

Bekleme Süresi ve Tekrar Karıştırma İşleminin Betonun Mekanik Özelliklerine Etkisi

M. Haluk ÇELİK, H. Yılmaz ARUNTAŞ, Erkan YILDIZ
Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Yapı Eğitimi Bölümü
06500 Teknikokullar, ANKARA

ÖZET

Bu çalışmada, betonun mekanik özellikleri üzerine bekleme süresi ve tekrar karıştırma işleminin etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla yapay bir puzolan olan Çayırhan uçucu külü çimentonun ağırlıkça % 15'i yerine ikame edilerek beton harcı hazırlanmıştır. Taze beton 30, 45, 60, 75 ve 90 dakika olmak üzere 5 farklı sürede bekletilmiştir. Bu sürelerin sonunda taze beton tekrar karıştırılarak 10 cm ve 15 cm'lik küp ile 10x10x50 cm'lik kiriş numuneler elde edilmiştir. Basınç ve eğilme dayanımları 28 gün, aşınma dayanımı ise 60 günlük numuneler kullanılarak belirlenmiştir. Sonuç olarak en yüksek dayanımlar, 30 dakika bekletilen betondan elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bekleme süresi, Tekrar karıştırma, Uçucu kül, Beton Dayanımı

The Effect of Delay Time and Remixing to the Mechanical Properties of Concrete

ABSTRACT

In this study, the effect of casting delay and remixing to the mechanical properties of concrete is put-out. For this purpose concrete mortar was prepared by Çayırhan fly ash which is artificial pozzolan that replacing with 15% cement mass. Fresh concrete was delayed 30, 45, 60, 75 and 90 minutes in five different times. At the end of these times fresh concrete was remixed and obtained 15 cm and 10 cm cube with 10x10x50 cm beam specimens 28 days specimens is used for pressure strenght and yield stress ,60 days specimens is used for abrasion strenght.

Key Words: Delay Time, Remixing, Fly Ash, Concrete Strength

1. GİRİŞ

Betonu oluşturan elemanların karıştırılması sırasında betonun yapısının, işlenebilirlik özelliğinin, dayanım ve dayanıklılığının olumsuz yönde etkilenebileceği uygulamalara dikkat edilmesi gereklidir. Karıştırma işlemi sırasında agrega tane dağılımında, su/çimento oranı ve varsa katkı maddesi miktarında değişme olmamalıdır(1).

Karıştırma süresi, karışım suyunun ilk bölümüyle diğer karışım elemanlarının tümünün karışıma girdiği andan başlayarak karıştırma işleminin durdurulduğu ana kadar geçen süredir(2).

Karıştırma süresi, kullanılan karıştırıcının tipine, hacmine, dönüş hızına ve kullanılan agreganın türüne bağlıdır. Genellikle 750 dm³ lük bir harman için en az 60 saniye, daha büyük harmanlarda ise her 750 dm³ için 15 saniye artırılarak karıştırma süresi belirlenmelidir(3).

Günümüzde inşaat sektöründe, şantiyedeki işlerin aksamasından, işçilerden, hazır beton santalinden, düzensiz araç çıkışlarından ve yoğun şehir içi trafik gibi nedenlerden dolayı beton döküm işlemlerinde gecikmeler meydana gelmektedir. Bundan dolayı da betonun işlenebilirliği ile dayanımında azalmalar olması beklenmelidir. Yapılan literatür taraması sonucunda taze betonun bekletilmesi veya dökümünün gecikmesi ve tekrar karıştırma işlemi ile ilgili bazı çalışmalar bulunmaktadır.

Taze betonun bekletilmesi ile ilgili çalışmada priz geciktirici veya süper akışkanlaştırıcı katkı ve katkısız betonlarda işlenebilirlikte azalma olmasına rağmen basınç dayanımlarında önemli bir fark olmadığı gözlenmiştir(4). Buhar kücü uygulanan bir çalışmada ise betonların priz başlangıcı esas alınarak çeşitli gecikme periyotlarının araştırılmıştır(5). Taze betonun aralıklı olarak 3 saat boyunca karıştırma işlemi, betonun dayanım ve dayanıklılığını olumsuz yönde etkilemektedir(6). Diğer taraftan taze betonun bekleme süresi ve tekrar karıştırılması işleminde göz önünde tutulması gereken önemli bir faktör de priz süresidir. Bekleme süresi ve tekrar karıştırma işlemlerinin, taze betonun kalıba yerleştirilebilmesi için priz başlamadan önce bitirilmiş olması gereklidir.

Seytömer ve Çayırhan uçucu küllerinin çimentoda (PÇ 42,5) priz başlama ve priz sona erme sürelerine etkisi araştırılmış ve sonuçta hem Seytömer hem de Çayırhan uçucu küllerinin bütün oranlarda çimento hamurunun priz süresini artırdığı gözlenmiştir. Çayırhan uçucu külü PÇ 42,5 ile kıyaslandığında %5, %10, %15, %20 oranlarında kullanıldığında sırasıyla priz başlama süresi 24, 85, 154, 195 dakika, priz sonu süresi de 26, 106, 152, 166 dakika gecikmiştir(7).

Çimento; su ile temas ettiğinde reaksiyona başlayarak sertleşme sürecine girer. Bu süreç, belirli sınırlar içinde bulunmaktadır. Standartlar, priz başlamayı en az 1 saat, priz sonunu ise en fazla 10 saat olarak belirtmektedir. Bu sürecin başlaması hızlı olursa taze betonun

taşınmasında ve yerleştirilmesinde sorunlar çıkmaktadır. Sertleşme gecikirse bu defa da beton dayanımını istenilen zamanda kazanamaz ve kalıp sökme süresi gecikir, dolayısıyla beton dış iklimden etkilenebilir(8,9).

Bu çalışmada taze betonun farklı bekletme süreleri ile tekrar karıştırma işleminin betonun mekanik özelliklerine etkisi incelenmiştir.

işleminin 24 saat sonra kalıplardan çıkarılmış ve +23 °C ±2 °C sıcaklıkta % 70 bağıl nemli kür odasındaki havuzlarda deney gününe kadar muhafaza edilmiştir. Üretilen beton numunelerine ait bilgiler Tablo 1’de verilmiştir.

Aşınma dayanım deneyi için, 10 cm’lik küp numuneler üzerinde ASTM C 944’e (10) uygun olarak ya-

Tablo 1: 5 Farklı Karışım Süresi Uygulanan Beton Numuneler

Beton No	Beton Kodu	Süreler			Numune Adedi ve Numune Boyutları		
		İlk Kar.	Bekleme Süresi(DK)	Son Karışım Süresi (DK)	15X15X15	10X10X50	10X10X10
1	KB	3	-	3	6	3	3
2	YKB1	3	30	3	6	3	3
3	YKB2	3	45	3	6	3	3
4	YKB3	3	60	3	6	3	3
5	YKB4	3	75	3	6	3	3
6	YKB5	3	90	3	6	3	3

KB: Kontrol Betonu YKB: Bekletilmiş ve Yeniden Karıştırılmış Beton

2. MATERYAL ve METOT

2.1. Materyal

Beton yapımında TS 19 Standardına göre hazırlanmış Güvercinlik Set Çimento Fabrikasından temin edilen PÇ 42,5 Portland Çimento kullanılmıştır.

En büyük dane çapı 16 mm olan agrega, Kutludüğün Taş ocağından temin edilmiştir. Karışımında kullanılan 0-4 mm agreganın birim hacim ağırlığı 2,66 kg/dm³, su emme oranı % 3,68, 4-16 mm agreganın ise birim hacim ağırlığı 2,68 kg/dm³, su emme oranı % 3.12 ve bünyesindeki organik madde miktarı zararsız olduğu tespit edilmiştir. Beton karışımında Ankara şehir şebeke suyu kullanılmıştır.

2.2. Metot

TS 802’deki karışım oranları dikkate alınarak, D_{max} 16 mm, su/çimento oranı 0,53 olan BS 16 beton hazırlanmıştır. Beton harcı; çimentonun ağırlıkça % 15’i yerine ikame edilen uçucu kül ile elde edilmiştir. Yapılan çalışmalarda uçucu kül ikame oranları genellikle % 10-20 arasında değiştiğinden bu çalışmada uçucu kül ikame oranı % 15 olarak seçilmiştir.

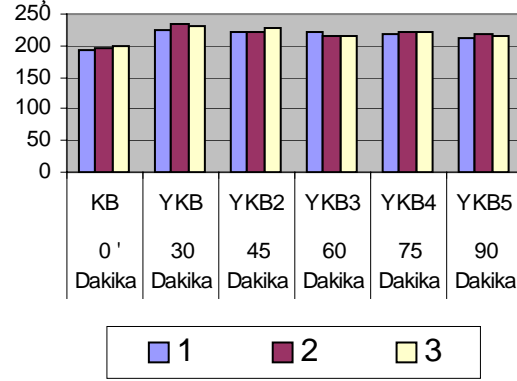
Taze betonlar, 3 dakika betonyerde karıştırıldıktan sonra 30, 45, 60, 75 ve 90 dakika bekletilip tekrar 3 dakika karıştırılmıştır. Daha sonra taze betonlar basınç dayanımı için 15 cm’lik, eğilme dayanımı için 10x10x50 cm kiriş, aşınma dayanımı için de 10 cm’lik küp kalıplara dökülmüştür. Beton numuneler, döküm

pılmıştır. Deney, Soiltest marka aşınma cihazında yapılmıştır. Standartta uygun olarak her yüzey için aşınma zamanı 2 dakika, numune üzerine etki eden yük 98 N olarak alınmıştır.(10)

3. DENEYSEL BULGULAR VE DEĞERLENDİRME

Numuneler üzerinde gerçekleştirilen beton basınç dayanımlarına ilişkin test sonuçları Tablo 2’de verilmiştir. Tablo 2’nin grafiksel manası Şekil 1’de gösterilmiştir.

Tablo 2’de görüldüğü gibi tekrar karıştırma süresi arttıkça beton basınç dayanımında çok büyük değişimler görülmemiştir. 30 dakika bekleme ile 90 dakika süreleri arasında basınç dayanımı en fazla 10 kg/cm² olmuştur.



Şekil.1 28 Günlük Basınç Dayanımları

Tablo 2: 28 Günlük Basınç Dayanımları Sonuçları

Numune No	Taze Beton Bekleme Süresi (Dk.)						28 Günlük Basınç Day. (kg/cm ²)
	0	30	45	60	75	90	
1	194	225	223	221	218	213	28 Günlük Basınç Day. (kg/cm ²)
2	197	233	221	216	220	218	
3	199	230	227	215	222	215	

Beton basınç dayanımına, tekrar karıştırmanın etkisini görebilmek için istatistiksel metot olarak varyans analizi tekniği kullanılmıştır. Deney altı özel düzeyli, tek etkenli, her bir karışım için 3 tekrarlı tam rasgele düzenindedir.

Varyans Çözümü

Bu uygulamada uçucu kül kullanılarak, çimento-nun priz süresi uzatılan betonun tekrar karıştırılmasının basınç dayanımına etkisinin olup olmadığını sorgulamak için tek yönlü varyans analizi kullanılmıştır.

Bu deney için tek etkenli deney model denklemi,

$$Y_{ij} = \mu + \tau_j + \Sigma_{ij} \text{ olarak kurulmuştur. } i=1,2,3 \text{ } j=1,2,3,4,5,6 \text{ dır.}$$

Varyans çözümü sonucunda aşağıda hesaplanan değerler bulunmuştur;

$$\begin{aligned} KT_{GENEL} &= 1970,9445 \\ KT_{DENEME} &= 1865,6111 \\ KT_{HATA} &= 105,34 \\ K_o_{GENEL} &= 373,022 \\ K_o_{HATA} &= 8,77 \text{ ve} \end{aligned}$$

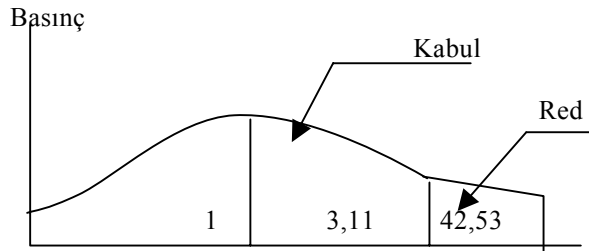
Tablo 3 : Hipotez Testi

28 Günlük Basınç Dayanımları	HİPOTEZ	K.O.	K.T	F _{5,12(HESAP)}	F _{1,12(TABLO)}	Deney Sonucu
	(Karışım Süreleri)					
H ₁ : 30 Dakika		8,77	1600,66	182,51	4,75	RED
H ₂ : 45 Dakika		8,77	661,5	75,43	4,75	RED
H ₃ : 60 Dakika		8,77	28,16	3,21	4,75	KABUL
H ₄ : 75 Dakika		8,77	253,5	28,9	4,75	RED
H ₅ : 90 Dakika		8,77	160,61	18,31	4,75	RED

$$F = 42,53$$

Yapılan deneylerin doğruluğunu test etmek için "F testi" seçilmiştir. Buna göre "F" değeri; F_{5,12} =42,53 olarak bulunmuştur.

$\alpha = 0,05$ anlamlılık düzeyi dikkate alınırsa "F" dağılım tablosundan F_{5,12}=3,11 olarak bulunur. F_{hesap} > F_{tablo} olduğu için uçucu kül kullanılarak, çimentonun priz süresi uzatılan betonun tekrar karıştırılmasının basınç dayanımına etkisi yoktur hipotezi reddedilir ve ilgili anlamlılık grafiği Şekil 2'deki gibi etkisinin olduğu belirlenmiştir.



Şekil.2 F testi grafiği ($\alpha = 0,05$ anlamlılık grafiği)

Dik Doğrusal Bağlantılar

Dik doğrusal bağlantılar, varyans analizinin kontrolün yapılabilmesi için, numuneler arasında beş adet dik doğrusal bağlantı kurulabilir. Buna göre karıştırma süreleri arası serbestlik derecesi 5 ($S_d=5$) olduğu için kalıplar içinde beş adet dik doğrusal bağlantı kurulmuştur ve

$$C_m = \sum_{j=1}^k C_{jm} \text{ ve } T_{jm} \sum C_{jm} = 0$$

ifadesi yardımıyla

$C_1 = -98$, $C_2 = -63$, $C_3 = -13$, $C_4 = -39$, $C_5 = +31$ değerleri hesaplanmıştır. Bunlara ilişkin kareler toplamı; $KT_{C1} = 1600,66$ $KT_{C2} = 661,50$ $KT_{C3} = 28,16$ $KT_{C4} = 253,50$ $KT_{C5} = 160,61$ olarak bulunur. Her bir dik doğrusal bağlantı için hipotez testi yapılmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 3'de görüldüğü gibi düzenlenmiştir.

Yapılan "F" testi neticesinde $\alpha = 0,05$ anlamlılık düzeyinde 30, 45, 75 ve 90 dakika hipotezleri F hesap > F_{tablo} olduğundan dolayı hipotezler reddedilmiştir. 60

dakika hipotezi ise F hesap < F_{tablo} olduğundan kabul edilmiştir. Farklı karıştırma süreleriyle dökülen beton numuneleri basınç dayanım değerlerinin ortalamaları $\alpha = 0,05$ anlamlılık düzeyinde 30, 45, 75 ve 90 dakika karışımları sonuçları birbirinden farklıdır.

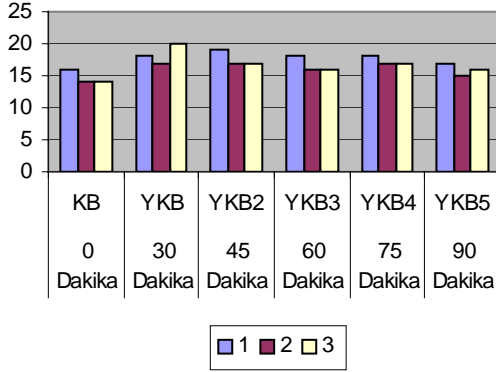
3.2. Eğilme Dayanımı

Numuneler üzerinde gerçekleştirilen beton eğilme dayanımlarına ilişkin test sonuçları Tablo 4'de verilmiştir. Tablo 4'ün grafiksel manasını Şekil 3'de gösterilmiştir.

Tablo 4'de görüldüğü gibi tekrar karıştırma süresi arttıkça beton basınç dayanımında çok büyük değişimler görülmemiştir. 30 dakika bekleme ile 90 dakika süreleri arasında eğilme dayanımı farkı en fazla 2-3 kg/cm² olmuştur.

Tablo 4: 28 Günlük Eğilme Dayanımları Sonuçları

Numune No	Taze Beton Bekleme Süresi (Dk.)						28 Günlük Eğilme Day. (kg/cm ²)
	0	30	45	60	75	90	
1	16	18	19	18	18	17	28 Günlük Eğilme Day. (kg/cm ²)
2	14	17	17	16	17	15	
3	14	20	17	16	17	16	



Şekil.3 Eğilme Dayanımı

Varyans Çözümü

Bu deney için tek etkenli deney model denklemi,

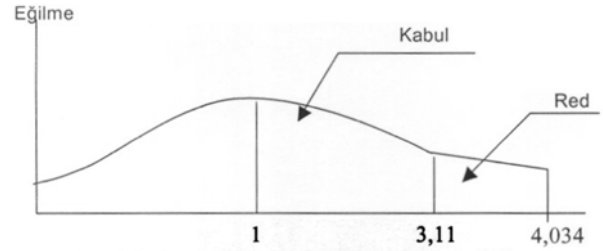
$Y_{ij} = \mu + \tau_j + \Sigma_{ij}$ olarak kurulmuştur.

$i=1,2,3$ $J=1,2,3,4,5,6$ 'dır.

Varyans çözümü sonucunda aşağıda hesaplanan değerler bulunmuştur;

$$KT_{GENEL} = 41,1112$$

$$KT_{DENEME} = 25,7776$$

Şekil.4 F testi grafiği ($\alpha = 0,05$ anlamlılık grafiği)

Dik Doğrusal Bağıntılar

$$C_m = \sum_{j=1}^k C_{jm} \text{ ve } T_{jm} \sum_{j=1}^k C_{jm} = 0$$

ifadesi yardımıyla

$$C_1 = -365, C_2 = -217, C_3 = 92, C_4 = -172, C_5 = +488 \text{ değerleri hesaplanmıştır.}$$

Bunlara ilişkin kareler toplamı; $KT_{C1} = 22204$ $KT_{C2} = 7848$ $KT_{C3} = 1410$ $KT_{C4} = 4930$ $KT_{C5} = 39690$ olarak bulunur. Her bir dik doğrusal bağıntı için hipotez testi yapılmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 5'de görüldüğü gibi düzenlenmiştir.

Tablo 5: Hipotez testi

28 Günlük Eğilme Dayanımları	HİPOTEZ	K.O.	K.T	$F_{5,12}(\text{HESAP})$	$F_{5,12}(\text{TABLO})$	HİPOTEZ SONUCU
	H_1 : 30 Dakika		4,034	22204	5509	4,75
H_2 : 45 Dakika		4,034	7848	1947	4,75	RED
H_3 : 60 Dakika		4,034	1410	349	4,75	RED
H_4 : 75 Dakika		4,034	4930	1223	4,75	RED
H_5 : 90 Dakika		4,034	39690	9848	4,75	RED

$$KT_{HATA} = 15,3334$$

$$K_o_{GENEL} = 5,1556$$

$$K_o_{HATA} = 1,2778 \text{ ve}$$

$$F = 4,034$$

Yapılan deneylerin doğruluğunu test etmek için "F testi" seçilmiştir. Buna göre "F" değeri; $\alpha = 0,05$ anlamlılık düzeyi dikkate alınırsa "F" dağılım tablosundan $F_{5,12}=3,11$ olarak bulunur. $F_{hesap} > F_{tablo}$ olduğu için uçucu kül kullanılarak, çimentonun priz süresi uzatılan betonun tekrar karıştırılmasının eğilme dayanımına etkisi yoktur hipotezi reddedilir ve ilgili anlamlılık grafiği Şekil 4'deki gibi olur.

Yapılan "F" testi neticesinde $\alpha = 0,05$ anlamlılık düzeyinde $F_{hesap} > F_{tablo}$ olduğu için hipotezler reddedilmiştir. Farklı karıştırma süreleriyle dökülen beton numuneleri eğilme dayanım değerlerinin ortalamaları $\alpha=0,05$ anlamlılık düzeyinde birbirinden farklıdır.

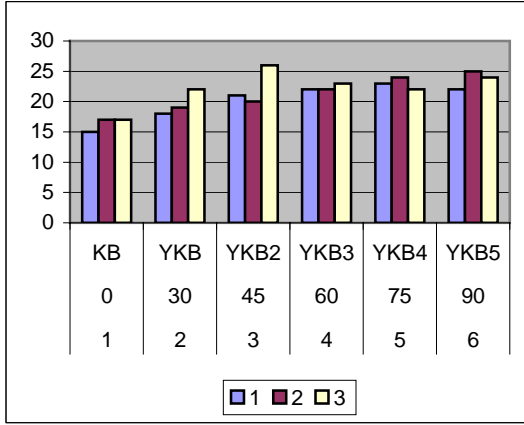
3.3. Aşınma Dayanımı

Numuneler üzerinde gerçekleştirilen 6 dakikalık aşınma deneyi sonuçları gram cinsinde Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6 : Aşınma miktarları(gram)

Numune No	Taze Beton Bekleme Süresi (Dk.)					
	0	30	45	60	75	90
1	15	18	21	22	23	22
2	17	19	20	22	24	25
3	17	22	26	23	22	24

Tablo 6’da görüldüğü gibi tekrar karıştırma süresi arttıkça beton birim ağırlığında artışlar olmuştur. Bunun neticesinde aşınma dayanımında etkisi olmuştur. Özellikle 30 dakika ile 90 dakika süreleri arasında birim ağırlık artmıştır.



Şekil.5 Aşınma Dayanımı

Beton aşınma dayanımına, tekrar karıştırmanın etkisini görebilmek için istatistiksel metot olarak varyans analizi tekniği kullanılmıştır. Deney altı özel düzeyli, tek etkenli, her bir karışım için 3 tekrarlı tam rasgele düzenindedir.

Varyans Çözüm

Bu deney için tek etkenli deney model denklemi,

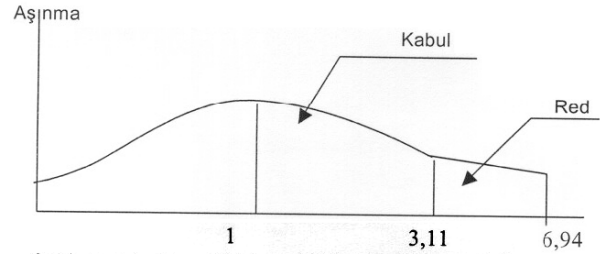
$$KT_{HATA} = 39,33$$

$$K_o_{GENEL} = 22,76$$

$$K_o_{HATA} = 3,28 \text{ ve}$$

$$F_{HESAP} = 6,94$$

Yapılan deneylerin doğruluğunu test etmek için “F testi” seçilmiştir. Buna göre “F” değeri; $\alpha = 0,05$ anlamlılık düzeyi dikkate alınırsa “F” dağılım tablosundan $F_{5,12}=3,11$ olarak bulunur. $F_{hesap} > F_{tablo}$ olduğu için uçucu kül kullanılarak, çimentonun priz süresi uzatılan betonun tekrar karıştırılmasının aşınma dayanımına etkisi yoktur hipotezi reddedilir ve ilgili anlamlılık grafiği Şekil 6’daki gibi etkisinin olduğu belirlenmiştir.



Şekil. 6 F testi grafiği ($\alpha=0,05$ anlamlılık grafiği)

Dik Doğrusal Bağlantılar

k

$$C_m = \sum_{j=1}^k C_{jm} \text{ ve } T_{jm} \sum_{j=1}^k C_{jm} = 0$$

ifadesi yardımıyla

$C_1 = -10$, $C_2 = -26$, $C_3 = -26$, $C_4 = -34$, $C_5 = -44$ değerleri hesaplanmıştır. Bunlara ilişkin kareler toplamı; $KT_{C1}=16,67$, $KT_{C2}=112,67$, $KT_{C3}= 56,33$, $KT_{C4}=192,67$, $KT_{C5} = 322,67$ olarak bulunur. Her bir dik doğrusal bağlantı için hipotez testi yapılmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 7’de görüldüğü gibi düzenlenmiştir.

Tablo 7: Hipotez testi

60 Günlük Aşınma Dayanımları	HİPOTEZ	K.O.	K.T	$F_{5,12}(HESAP)$	$F_{1,12}(TABLO)$	DENEY SONUCU
	H_1 : 30 Dakika		6,94	16,67	2,04	4,75
H_2 :45 Dakika		6,94	112,67	16,23	4,75	RED
H_3 :60 Dakika		6,94	56,33	8,12	4,75	RED
H_4 :75 Dakika		6,94	192,67	27,76	4,75	RED
H_5 :90 Dakika		6,94	322,67	46,49	4,75	RED

$$Y_{ij} = \mu + \tau_j + \Sigma_{ij} \text{ olarak kurulmuştur.}$$

$$i = 1,2,3 \quad j = 1,2,3,4,5,6 \text{ dır.}$$

Varyans çözümü sonucunda aşağıda hesaplanan değerler bulunmuştur;

$$KT_{GENEL} = 153,11$$

$$KT_{DENEME} = 113,78$$

Yapılan “F” testi neticesinde $\alpha = 0,05$ anlamlılık düzeyinde 45, 60, 75 ve 90 dakika hipotezleri $F_{hesap} > F_{tablo}$ olduğundan dolayı hipotezler reddedilmiştir. 30 dakika hipotezi ise $F_{hesap} < F_{tablo}$ olduğundan kabul edilmiştir. Farklı karıştırma süreleriyle dökülen beton numuneleri aşınma dayanım değerlerinin ortalamaları $\alpha = 0,05$ anlamlılık düzeyinde 45, 60, 75 ve 90 dakika karışımları sonuçları birbirinden farklıdır.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çayırhan uçucu külü kullanılarak elde edilen betonun priz başlama ve sonu sürelerinin uzamasından dolayı tekrar karıştırılmış betonun basınç dayanımları kontrol betonuna (KB) göre sırasıyla 32, 27, 20, 23, 18 kg/cm² artmıştır. Tekrar karıştırılmış betonlardan 30 dakika bekleyip karıştırılan betonun (YKB1) dayanımın en yüksek olduğu, 90 dakika bekleyip karıştırılan betonun (YKB5) dayanımının en düşük olduğu gözlenmiştir.

Eğilme dayanımları YKB1 en yüksek dayanıma sahiptir. Burada YKB5 zamanla yoğunluk artmasına rağmen su oranının önemli ölçüde düşmesi sonucu dayanımı kontrol betonu hariç en düşüktür. Kontrol betonundan yüksek çıkmasının sebebi ise uçuşu külün priz süresini uzatmasındandır.

Aşınma dayanımları birim ağırlığın artmasıyla doğru orantılıdır. Birim ağırlık arttığı için aşınma sonucunda kütle kaybı fazla olsa bile ilk ağırlık sonuçlarda etkili olmuştur.

Üretimde “uygun malzeme seçimi ve özellikle hammaddelerin doğru kullanımı”, üretim maliyetlerini önemli ölçüde etkilediği bilinmektedir. Maliyetler içinde hammadde payının %60 mertebelerine kadar çıktığı dikkate alınır, konunun önemi daha iyi anlaşılır. Onun içinde betonu oluşturan malzemelerin kullanım özellikleri göz önünü alınarak seçilmeli ve uygulanmalıdır.

5. KAYNAKÇA

1. Arslan, M., Beton, Atlas yayınları, Ankara, 2001.
2. TS 1247, Beton Yapım Döküm ve Bakım Kuralları, Ankara, TSE 1984.
3. Özkul H., Taşdemir M. A., Tokyay M., Beton, Türkiye Hazır Beton Birliği, İstanbul, 1999.
4. Ravindrarajah, R.,S., Casting Delay on Workability and Strength of Concrete, International Journal of Cement Composites and Lighweinght Concrete: 7(2), 109-113, 1985.
5. Erdem, T. K., Turanlı, L., Erdoğan, T. Y., Setting time: An Important Criterion to Determine The Length of The Delay Period Before Steam Curing Of Concrete, Cement Concrete Res 33 (5): 741-745, May., 2003.
6. Neville, A.M., Properties of Concrete, Third Editron, Logman Scientific & Technical, 1993.
7. Çelik, M., H., Aruntaş, H., Y., Baran, Y., Seyitömer ve Çayırhan Uçuşu Küllerinin Portlant Çimentosu-Uçuşu Kül Hamurunun Priz Başlama ve Somu Sürelerine Etkisi, Politeknik Dergisi, 6, 1, 397-409, 2003.
8. Şimşek. O., Yapı Malzemeleri, Cilt 2, Ankara, 2000.
9. TS 19 Çimento-Portland Çimentoları, T.S.E., Ankara, 1992.
10. ASTM C 944 ‘Standart Test Method for Abrasion Resistance of Concrete or Mortar surface by the Rotating-Cutter Method
11. Haluk, M., H., Deneş Düzenleme ve Çözümleme Metotları, Yüksek Lisans Ders Notları, G.Ü.F.B.E., Yapı Eğitimi A.B.D., Ankara, 1996.