülür. Kap 15 saniye bu şekilde sarsılır.
- ✓ Sonra ince agrega tabakasının üstündeki su boşaltılır. Bu su içinde kolloidal taneler bulunduğundan bulanıktır. Kaba tekrar su koyularak deney tekrarlanır. Bu işleme, boşaltılan su berrak oluncaya kadar devam edilir.
- ✓ Bu durum elde edilince kaptaki ince agrega 110°C de kurutulup, tartılır.
- ✓ (P_1) bulunan ağırlık ise kil ve silt oranı aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$\frac{P_0 - P_1}{P_0}$$

AGREGA



Agregalarda Kil, Silt ve Diğer İnce Maddelerin Bulunması

- ✓ Ayrıca, ince agrega içinde bulunabilecek silt ve kil miktarı malzemeyi özel şekilde su altında 63 μm kare gözlü elekten eleyerek de saptanabilir.

- ✓ TS 706 EN 12620, bu elekten geçen tane miktarının 0-4 mm,1-4 mm, 2-8 mm 4-63 mm tane sınıfları için, sırasıyla ağırlıkça en fazla % 4, %3, %2 ve % 0.5 olabileceğini belirtir.

AGREGA



Agregalarda Kil, Silt ve Diğer İnce Maddelerin Bulunması

- ✓ Agregalar bazen demir oksit ve demir sülfit taneleri içerebilir.
- ✓ Bu taneler, beton yüzeylerinde hoş olmayan lekelenmelere neden olabilir.



- ✓ Agregadaki betonda lekelenme problemi yaratan tanelerin varlığı, agregaları kireçli su içerisine sokup, renk değişimini inceleyerek de anlaşılabilir.
- ✓ Agrega içinde lekelenme problemine yol açan taneler var ise, 5 ila 10 dakika içinde mavi-yeşil jelatin gibi bir çökelti oluşmakta ve hava etkisine maruz kaldığında hızla kahverengiye dönüşmektedir.

AGREGA



Agregalarda Sağlam Olmayan Elemanların Bulunması

- ✓ Agregalar içine karışabilen, kömür ve linyit taneleri, fosil ve deniz hayvanları kabukları, değişik yumuşak taneler, ayrışmış şist taneleri gibi hafif maddeler bu gruba girer.

SAĞLAM OLMAYAN ELEMAN	KUM	İRİ AGREGA
KİL TOPAKLARI	1.0	0.25
KÖMÜR VE LİNYİT	1.0	1.00
YUMUŞAK TANELER	---	5.00
YENİ AYRIŞMIŞ ÇAKMAK TAŞI	---	2.00

AGREGA



Betonarme'ye zarar veren Maddeler

KLOR İYONU VARLIĞI (% 0.2)

SÜLFAT İÇERİĞİ (% 1) (BARİT DIŞINDA)





AGREGA



Agregaların Taşınması ve Depolanması

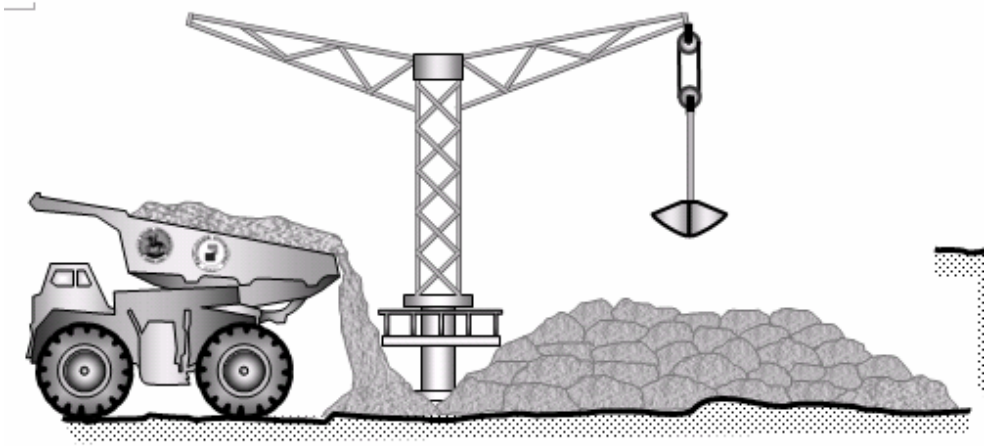
- ✓ **Beton üretimi için uygun olan veya özellikleri ıslah edilmiş agreganın; ocaklarda, beton santrallerinde ve şantiyelerde yığınlar halinde depolanmasında iki konuya dikkat etmek gerekir:**

1. **Agrega grupları karışmamalı ve kirlenmemelidir.**
2. **Agrega, stoklar oluşturulurken ayrışmamalıdır.**

AGREGA

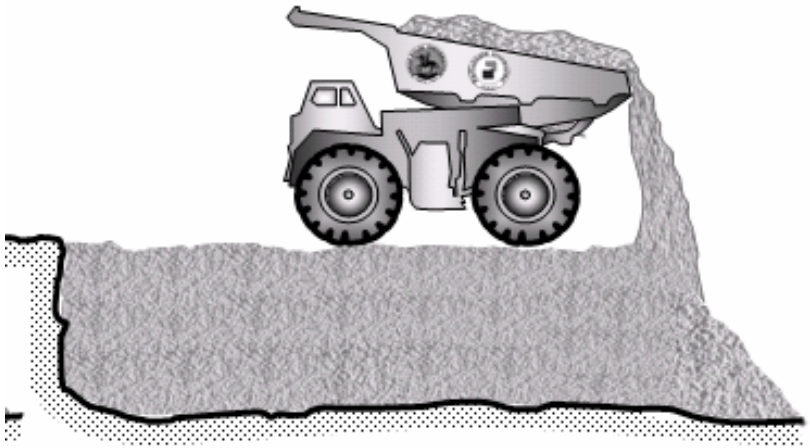


Agregaların Taşınması ve Depolanması



Doğru

Vinç benzeri bir araçla küçük yığınlar halinde stoklama

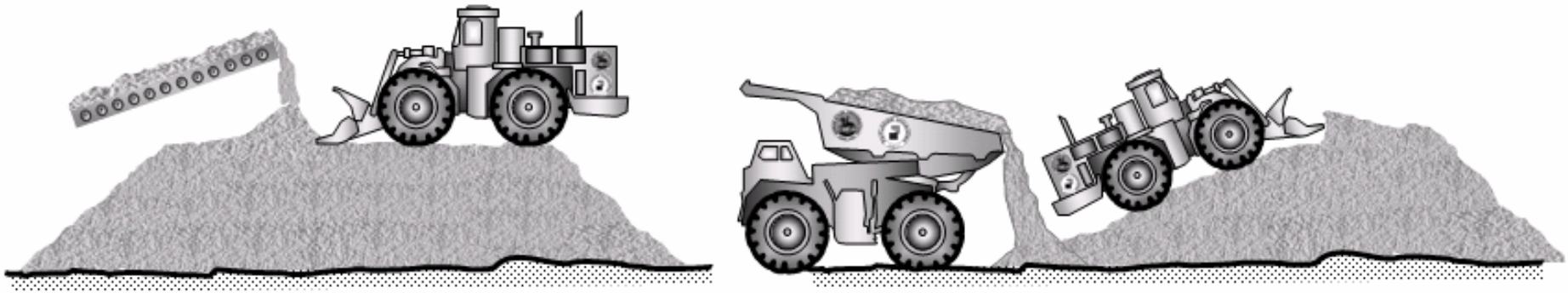


Yanlış

Malzemenin dik yamaçlardan kaymasına ve araçların hep aynı seviyede çalışmasına izin verilmemeli



Agregaların Taşınması ve Depolanması



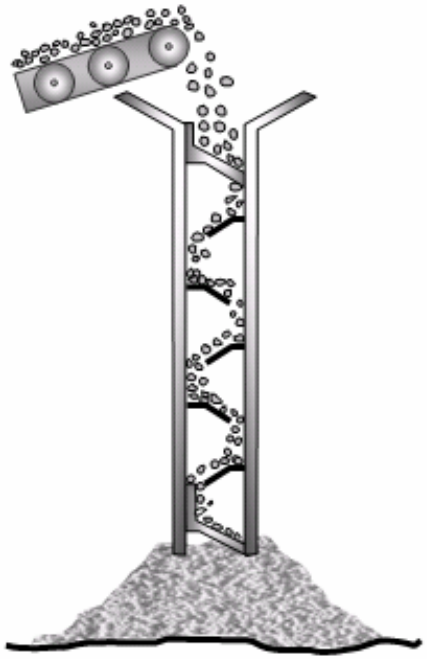
Kısmen Doğru

Dozer vb. araçların malzemeleri sürekli ezmeleri durumunda düşük dayanımlı malzemeler kırılabilir. Ayrıca dik eğimlerden malzeme aşağıya kayabilir.

AGREGA

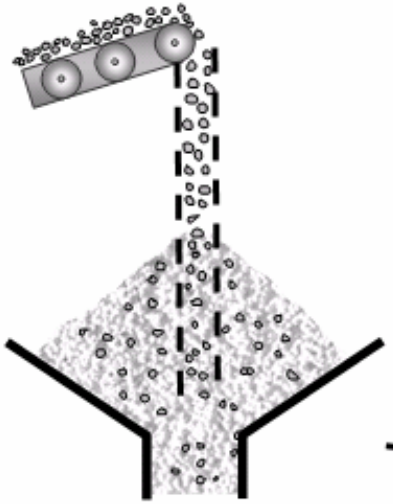


Agregaların Taşınması ve Depolanması



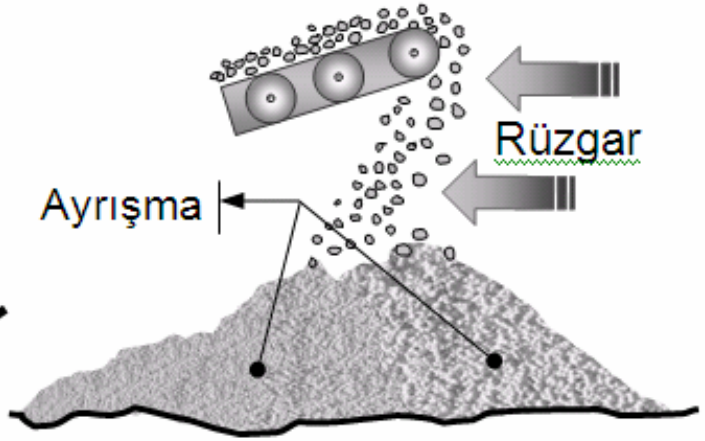
Doğru

Konveyör bandlarından gelen iri agregada kırılma ve ayrışmayı en aza indirmek için kademeli basamak sistemi uygundur.



Doğru

Baca tarzı indirmek ince malzemeyi rüzgar etkisinden korur. Değişik yüksekliklerde açılan delikler kumun aynı yere boşalmasını önler.



Yanlış

Rüzgarlı havada Yüksekten serbest düşme ayrışmaya yol açar.

AGREGA



Agregaların Taşınması ve Depolanması



AGREGA

Agregaların Taşınması ve Depolanması



Agregaların Taşınması ve Depolanması



YAPI MALZEMESİ

5

SU



Yrd. Doç. Dr. Hayri ÜN

Pamukkale Üniversitesi

2007 - BAHAR

SU



a) MİKTARI

- TEORİK FORMÜLLER (BOLOMEY, VB.)
- TABLOLAR
- MÜHENDİSLİK ÖNSEZİSİ, DENEYİM
- DENEME - YANILMA

b) SUYUN KALİTESİ



- TEMİZ,
- İÇİLEBİLİR,
- BERRAK,
- KOKUSUZ.

KUYU SULARI VB. KUŞKULU SULAR → DENEYE!

DENEYLER → KİMYASAL

DENEYLER → FİZİKSEL, MEKANİK

YAPI MALZEMESİ

5

KATKI MADDELERİ



Yrd. Doç. Dr. Hayri ÜN

Pamukkale Üniversitesi

2007 - BAHAR

KATKI MADDELERİ



YURT DIŞINDA KATKISIZ BETON ÜRETİMİ ENDER!

DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR:

- KATKI MADDELERİ İLAÇ DEĞİLDİR.
  KÖTÜ HAZIRLANMIŞ BETONU DÜZELTMEZ.
- KATKI MADDELERİ HER TİP ÇİMENTO,
  AGREGA VE GRANÜLOMETRİSİ İÇİN AYNI SONUCU VERMEZ.
- YAN ETKİLERİNİ ARAŞTIRMAK GEREKİR.
- İKİ VEYA DAHA FAZLA KATKININ AYNI BETONDA
  BİRBİRLERİ İLE UYUMU KONTROL EDİLMELİDİR.

KATKI MADDELERİ





KATKI MADDELERİ



KİMYASAL

MİNERAL

KİMYASAL KATKI MADDELERİ

- PLASTİKLEŞTİRİCİLER(AKIŞKANLAŞTIRICILAR)
  - NORMAL AKIŞKANLAŞTIRICILAR
  - SÜPER AKIŞKANLAŞTIRICILAR
  - YENİ NESİL HİPER AKIŞKANLAŞTIRICILAR
- PRİZ HIZLANDIRICILAR (ACCELERATORS)
- PRİZ GECİKTİRİCİLER (RETARDERS)
- HAVA KATKILARI (AIR ENTRAINING AGENTS)
- SU GEÇİRİMSİZLİK KATKILARI, RÖTRE ÖNLEYİCİLER VB.

KATKI MADDELERİ



Kimyasal Katkı Maddeleri

- H: Priz hızlandırıcı (ilk priz 1-3.5 saat; son priz >1 saat erken)
- G: Priz geciktirici (ilk priz 1-3.5 saat; son priz >1 saat geç)
- A: Karışım suyunu azaltıcı (%5-10) (<1 saat erken; <1.5 saat geç)
- AH: Karışım suyunu azaltıcı ve priz hızlandırıcı
- AG: Karışım suyunu azaltıcı ve priz geciktirici
- YA: Karışım suyunu yüksek (>%12) miktarda azaltıcı
- YAG: Karışım suyunu yüksek miktarda azaltıcı ve priz geciktirici
- Hava Sürükleyici Katkılar

KATKI MADDELERİ



S/Ç= 0,40

S/T= 0,29



%1,9 katkı ilavesi

(toz ağırlığı)







Mineral Katkı Maddeleri

- Karışım suyu gereksinmesi artar
- İşlenebilme, pompalanabilirlik artar, ayrışma ve terleme azalır
- Donma-çözülme direnci erken yaşlarda azalır
- A-S-R reaksiyon riski azalır
- Hidratasyon ısısı azalır
- Rötre artar
- KİMYASAL Etkilere dayanıklılık artar. (Sülfat Etkisi vb.)
- Mekanik özellikleri değiştirir.