

I. Ulusal Kırmaş Sempozyumu'96, İstanbul -1996, ISBN 975-395-196-5

*KIRMATAŞ TOZUNUN BETONDA
KULLANILABİLİRLİĞİ*

*USABILITY OF CRUSHED STONE SAND M
CONCRETE*

*Or. Necip TEMZİBAŞIOĞLÜ
Genel Müdür*

*BATİCE» BATI ANADOLU ÇİMSAN.AŞ.
Bornova-İZMİR*

KMMATAŞ TOZUNUN BETONDA KOLLANEABİLİMLİĞİ

ÖZET

Bu çalışmada ince agrega olarak kireçtaşmdan üretilen kırmataş tozmam, beton üretiminde kullanılabiÉragi, beton özelliklerine olan etkileri ve sonuçta doğal koma göre üstünlükleri karşılaştırmakr yapılarak araştırılmıştır. Doğal kum yerine kırmataş toza kullanılarak üretilen betonun priz süresi, taze betonun işlenebiİiüüğü, kıvamı, sıcaklığı, birim hacim ağırlığı ve sertleşmiş betonun 7 ile 28 günlük basınç dayanımı karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Sonuç olarak formatas tozu miktarı arttıkça; priz süresinin kısaldığı, çökme değerleri aynı olduğu halde işlenebilirliğin büyük oranlarda azaldığı, birim hacim ağırlığının arttığı ve 7 ile 28 günlük basınç dayanımlarının da arttığı gözlenmiştir.

SUMMARY

It is investigated at this study that, how to use crushed stone sand as fine aggregate, which is obtained by limestone, the effects on concrete mixing and advantages according to natural sand at concrete mixing. The setting time, workability of concrete, consistency, temperature, unit volume weight, 7 and 28 days compressive strengths were examined comparatively.

As a result, when the amount of crushed stone sand increased, less setting time, no change at slump value, less workability, increased weight of volume, 7 and 28 days compressive strengths were observed.

1. GİRİŞ

Betonda kullanılacak agrega için mevcut doğal kaynaklar sınırlı olduğundan ve hatta temin edilmesi sıkıntılar yaratmaya başladığından geleceği düşünerek, agreganın bilinçli tüketilmesi gerekmektedir. Betonda ince agrega olarak lamandan doğal kum ekonomik bakımdan hem pahalı, hem de rezerv bakımından tükenme tehlikesiyle karşı karşıya kalan malzemedir. Bu nedenle, beton karışımlarının hazırlanmasında doğal kumun yerini alabilecek olan kırmataş tozunun kullanılması uygun olacaktır.

Kırmataş üretim tesislerimde, taşın kırılıp elenmesi sonucunda kırmataş elde edilmektedir. Üretim sırasında, taşın denmesiyle kırmataş tozu bir yan ürün olarak ortaya çıkmaktadır. Genellikle granülometrisi uygun olan kırmataş tozu beton üretiminde kullanıldığı takdirde, yapısı itibarıyla boşluksuz, geçirimsiz ve kompakt bir beton oluşturabilir. Bu özellikler betonun basınç dayanımını artırıcı etkenler olup, iyi ve kaliteli beton için amaçlanan özelliklerdir. Tabii burada sözü edilen kırmataş tozu temiz, ince malzeme oram standartları dahilinde az, petrografik kökeni uygun olmalıdır. Daha sonra beton agregalan

için yapılan deneylerle (elek analizi, doygun yüzey kuru Özgül ağırlık, su emme oranı, 0,063 mm elekten geçen yıkanabilir madde oram, organik kökenli madde tayini v.b.) özellikleri araştırmalı ve uygunluğu tespit edilmelidir.

Bu çalışmada doğal kum ve kırmataş tozu arasında beton basmç dayanımları dikkate alınarak mukayese yoluna gidilmiştir. Betonda durabihte, nihai dayanımlar, işlenebilirlik, görünüm, rötre çatlakları, betonarme olarak da adersans gibi önemli özellikler de dikkate alınmalıdır. Bu nedenle, bu çalışmanın dışında kalan beton-betonarmenin diğer özelliklerini kapsayacak ayrı bir çalışma yapılması düşünülebilir.

2. BETON KARIŞIMLARINDA KULLANILAN MALZEMELER

2.1. Çimento

Yapılan çalışmada K.Ç. 32,5 (Katkılı Çimentosu) kullanılmıştır. Beton karışımlarının hazırlanmasında kullanılan çimentonun kimyasal ve fiziksel analizleri Tablo 1 de gösterilmiştir.

Tablo 1: Betonda Kullanılan Çimentonun Özellikleri

KİMYASAL ANALİZLER			FİZİKSEL ANALİZLER		
SiO ₂ (Çözünen)	%	14.25	Özgül Ağırlık (gr/cm ³)	2.94	
Ç.Kahnu	%	12.28	İncelik	Blaine (cm ² /gr)	3801
CaO	%	51.25		90 u üzeri (%)	2.3
Al ₂ O ₃	%	7.47		200 (i üzeri (%)	0.2
Fe ₂ O ₃	%	3.94	Donma	Başlangıç	2 saat 05 dakika
MgO	%	1.80		Bitiş	3 saat 15 dakika
SO ₃	%	2.38	Hacim Genişlemesi (mm)		3
Na ₂ O	%	...	Litre ağırlığı (gr/lt)		1022
K ₂ O	%	1.36	Basma Dayanımları (N/mm ²)		
cr	%	0.0249	2Günrük	14.9	
Kızdırma Kaybı	%	3.20	7GünHik	27.6	
Serbest Kireç	%	0.97	28 Günlük	34.9	

2,2, Agregalar

Betonlarda kullanılan kum ve kırıntıların fiziksel özellikleri Tablo 2 de gösterilmiştir. Binada ince agrega olarak kullanılan kum Mama-Turguttu bölgesinin dere yatağı doğal kumu, kırıntı ise izmir bölgesindeki üst kratese yaşlı kireçtaşı malzemesinin kırılması ile elde edilen 0-5 mm boyutundaki malzemedir. Beton kırıntı ise aynı malzemenin 3-15 mm ve 13-25 mm tane aralığında olanıdır.

Bu çalışmada agrega olarak kullanılan kırıntı ve kumun üretiminde kullanılan kireçtaşı malzemesinin fiziksel özellikleri Tablo 3 de gösterilmiştir.

Tablo 2: Beton kırıntı ve kumun fiziksel özellikleri

Fiziksel	Elekten Geçen Malzeme %'leri								D.YJL Özgül Ağırlık (f _{ca})	200N0111 Elekten Geçen İnce Madde Oranı %	Su Emme Oranı %	NaOH Deneyi ile Organik Kökenli Madde Tay.	Aşınma Orama Bilyalı Tamburla Tayini
	Elek Açıklığı (mm) >												
	32	16	8	4	2	1	0.50	0.25					
Kum	100	100	100	91	67	37	17	6	2.60	2.1	0.8	Temiz	
Kırıntı Tozu	100	100	100	95	66	46	33	15	2.69	4.2	0.9	Temiz	
Kırıntı 5-15 mm	100	100	44	0	0	0	0	0	2.70		0.10		100 Dönüş Son.% 6
Kum 15-25 mm	100	25	0	0	0	0	0	0	2.70		0.15		500 Dönüş Son.% 26

Tablo 3: Kırıntı ve Kumun Üretiminde Kullanılan Kireçtaşı Malzemesinin Fiziksel Özellikleri

Kum birim hacim ağırlığı	2.66 t/m ³
Porozite	%2.57
Tek eksenli basınç direnci	515 kg/cm ²
Elastisite modülü. (E ₁₀₀₀)	82.40 kg/cm ²

3. BETON KÂMİSMOAm

Kırmataş, hım ve kırmataş tozu yüzdeleri değiştirmek suretiyle farklı 11 çeşit kanştm hasariannHşür. Kırmataş 5-15 mm ve 15-25 mm yüzdeleri bütüa karışımlarda sabit tutulmuştur. Kum ve kırmataş tozu yüzdeleri arasındaki değiştirme, ince agrega olarak tamamen lorraataş tozumdan başlayıp (% 100 knmataş tozu), % 10'hık arttmmlaria tamamen kuma kadar (% 100 kum) yapılmıştır.

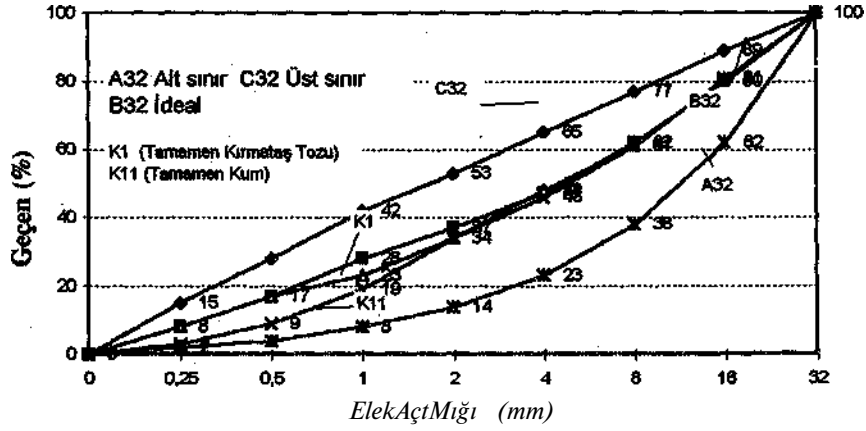
Tablo 4 de gösterildiği gibi K.1 karışımı % 51 knmataş tozu, % 23 kırmataş 5-15 mm ve % 26 kırmataş 15-25 mm sekimde oluşturulmuş ve kanşımını eleklerden geçen miktarının yüzdeleri ilgili granüloetri eğrisinin eri iyi bölgesinde ve ideal eğriye çok yakm bir şekilde oluşmuştur. K2 karışımda ise K1'de ince agrega olarak abnan % 51'in % 10'u kuma verilmiş ve karışım burada % 5 kum, % 46 kırmataş tozu ve yine % 23 kırmataş 5-15 mm, % 26 knmataş 15-25 mm şeklinde ortaya çıkmıştır.. Karışımın granüloetrisinde önemli bir değişiklik ortaya çıkmamıştır. Diğer karışımlarda aynı yöntemle yapılmış ve son karışım olan K.11, K1'in tersine % 51 kum, % 23 kırmataş 5-15 mm ve % 26 kırmataş 15-25 mm şeklinde hazırlanmış ve karışımın granüloetrisinde I mm den sonraki eleklerden geçenlerin yüzdelerinin azaldığı görülmüştür.

şekil 1 de K.1 ve K.11 kanşralımm granüloetrik eğrileri gösterilmiştir. Męer karışımların eğrileri bu iki eğrinin arasında kalmaktadır.

Tablo 4: *Beton Kanşımlanmın Granüloetrisi*

KARIşIM	KUM (%)	KIRMATAş TOZU (%)	KIRMATAş 5-15 mm (%)	KIRMATAş 15-25 mm (%)	KARIşIMIN ELEKTEN GEÇEN MALZMELE %LERİ							
					ELEK AÇIKLIğI (mm)							
					32	16	8	4	2	1	0.5	0.25
K.1	—	51	23	26	100	81	61	48	34	23	17	8
K.2	5-	46	23	26	100	81	61	49	33	23	16	7
K.3	10	41	23	26	100	81	61	48	34	23	16	7
K.4	15	36	23	26	100	81	61	48	34	23	15	6
K.5	20	31	23	26	100	81	61	47	33	21	13	6
K.6	25.5	25.5	23	26	100	81	61	47	34	21	12	6
K.7	31	20	23	26	100	81	61	47	34	20	12	5
K.8	36	15	23	26	100	81	61	47	34	20	11	4
K.9	41	10	23	26	100	81	61	47	34	20	10	4
K.10	46	5	23	26	100	81	61	47	34	19	10	4
K.11	51	—	23	26	100	81	61	46	34	19	9	3

Sekili: KaşımUnyun OnşnüUmutriEğrileri



Deney için. hazırlanam beton örnekleri kaşanmda 350 Kg/m³ çimento koHamtoışto. Çökme değeri (stomp) bütün karışımlar içk 15 cm olarak hedeflenmiştir, bu nedenle her karışıma gürem su miktarı ve dolayısıyla S/Ç (Sn/Çimento) oranı değışmiştir. Ayrıca bfitSn karışanlarda, aynı oranda olmak üzere çimento dozajının % 0,4 nispetinde (ağırlık olarak) normal aJbşkanlaşırıcı katkısı faıHanıkoışür.

350 kg/m³ çimento dozaja, 15 cm sbmp'lı ve agrega oranları Tablo 5 deki gibi olmak üzere 11 çeşk beton laboratuvardaki mikserde kaştırarak üretilmiştir. Her bir betona stomp, taze beton birim hacim ağırlığı, taze beton sıcaklığı ve priz süreleri tayini deneyleri uygulanmıştır. Ayrıca basmç dayanımı deneyi için 7 ve 28 günde kınlniak üzere her bir karışım için 6 adet 15 cm x 15 cm x 15 cm ebatlı küp numuneler hazn-knmşür.

Basmç dayanım deneyi için hazırlanan bütün numuneler, aynı ortam stcakhgmda 24 saat bekletildikten sonra kakplanndan çıkarılmış 20 + 2 °C sıcaklığında su etek olan. kör havuzunda köre tabi tutulmuştur. Daha sonra 7 ve 28 gönlerde basmç dayanım değeri bulunmuştur.

Taze ve sertleşmiş betonlar üzerine uygulaman deney sonuçları Tablo 5 de gösterilmiştir.

Tablo 5: Taze ve Sertleşmiş Beton Üzerinde Yapılan Deney Sonuçları

Karışım	Çimento (Kg/m ³)	Su (Lt/m ³)	Agrega Miktarı				S/Ç	Çökme (Slump) (cm)	Taze Beton Birim Hacim Ağırlığı (kg/cm ³)	Taze Beton Sıcaklığı (C°)	Priz Başlangıcı	Priz Sonu	7 Günlük Basınç Mukavemeti (Kg/cm ²)	28 Günlük Basınç Mukavemeti (Kg/cm ²)
			Doğal Kum (%)	Kırmataş Tozu (%)	Kırmataş 5-15 mm (%)	Kırmataş 15-25 mm (%)								
K.1	350	21.9	0	51	23	26	0.63	15	2371	22	3s.15dak.	5 s.	204	296
K.2	350	219	5	46	23	26	0.63	16	2361	23	3s.15dak.	5 s.	198	286
K.3	350	219	10	41	23	26	0.63	15	2362	23	3s.15dak.	5 s.	196	278
K.4	350	219	15	36	23	26	0.63	16	2361	22	3 s.30 dak.	5 s. 15 dak.	204	300
K.5	350	219	20	31	23	26	0.63	14	2361	21	3 s.30 dak.	5 s.20 dak.	198	278
K.6	350	210	25.5	25.5	23	26	0.60	15	2359	23	3 s.45 dak.	5 s.30 dak.	185	266
K.7	350	210	31	20	23	26	0.60	15'	2354	22	3 s.45 dak.	5 s.30 dak.	192	271
K.8	350	210	36	15	23	26	0.60	15	2354	22	4 s.	6 s.	193	262
K.9	350	208	41	10	23	26	0.59	15	2351	22	4 s.	6 s.05 dak.	194	271
K.10	350	205	46	5	23	26	0.59	15	2348	22	4 s. 15 dak.	6 s.30 dak.	191	259
K.11	350	200	51	0	23	26	0.57	15	2348	23	4 s.20 dak.	6 s.50 dak.	187	258

4. DENEY SONUÇLARININ İRDELENMESİ

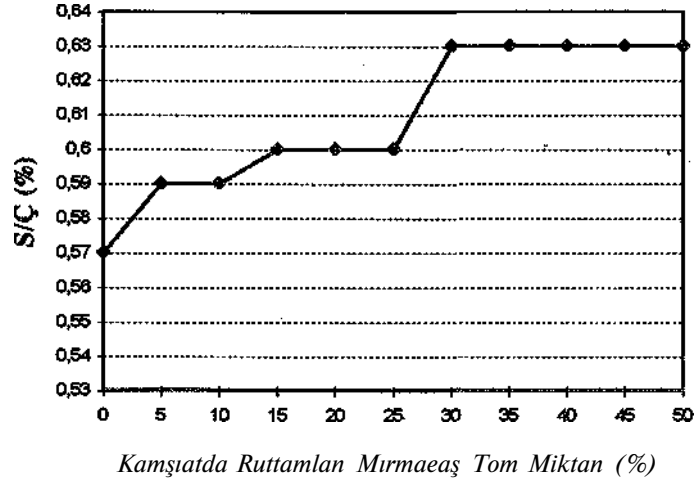
4.1. Taze ve Sertleşmiş Betonun özellikleri

Taze ve sertleşmiş betonda uygulanan deney sonuçları Tablo 5 de gösterilmiştir.

4.1.1. Çökme (Slump)

Bütün karışımlar için hedeflenen 15 cm • çökme değeri hepsinde yakalanmıştır. Beklenildiği üzere karışımda formataş toza miktan arttıkça, beton» 15 cm ahmpa getirmek için kullanılan su miktarı, doküsyryk S/Ç oranı 0,63 iken, K.11'de bu oran 0,57'dir. Bu değişim Şekil 2 de gösterilmiştir.

Şekil 2: 15 cm Çekme için Karşımla Bulunan Ktrmataş Tozu MSktaman S/Ç'ya olan Etki

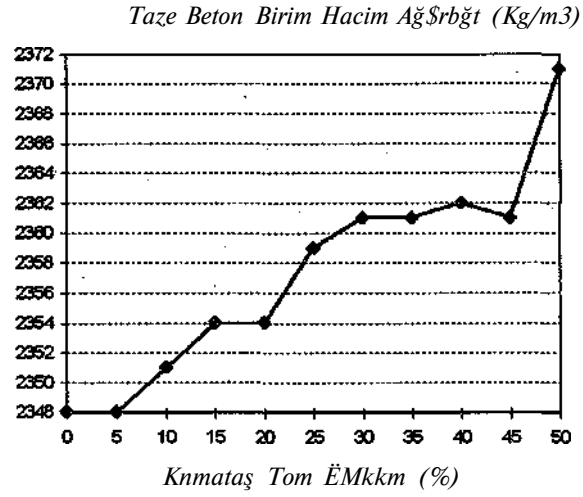


4.1.2. İşlenebilirlik

İşlenebilirlik, karışımdaki ktrmataş toza miktarı arttıkça önemli derecede azalmaktadır. İşlenebilirliğin azalması betonu segregasyona elverişli duruma getirmektedir. (İşlenebilirliği arttırmak için ayrıca katkıları kullanılarak fek çalışma yapılmıştır.)

Karışma giren kırmataş tozu miktarı arttıkça, taze beton birim hacim ağırlığı da artmıştır. JLI'de birim ağırlık 2371 kg/m³ iken, JLI'de 2348 kg/m³ olmuştur. Birim hacim ağırlığı değişim Şekil.3 de gösterilmiştir.

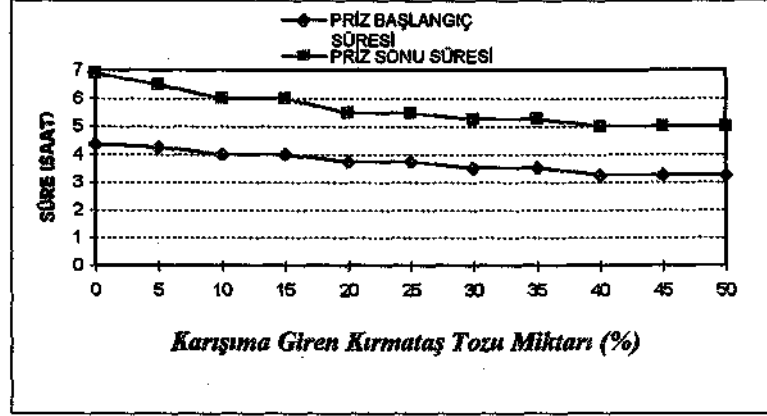
Şekil 3: Karışmada Bulunan Emnataş Tozu BMMmnm Taze Betan Bîrim Hacim Ağsrbğma EtkM



4.1.4. Priz Süreleri

Kırmataş tozu miktarı arttıkça priz başlangıcı ve priz sonu sürelerinin önemli derecede kısaldığı deneyler sonunda ortaya çıkmıştır. K. 1 ve K. 11 arasında, Tablo 5 de görüldüğü gibi 1 saat 05 dakika gibi priz başlangıcı süresi farkı ve 1 saat 50 dakika gibi priz sonu süresi farkı bulunmaktadır. Karışma giren kırmataş tozu miktarının priz sürelerine etkisi Şekil 4 de gösterilmiştir.

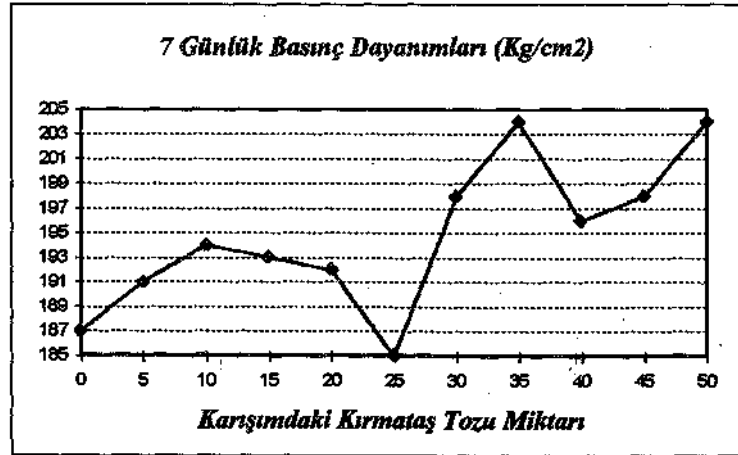
Şekil 4: Sarışma Girat Kimtatmış Tom MiMmtmm Priz Sürelerine Olam Etkisi



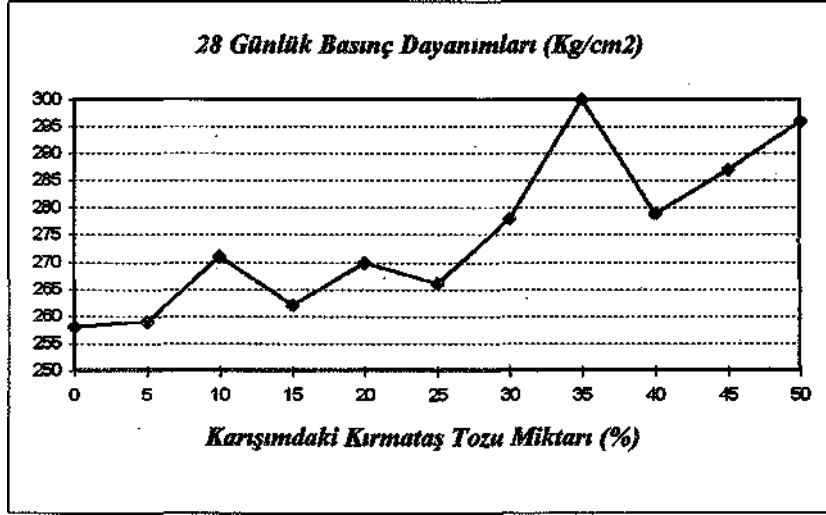
4.2, Basınç Dayanımları

1 ve 28 günlük basınç dayanım sonuçları Tablo 5 de gösterilmiştir. Burada kırmataş tozu miktarının artmasıyla basınç dayanımlarında artışı görülmektedir. Karışıma giren kırmataş tozu miktarının, basınç dayanımları ile aralarındaki ilişki Şekil 5 ve Şekil 6 da gösterilmiştir.

Şekil 5: Karışımdaki Kırmataş Tozu Miktarının 7 Günlük Basınç Dayanımlarına Olan Etkisi



Şekil 6: Karşımdaki Kırmataş Tam EMMmrm 28 Günlük 'Basmç Dayam\$mlannm oimn Etkisi



Bir betonun en önemli karakteristik özelliği basınç dayanımlarıdır. Bu nedenle bu çalışmada öncelikle basınç dayanımlarının hedeflendiği daha önce belirtilmiştir. İnce agrega olarak tamamen kırmataş tozunun kullanıldığı K.1 karışımında 7 günlük basınç dayanımı 204 kg/cm² ve 28 günlük basınç dayanımı 296 kg/cm² çıkmıştır. Ünce agrega olarak tamamen doğal kumun kullanıldığı K. 11 karışımında ise 7 günMk basınç dayanımı 187 kg/cm², 28 günlük basınç dayanımı 258 kg/cm² bulunmuştur. Bu id karışım arasmda 7 günlük 17 kg/cm² ve 28 günhlkde 38 kg/cm²Ek bir fark vardır.

I. SONUÇ

İnce agrega olarak betonda doğal kum yerine ktrmataş tozunun kuDamkbinliğini araştırmak amacıyla yapılan çalışma sonucunda elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Beton karışımında kırmataş tozu miktan arttıkça, aynı kıvama getirmek için gereken karışım suyu miktaunda artmıştır. Betonun işlenebilirliği ise olumsuz yönde etkilenmiştir. Bununla beraber karışımında kullanılan kırmataş tozu ile birlikte basmç dayanımlarının da artması kayda değer bir durumdur. Kırmataş tozu miktarı azaldıkça basınç dayanımları da düşmektedir.

Beton karışımında kırmataş tozu miktarı arttıkça taze beton birim hacim ağırlığı da artmıştır. Bu durumda, kırmataş tozumun, betonu daha boşluksuz daha az geçirgen hale getirdiği görülmektedir.

Beton karışımında kırmataş tozu miktarı arttıkça betonun priz süreleri fasalmışör. Kırmataş tozu miktarı fazla olan betonlar, doğal kumu fazla olan betonlara nazaran çok daha erken prize başlamış ve yine daha erken prizi sona ermiştir.

Betonlarda ince agregal okrak kırmataş tozunun kullanılması bir tartışma konusudur. Daha önce bahsedildiği gibi bu çalışma sadece basmç dayanımları gözönüne almak yapılmış ve kırmataş tozunun kullanılmasıyla yüksek basmç dayammları elde edilmiştir. Ancak kırmataş tozunun rötreye yol açması, betonda durabilite, aderans, görünüm gibi özelliklerin de etkilenebileceği dikkate alınarak ayrıca bir çalışma yapılmasında büyük yarar olacaktır.

MAINAEĻÄB,

- 1) TS 706 (1980) : "Beton Agregalan"; Türk Standartları Enstitüsü; Ankara.
- 2) TS 802 (1985) : "Beton Karışım Hesap Esasları"; Türk Standartlan Enstitüsü; Ankara.
- 3) TS 11222 (1994) : "Beton-Hazır Beton"; Türk Standartlan Enstitüsü; Ankara.