

KARIŞTIRMA VE YERLEŞTİRME SÜRELERİNİN BETON DAYANIMINA ETKİLERİ

Kemalettin Yılmaz

Mansur Sümer

Sakarya Üniversitesi, ADAPAZARI

ÖZET: Betonun oluşturan katı öğelerin suyla karıştırıldığı andan itibaren başlayan ve kalıbına yerleştiği ana kadar geçen süre, betonun taze ve sertleşmiş haldeki bir çok özelliği üzerinde etkili olur. Karıştırma, taşıma ve yerleştirme sürelerinin toplamından oluşan döküm süresi taze betonda kıvam ve işlenebilirliği, sertleşmiş beton da dayanım, dayanıklılık ve geçirimsizliği önemli ölçüde değiştirir. Malzeme nitelikleri, karışım oranları ve ortam şartlarının etken olduğu bu süreçte yeterli karışım süresi ile, olabildiğince kısa tutulacak taşıma ve yerleştirme sürelerinin, oluşabilecek olumsuzlukları ortadan kaldıracağı söylenebilir.

Bu çalışmada, değişik karıma ve bekleme süreleri için laboratuvar ölçeğinde bir araştırma yapılmıştır. Bu süreler ile betonun çökme değerleri, basınç dayanımları (7 ve 28 günlük) arasındaki ilişkiler incelenmiştir.

1. GİRİŞ

Taze betonda karıma işleminin niteliği, bileşenlerin homojen bir yapı meydana getirmesine, tanelerin kütle içerisinde aynı boyut dağılımında süreklilik göstermesine bağlıdır. Bu özellik sertleşmiş betonun mekanik davranışındaki uniformluluğu da büyük ölçüde etkiler. Günümüzde giderek artan ve büyük ölçüde ülke genelinde yaygınlaşan hazır beton kullanımının bir çok yararlarının yanı sıra, bu yöndeki problemi de çözdüğü bilinmektedir. Fakat bazı küçük ölçekli şantiyelerde ya da hazır beton santralının bulunmadığı yörelerde taşeron firmaların kullandığı betoniyer - hatta elle - karışımında karıma işleminin yetersiz olduğu ve bu konuda henüz yeterli ve yaygın bir bilincin oluşmadığı da bir gerçektir.

Beton üretimi ister şantiyede, isterse merkezi beton santralinde yapılsın taşıma ve yerleştirme süresinin mümkün olduğu kadar kısa süre içerisinde yapılması istenir [1]. Bunun temini için teknik donanımına sahip yeterli sayıda personelin iş yerinde bulundurulmasına özen gösterilmesi ve sürenin uzamaması için önceden bir

iş planlamasına gidilmesi gerekmektedir. Aksi halde şantiye içinde ya da beton santrali şantiye arasında döküm süresinin uzaması bilinen bazı sakıncaları beraberinde getirecektir [2]. Taşıma mesafesinin uzun olması, hazır betonda taşıma esnasında trafik tıkanıklığı, aracın ya da pompasının arızalanması, inşaattaki aksaklıklar ve benzeri nedenler dolayısı ile döküm süresi gecikecek ve tüm bu gecikmelerden beton olumsuz yönde etkilenecektir.

Betonun döküm süreci içerisinde, bulunduğu ortam şartlarının işlenebilirliği üzerine önemli bir etkisi vardır. Yüksek hava sıcaklığı, düşük rutubet ve rüzgarlı hava taze betondaki suyun buharlaşmasını hızlandıracaktır. Bu olumsuz hava koşullarının biri ya da birkaçının birarada olması taze betonda işlenebilirliği azaltmakta, plastik rötre çatlak oluşumunu kolaylaştırmaktadır. Bu durumu sertleşmiş betonda da başta dayanım, dayanıklılık ve geçirimsizlik olmak üzere birçok niteliği olumsuz yönde etkilemektedir.

2. GENEL BİLGİLER

Betonu oluşturan malzemeler suyla karıştırıldıktan sonra hidrasyon olayı başlar. Bu olayın gelişme seyri ile beton başlangıçtaki plastiklik özelliğini kaybederek katılaşır ve sertleşerek dayanım kazanır. Başlangıçtaki beton kıvamı ile yerine yerleştirildiği andaki kıvam arasındaki farklılık çökme kaybı olarak tanımlanmaktadır. Hidrasyon ve priz olayının doğal bir sonucu olan çökme kaybı elbette beklenen bir olgudur. Ancak, çökme kaybının beklenenden fazla olması betonun taşınması ve yerleştirilmesinde büyük sorunlar ortaya çıkarır. Uygulamada betonun hazırlanması ile taşınıp yerleştirilmesi arasında önemli bir zaman farkı olması durumunda çökme kaybı fazla olacaktır. İşlenebilirliği belirleyen taze betondaki çökme kaybına etki eden faktörleri aşağıdaki gibi özetlemek mümkündür.

2.1.Çimento

İnceliği ve hidrasyon ısı yüksek çimentolar (PÇ 42.5. Alüminli çimento v.b.) priz sürelerini kısaltarak çökme kaybını artırmaktadır. Betondaki yüksek dozaj, iki yönlü tesir ederek hem hidrasyon için gerekli su miktarını artırmakta hem de beton sıcaklığını yükseltmesi nedeni ile buharlaşmayı hızlandırmaktadır [3].

Fabrika çıkışı çimentonun ısı yüksek olduğundan üretimde hemen kullanılmamalı ısının düşmesi beklenmelidir. Aksi halde betonun su ihtiyacı artacak, sıcaklık bu suyu buharlaştırarak çökme kaybını hızlandıracaktır.

2.2. Agregası

Karışımındaki agreganın su emmesine bağlı olarak ortaya çıkan su kaybı, agreganın çok kuru veya su emme oranının yüksek olması durumunda önem kazanmaktadır. Agregası yüzey kuru- suya doygun durumundan sapması su alışverişini mümkün kılacaktır. Ayrıca karışım agregasının sürekli gronülometriye sahip olması çökme kaybını artırmaktadır. Diğer yandan düşük aşınma mukavemetine sahip agreganın uzun karıştırma süresi sonunda ufalanması agregayı daha ince hale getireceğinden su ihtiyacı artmakta, bu da çökme kaybına neden olmaktadır.

2.3. Ortam Şartları

Betonun karıştırılması ve yerleştirilmesi esnasında bulunduğu iklim yapısı çökme kaybında önemli bir etkidir. Bunlar hava sıcaklığı, düşük nem oranı, rüzgar hızı ve güneş ışınları olarak açıklanabilir. Bu etkenler betondaki suyun erken buharlaşmasına ve kurummasına yol açmaktadırlar. Özellikle yaz aylarında dökülen betonlarda su kaybı fazla olduğundan hassasiyet bu mevsimde artmaktadır. 23°C hava sıcaklığı %70 nem oranındaki ortamda rüzgar hızı 4.5 m/s den 9m/sn ye çıktığında buharlaşma hızı 2.5 kat artmaktadır. Buharlaşma hızının bu faktörlere bağlı olarak 50 misli artabileceği belirtilmektedir [4].

2.4. Karışımındaki Su Miktarı

Bilindiği gibi karma işlemi sırasında karışım suyunun bir kısmı buharlaşma yoluyla kaybolurken, bir kısmı agrega tarafından emilir, bir kısmı da çimentonun başlangıçtaki hidrasyon reaksiyonunda kullanılır. Karışımındaki su miktarı ya da su-çimento oranının büyük olması çökme kaybındaki azalmayı daha düşük kılmaktadır. İşlenebilmenin zorlaşması nedeni ile karışıma yeniden su katılmaktadır. Bu ise betonun

dayanım ve dayanıklılığında önemli düşüşlere yol açmaktadır.

2.5. Döküm Süresi

Taze betonun karma ve yerleştirme işlemleri sırasında geçecek sürenin çökme kaybını artıracığı bilinen ve beklenen bir husus olduğu açıklanmıştır. Bu kaybın miktarı, döküm süresi ve diğer etkenlerin bir arada bulunması durumlarına bağlı olarak değişkenlik gösterir. Bazı standartlar döküm süresinin uzamasından doğabilecek sakıncaları giderebilmek için bu süreye sınırlar getirmiştir [5,6]. Genelde 90 dakika ile belirlenen bu süre hazır beton standardında (TS11222) 2 saatle sınırlandırılmıştır. Ortam şartlarının olumsuzlaşması halinde bu sürenin azaltılması ve daha hassas davranılması gerekeceği bilinmelidir.

3. DENEYSEL ÇALIŞMA

3.1. Kullanılan Malzemeler ve Özellikleri

Beton bileşiminin 1m³ ünde 860 gr ince agrega, 910 kg iri agrega, 350 kg çimento, 175 lt su kullanılmıştır. Agregalar A16-B16 granülemetri eğrileri arasındadır. Karışımında Nuh Çimento'dan temin edilen KPÇ32.5 kullanılmıştır. Bu çimentonun priz başlangıç ve bitiş süreleri sırasıyla 3saat 20 dakika ve 5 saat 50 dakika olarak bulunmuştur. Malzemeler 250 lt kapasiteli betoniyerde önce kuru olarak 1 dakika karıştırılmıştır. Islak karışımlarda minimum süre 1 dakika alınmış ve diğer karışım sürelerinde beton kesintisiz olarak karıştırılmıştır.

3.2. Ürtilen Beton Türleri

Betonun karıştırma ve zorunlu bekleme sürelerinin taze betonun çökmesine ve sertleşmiş betonun basınç dayanımlarına olan etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu maksatla beton serisi karışım sürelerine göre 1, 3, 8 ve 15 dakika

olmak üzere 4 ayrı ana gruba ayrılmıştır. Bu grupların her biri de döküm sürelerine göre 5 ayrı alt gruba ayrılmıştır. Döküm süreleri 5, 30, 60, 120 ve 180 dakika olarak seçilmiştir.

Tüm bu gruplarda çökme deneyi sonuçları alındıktan sonra beton 15 cm lik küp kalıplara yerleştirilmiştir. Ertesi gün çıkarılan numuneler +20 °C sıcaklıkta kür havuzundaki suda deney gününe kadar bekletilmiştir. Deneyler 7 ve 28 günlük beton basınç dayanımları olarak tesbit edilmiştir.

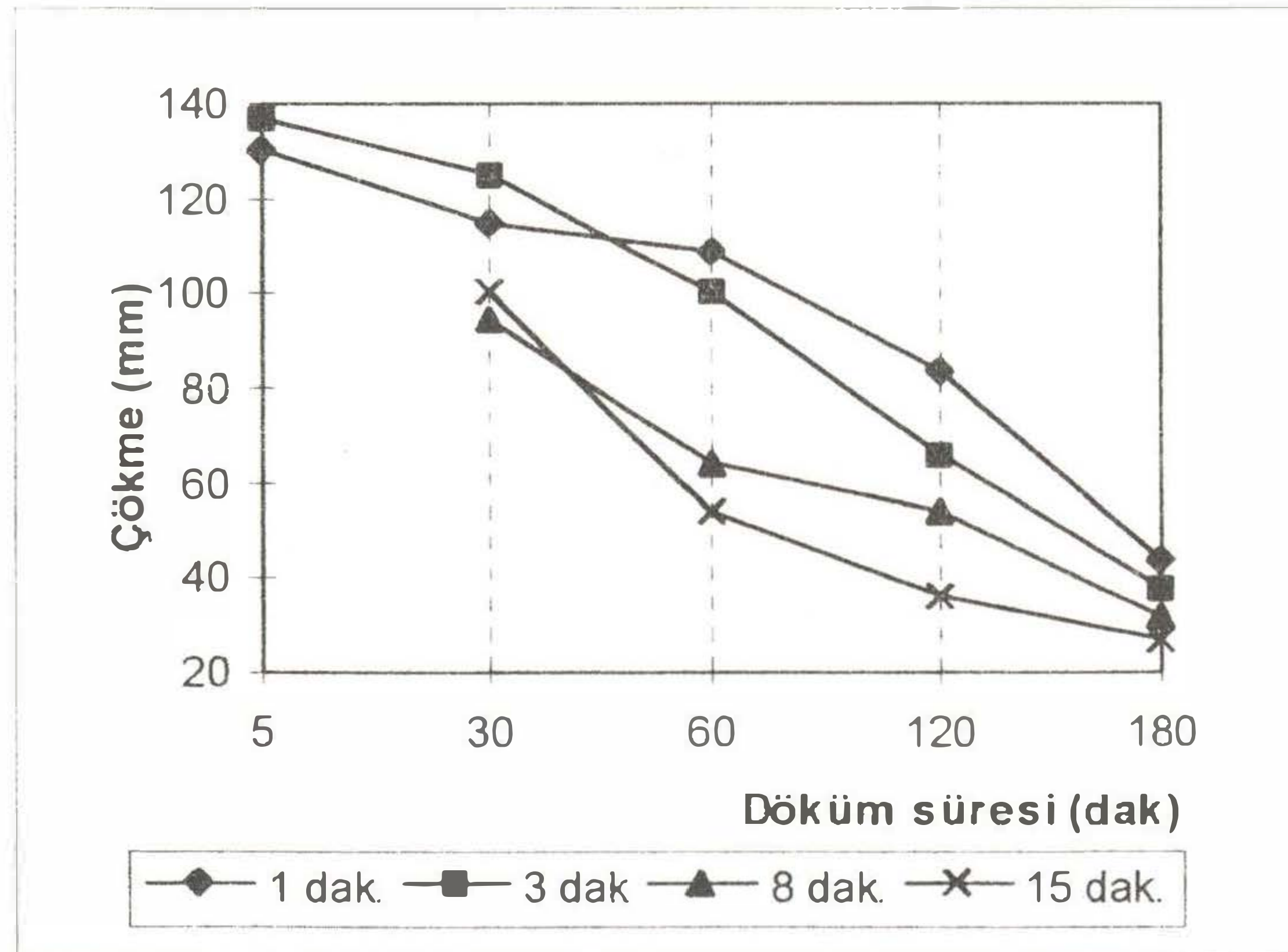
4. DENEY SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Deney sonuçları Tablo 1'de toplu olarak verilmiştir. Bu değerler kullanılarak farklı karışım sürelerinde çökme, 7 ve 28 günlük basınç dayanımlarının

döküm süreleri ile değişimleri sırası ile şekil 1.2 ve 3'de gösterilmiştir.

Tablo.1 : Deney Sonuçları

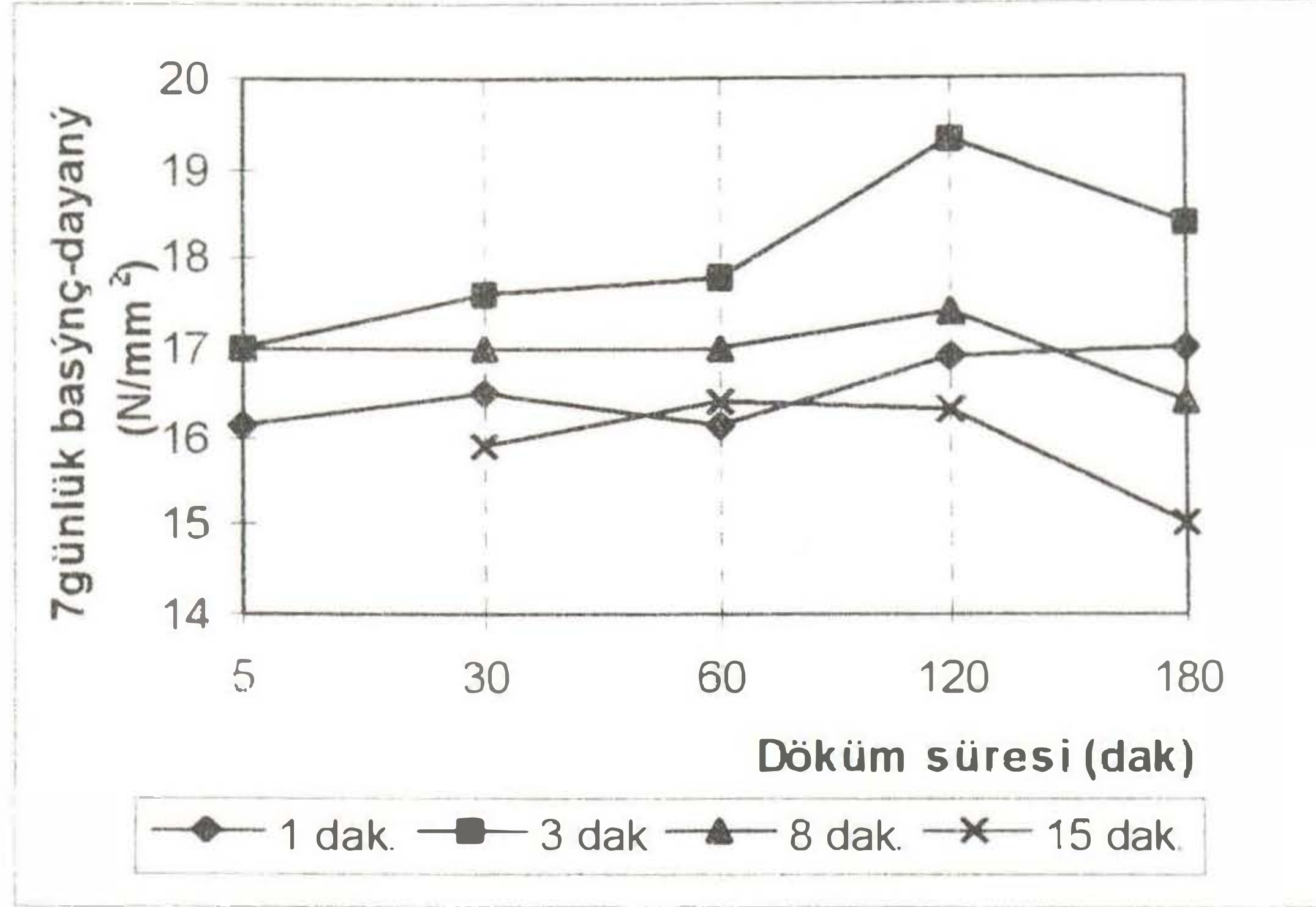
Karışım Süresi (dak)	Döküm Süresi (dak)	Çökme (mm)	7 Günlük Basınç Dayanımı (N/mm ²)	28 Günlük Basınç Dayanımı (N/mm ²)
1	5	130	16.1	25.8
	30	115	16.50	26.1
	60	110	16.20	26.0
	120	82	16.90	22.6
	180	45	17.0	21.5
3	5	135	17.0	28.1
	30	123	17.5	30.1
	60	100	17.8	30.8
	120	83	19.2	31.4
	180	45	18.4	28.0
8	--	--	--	--
	30	94	17.0	32.6
	60	65	17.1	31.2
	120	54	17.4	28.8
	180	32	16.5	25.2
15	--	--	--	--
	30	100	15.9	27.1
	60	53	16.4	25.0
	120	38	16.2	25.3
	180	27	15.0	22.1



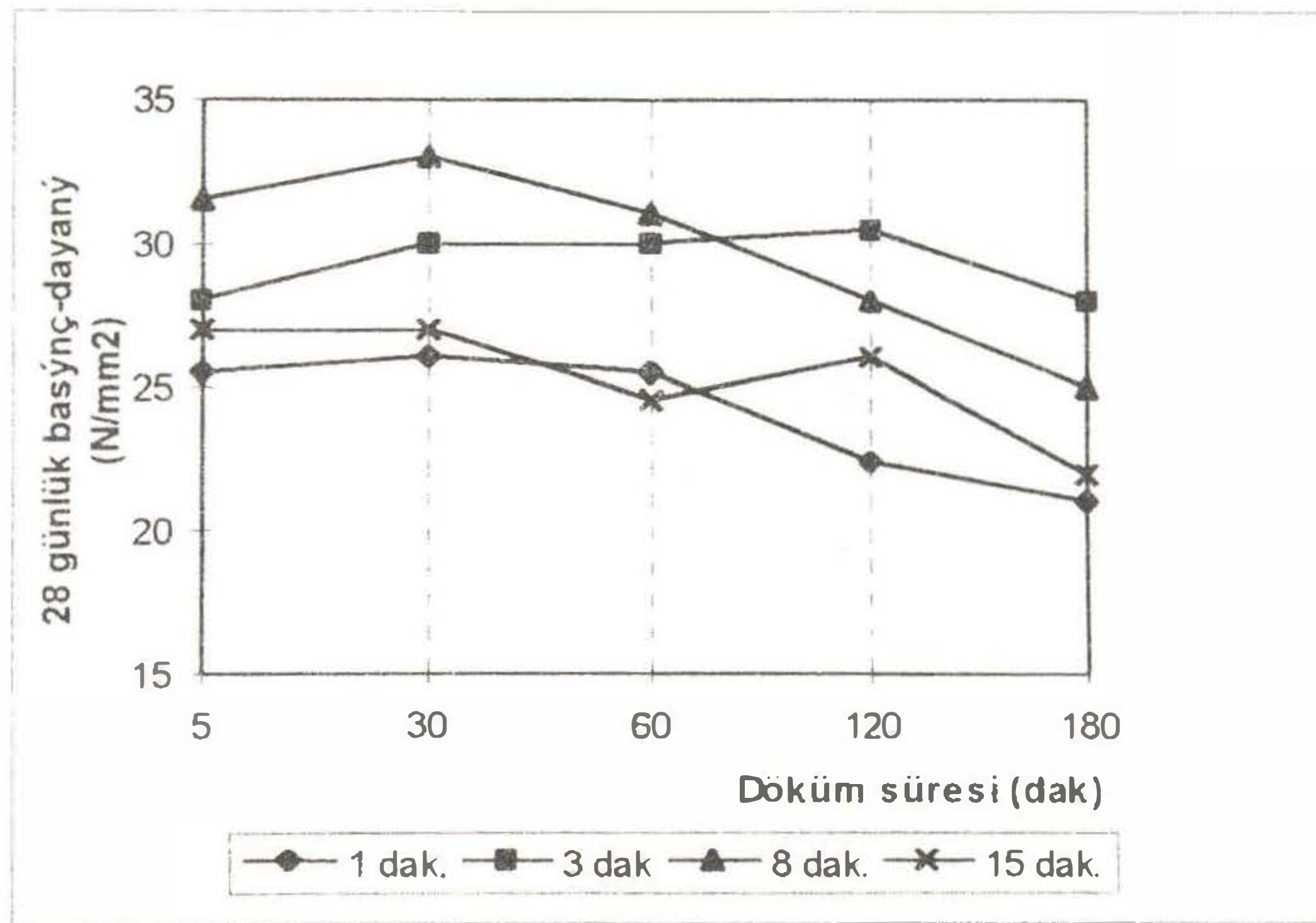
Şekil 1; Çökme değerlerinin değişimi

şekil 1'den anlaşılacağı üzere döküm süresinin uzaması ile betonların işlenebilmesi önemli derecede azalmakta, özellikle 8 ve 15 dakika kariştırılarak bekletilen numunelerde azalma aşırı lde gerçekleşmektedir. Bunun nedeni kariştımın uzun olmasından dolayı agregaların ufalanarak fazla su emmesine bağlanabilir. 180 dakikalık bir bekleme süresi sonunda 1 ve 3 dakika karişım süreli numunelerde 5 dakika bekleme süresine göre yaklaşık %70'lik bir çökme

kaybı meydana gelmektedir. Aynı süre içerisinde 8 ve 15 dakika karişım süreli betonlarda çökme kaybı biraz daha fazla. fakat giderek azalan bir nispette gerçekleşmektedir. Diğer taraftan çökme kaybı-döküm süresi ilişkisinde başlangıçtaki beton kıvamı, yani su miktarı ile daha yakın bir ilişki olacağı açıktır. Buna göre, karişım suyu yüksek olan betonlarda çökme kaybının daha düşük oranlarda gerçekleşeceği söylenbilir.



şekil 2. 7 günlük basınc dayanımının değişimi.



şekil 3. 28 günlük basınc dayanımının değişimi.

şekil 2. de, 7 günlük betonların basınc dayanımının döküm süreleri ile değişimi görülmektedir. Grafikte grldği gibi en yüksek basınc dayanımı 19.2 N/mm² ile 3 dakika karişım, 120 dakika döküm süreli betonlarda gerçekleşmiştir. 15 dakika karişım süreli betonlarda döküm süresinin 60 dakikayı geçmesi halinde basınc dayanımında %7 lik bir azalma görülmektedir. 1 dakika karişım süreli betonlarda

dayanımının döküm süresi ile bir miktar arttığı, bunun dışında diğer beton dayanımlarında dikkat çekici bir farklılık ortaya çıkmadığı anlaşılmaktadır. 3 dakika karişımlı numunelerin 7 günlük basınc dayanımının başlangıç kıvamındakine ve diğer tüm serilere göre yüksek çıkmaması, karişımdaki tanelerin bu süre içerisinde

ufalanmadan yeterli homojenliğe ulaşabildiği sonucu ile açıklanabilir.

Şekil 3 te gösterilen 28 günlük betonların basınç dayanımlarının döküm süresi ile değişimi incelendiğinde bir önceki ilişkiden bazı sapmalar olduğu görülecektir. 1 dakika karışım süreli numunelerde dayanım döküm süresi ile azalmaktadır. Bu azalma 180 dakika süre sonunda 5 dakikalık döküm süresine göre %17 oranında gerçekleştirilmiştir. Bu durum eşit sıkıştırma enerjisi uygulanmış betonlardan düşük işlenebilirlikte olanların daha az sıkışma olması ile açıklanabilir. Burada göze çarpan bir başka husus 8 dakika karışım süreli betonların basınç dayanımının döküm süresiyle değişiminin diğerlerine oranla daha hızlı azalına göstermesidir. Bu azalma, 30 dakika döküm süresine göre, döküm süresi 180 dakika olan numunelerde %22 civarındadır. 3 dakika karışım süreli numunelerde dayanımın döküm süresi ile değişimindeki fark çok az ve değişimi de belirgin değildir. Bu durumu 7 günlük dayanımla birlikte değerlendirildiğinde 3 dakika süreli karışımın kararlı bir yapı oluşturmada makul bir süre olduğu ortaya çıkar. Ancak bu süre 2. maddede belirtilen hususlarla birlikte gözönüne alındığında sonuçların daima tartışmaya açık olacağı da unutulmamalıdır.

5.SONUÇ

Taze betonun karma süresi şantiyelerin kendi özel koşulları dikkate alınarak makul bir süre ile sınırlandırılmalıdır. Homojen bir kütle oluşturmak ve beton niteliğini riske sokmamak için belirlenen bu sürenin dışına çıkılmaması gerekir.

Döküm süresi ortam şartlarına ve malzeme niteliklerine bağlı olmakla birlikte mümkün olduğunca kısa tutulmaya çalışılmalıdır. Bu konuda standartların ön gördüğü sınırlandırmalar tamamen teorik kalmakta, uygulamada yerinde yapılacak gözlemler daha anlamlı olacağı bilinmelidir. Bu çalışmada üç dakikalık karışım ve 30 dakikaya varan döküm süresi betonun niteliğini bozmadığı anlaşılmaktadır. Süreyi daha fazla uzatmak beton içindeki donatı sıklığında dikkate alındığında işlenebilirlik zorlaşacağından beton kapasitesi düşecek ve buna bağlı olarak beton niteliği olumsuz yönde etkilenecektir.

KAYNAKLAR

1. NEVILLE, A. M. , "Properties of Concrete". Pittman Publishing, Londra, 1981, 3. Baskı.

2. ACI Comitee 304, "Recommended Practice for Measuring, Transporting, and Placing Concrete". J. of ACI, c.70, sayı1, sayı 3.
3. UYAN, M., GÜLSEREN, H., DİKER, B., "Hazır Betonda Üretim Yerleştirme Süresinin Beton Mukavemetine Etkisi", 3. Ulusal Beton Kongresi, TMMOB-Yıldız Ün. İst. 1994.
4. TAYLOR, W. H. , "Concrete technology and Practice". Fourth Edition, Mc Graw Hill Book Co., pp. 576-577, 1977.
5. Türk Standartları, "Beton- Hazır Beton- TS 11222". TSE, Ank. 1994
6. ASTM C94-84 "Standart Specifications for Ready-Mixed Concrete", Annual Book of ASTM Standarts Volume 4.02, 1985.

