



İNCELEME
ARAŞTIRMA

TECHNICAL PAPERS

Dergimize yazılarınızı bekliyoruz. Yazım kuralları için: www.thbb.org

Effect of Mixture and Transportation Time on Fresh and Hardened Properties of Self-Compacting Concretes

In this study, effect of chemical admixture content and concrete temperature on self compacting concrete properties are investigated. Self compacting concrete is cast in different temperatures (15°C, 20°C and 30°C) in laboratory. Moreover, mixture has different chemical admixture dosages under different concrete temperatures. These are for %1.00, %1.05, %1.10 for 15°C, %0.90, %1.00, %1.10 for 20°C and %0.95, %1.00, %1.10 for 30°C. Fresh concrete and hardened concrete properties relations are investigated with nine SCC specimens.. Besides, 1 m³ trial casting performed on construction site. At this phase, fresh concrete property tests for 2 different mixing times were performed. Also the transportation times of 65 and 95 minutes were tested.

Experiments have shown that, SCC should be cast with an optimum admixture dosage to obtain the desired performance and the concrete temperature affects the effectiveness of the admixture, depending on the dosage.

Kendiliğinden Yerleşen Betonda Karışım ve Taşıma Süresinin Taze ve Sertleşmiş Beton Özelliklerine Etkisi

Cenk KILINÇ*, Yılmaz AKKAYA*

ÖZET

Bu çalışmada, katkı dozajının ve taze beton sıcaklığının kendiliğinden yerleşen beton özelliklerine etkisi incelenmiştir. Laboratuvar ortamında, sıcaklığın etkisini araştırmak için üç farklı sıcaklıkta 15°C, 20°C ve 30°C beton üretilmiştir. Katkının etkisini araştırmak için 15°C' de çimento ağırlığına göre %1.00, %1.05, %1.10 oranlarında, 20°C' de %0.90, %1.00, %1.10 oranlarında ve 30°C' de %0.95, %1.00, %1.10 oranlarında katkı kullanarak 9 farklı beton üretilmiştir. Alınan numunelerle, taze beton özellikleri ile sertleşmiş beton özellikleri arasındaki ilişki incelenmiştir. Ayrıca şantiyede 1x1x1m³ kalıba beton numune alınmıştır. Şantiyeden alınan örneklerle iki farklı karışım süresinin ve taşıma süresinin(65 ve 95 dakika) KYB özelliklerine etkisi incelenmiştir.

Anahtar sözcükler: Kendiliğinden Yerleşen Betonlar, Kimyasal Katkı Dozajı, Segregasyon, Taze Beton Sıcaklığı, İşlenebilirlik, Karışım Süresi, Taşıma Süresi

1.GİRİŞ

Kendiliğinden yerleşen betonlar (KYB), ilk olarak 1980'li yıllarda Japonya'da Professor Hajime Okamura tarafından geliştirildi. 1999 yılında İsveç'te ilk uluslararası KYB sempozyumu ile dünyaya yeni bir teknoloji ürünü olduğu ve KYB üretmenin birden fazla metodu olduğu açıklanmıştır [1].

KYB kalıp içerisine, sık donatılar arasına kendi ağırlığı ile kolayca yerleşebilen ve homojen olarak yayılabilen betonlar olarak tanımlanır. Bu özellik taze haldeki uygun reolojik özellikleri ile sağlanır. Süperakışkanlaştırıcı katkı kullanmak ve ince malzeme miktarını en iyi oranda kullanmak KYB karışımlarında en önemli iki ana özelliktir. İnce malzemeler, çimento ile puzolanik veya puzolanik olmayan malzemeleri içerirler. KYB işçilikten veya kalıp içerisindeki sık donatı miktarından etkilenmez. Yüksek akışkanlığı ve ince malzemenin segregasyona karşı sınırlandırılması uzun mesafelere pompalanabilirliğini belirler. KYB kullanmak betonda sadece taze halde

*İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi

üstünlük sağlamaz aynı zamanda betonun dayanım ve dayanıklılığını artırır [2].

KYB kullanmak bir çok avantaj sağlar. Bunun yanında dezavantajları da vardır. Rötne oranı yüksek betondur.

Kendiliğinden yerleşme yeteneği üç parametre ile tanımlanabilir, doldurma yeteneği, ayrışmaya karşı direnç ve geçiş yeteneği [3]. Uygun doldurma yeteneği, süper akışkanlaştırıcı katkı kullanarak ve dengelenmiş su/bağlayıcı oranı ile çimento hamuru fazının deformasyon yeteneğinin artırılması ile sağlanabilir. Bununla birlikte karışım tasarımında düşük kaba agregası hacmi ve kullanılan agregası ve çimentoya göre uygun değerlerde gradasyon ile uygun doldurma yeteneği sağlanır. Uygun ayrışma direnci, azaltılmış en büyük agregası tane çapı, düşük su/bağlayıcı oranı ve viskozite artırıcı ile katı maddelerin ayrılmasını azaltarak sağlanır. Düşük su içeriği, düşük su/bağlayıcı oranı, yüksek yüzey alanı sahip bağlayıcılar ve viskozite artırıcılar ile serbest terleme minimize edilerek ayrışma direnci sağlanır. Uygun geçiş yeteneği için, düşük su/bağlayıcı oranı ve viskozite artırıcı ile agregası ayrışmasını azaltarak kohezyonu arttırmak veya düşük kaba agregası hacmi ve düşük en büyük tane çaplı agregası seçilerek uygun iri agregası kullanmak etkili olacaktır [3].

Beton karışım sıcaklığının artması ve çevredeki sıcak hava koşulları, betonun içerisindeki suyun daha hızlı buharlaşmasına, çimento ile su arasındaki reaksiyonların daha hızlı olmasına ve hidrasyon ısısının daha büyük bir hızla açığa çıkmasına sebep olmaktadır. Bu etki işlenebilirliğin azalmasına yol açmaktadır. Yosaporn Julnipitawong, Somnuk Tangtermsirikul deneysel çalışmalarında yüksek sıcaklıkta kür edilmiş betonun erken dayanımı düşük sıcaklıktaki betona göre daha

yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Bunun yanında, ileri yaşlardaki dayanım, yüksek sıcaklıkta kür edilmiş betonun düşük sıcaklıkta kür edilmiş betona göre daha az olduğunu açıklamışlardır [4].

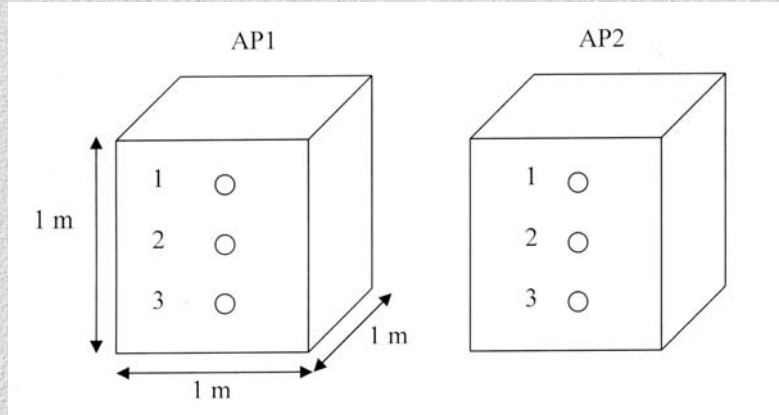
Taze beton sıcaklığının artması karışımın akışkanlığını azaltarak çökme kaybını arttırmaktadır. Sıcaklık artışı süper akışkanlaştırıcı katkının akışkanlığında artma sağlayabilir. Fakat sıcaklık artışının bu etkisi tutarlı bir sonuç olmadığı diğer araştırmacılar tarafından belirtilmiştir [5].

Samarai, Popovics ve Malhotra 1975' de beton sıcaklığının artması hızlı priz oluşmasını sağladığını belirttiler. Yüksek sıcaklıkta çimento ve su arasında hızlı reaksiyon meydana geldiği için priz süresi azalmaktadır. Bir başka problem ise yüksek

sıcaklıkta yerleşme problemi yaşanmasıdır. Hidrasyon ısısı yüksek beton sıcaklığında ortalama 25°C ve 30°C 'lerde hızlı şekilde artmaktadır. Bu da betonun yerleşmesini olumsuz etkiler [6].

Beton karışım oranlarında hidrasyon ve ısının etkisini önemli ölçüde etkileyen kimyasal ve mineral katkıları kullanılmaktadır. Deneysel çalışmalara göre, karışım öncesi sıcaklık ısı oranını önemli ölçüde etkilemektedir. Komonen ve Penttala karışım sıcaklığının en önemli değişken olduğunu açıklamışlardır.

Hazır beton taşınırken taşıma mesafesi ve nasıl taşınacağı dikkate alınarak önlemler alınmalıdır. Şantiyeye taşınacak beton genel olarak transmikserler yardımı ile ulaştırılır. Taşıma süresince



Şekil 2.1: 1m³ Betondan Karot Alınma Biçimi.

Tablo 2.1: Laboratuvar Numune Kodları ve Açıklaması

Numune Kodlaması	Açıklaması
S15_K1,00	Sıcaklık 15°C ve Katkı Dozajı %1,00
S15_K1,05	Sıcaklık 15°C ve Katkı Dozajı %1,05
S15_K1,10	Sıcaklık 15°C ve Katkı Dozajı %1,10
S20_K0,90	Sıcaklık 20°C ve Katkı Dozajı %0,90
S20_K1,00	Sıcaklık 20°C ve Katkı Dozajı %1,00
S20_K1,10	Sıcaklık 20°C ve Katkı Dozajı %1,10
S30_K0,95	Sıcaklık 30°C ve Katkı Dozajı %0,95
S30_K1,00	Sıcaklık 30°C ve Katkı Dozajı %1,00
S30_K1,10	Sıcaklık 30°C ve Katkı Dozajı %1,10

karşılaşılabilecek bazı parametrelerin dikkate alınması gerekmektedir. Bunlar, kıvam değişikliği, segregasyon, hava içeriğinin değişmesi ve sıcaklık değişmesi. Kıvam kaybı çimento tipine, beton reçetesine, beton sıcaklığına ve katkı miktarına göre değişmektedir. Segregasyon bilindiği gibi taşıma boyunca ince malzemeler ile iri malzemelerin birbirinden ayrılmasıdır. Hava içeriği %0,5-%1.5 artmaktadır. Ayrıca beton sıcaklığı normal hava şartlarında 5°C artmaktadır [7].

Beton sahaya ulaştırıldıktan sonra, pompa yardımı ile kalıba yerleştirilir. Pompalanabilir beton, ayrılmamalı, boru içerisinden kolayca akabilmeli ve boru yüzeyindeki sürtünmeye karşı yeterli hareket kabiliyeti olmalıdır [7].

2. Deneysel Çalışmalar

Beton karışımlarında CEM III B tipi yüksek fırın curufllu çimento kullanılmıştır. Karışımda çimento

dozajı 525 kg/m³'tür. Kullanılan çimentonun özgül ağırlığı 2,92gr/cm³ olarak bulunmuştur. Deneysel çalışmada su ihtiyacını büyük oranda azaltan, kendiliğinden yerleşen betonlar için üretilmiş hiper akışkanlaştırıcı katkı maddesi kullanılmıştır.

Agrega karışımında %27 doğal kum, %23 kırma kum, %22 kırma taş I ve %28 oranında kırma taş II kullanılmıştır. Kırmataş I, II, kırma kum ve doğal kumun özgül ağırlıkları sırasıyla 2.71, 2.72, 2.70 ve 2.60 Mg/m³'tür. Su emme oranları ise sırasıyla, % 0.50, 0.40, 0.80 ve 1.0'dir.

Su/çimento 0,31 değerinde hesaplanmıştır. Sıcaklığın ve katkının kendiliğinden yerleşen beton özelliklerine etkisini belirlemek için, 15°C' de çimento ağırlığının %1, 1.05 ve 1.1 oranlarında, 20°C' de %0.9, 1.0, ve 1.10 oranlarında, 30°C' de %0.95, 1.0, ve 1.10 oranlarında katkı

kullanarak 9 farklı beton üretilmiştir.

2.1 Numune Boyutları ve Şekilleri

Bu çalışmada laboratuvar ortamında her sıcaklık değeri için 3 farklı katkı oranına sahip 9 silindir ve aynı silindirden 3 adet olmak üzere toplam 27 adet silindir numune üretilmiştir.

Şantiye ortamında ise 1m³ hacminde küp şeklinli beton üretilmiş olup Şekil 2.1'de görüldüğü gibi küplerin ön ve arka yüzünden yatay olarak her bir yön için 3 adet toplam 12 adet karot silindir numune alınmıştır.

2.2 Numune Kodları

Tablo 2.1'de laboratuvar ortamında üretilen beton numunelerde adlandırma yapılırken beton sıcaklığı, S harfi ve rakamla derecesi katkı miktarı ise K harfi ve rakamla dozajını göstermektedir.

Şantiyede üretilen küp numunelerin her biri AP harfi (after pumping) ve rakamla 1 ve 2 şeklinde karışım sürelerini belirtmekte sırasıyla 120sn ve 90sn olarak göstermektedir.

2.3 Şantiyede Yapılan Deneyler

Karışım süresi 120 saniye olan AP1 kodlu numunelere ait şantiyede yapılan taze beton deney sonuçları Tablo 2.2'de belirtilmiştir.

Karışım süresi 90 saniye olan AP2 kodlu şantiyede yapılan taze beton deney sonuçları Tablo 2.3'de belirtilmiştir.

Şantiyede üretilen 1m³ küplerden alınan karot numuneler laboratuvar ortamında 7,11 ve 15. günlerde basınç dayanımı deneyine tabi tutulmuştur. Deney sonuçları Tablo 2.4 ve Tablo 2.5'de belirtilmiştir.

Şantiyede 120 ve 90 sn olmak üzere iki farklı karışım süresine sahip iki beton üretilmiştir. AP1 ve AP2 diye adlandırılan karışımlar pompadan önce, 95 dakika ve 65 dakika taşıma

Tablo 2.2: AP1 Taze Beton Deney Sonuçları

AP1	Pompadan Önce	Pompadan Sonra (65 dakika)	Pompadan Sonra (95 dakika)
Serbest yayılma(mm)	775	585	490
T50 süresi (sn)	3,6	10	-
U kutusu (mm)	345	305	245
Birim ağırlık(kg/m ³)	2385	2377	2376
Beton sıcaklığı(°C)	20	22,7	21,1
Hava miktarı(%)	1,3	2,2	2,5
Ortam sıcaklığı(°C)	12,6	12,3	12,1

Tablo 2.3: AP2 Taze Beton Deney Sonuçları

AP2	Pompadan Önce	Pompadan Sonra (65 dakika)	Pompadan Sonra (95 dakika)
Serbest yayılma(mm)	740	730	680
T50 süresi (sn)	6,3	6,5	9,5
U kutusu (mm)	340	340	340
Birim ağırlık(kg/m ³)	2390	2383	2382
Beton sıcaklığı(°C)	19,4	20,1	18,2
Hava miktarı(%)	1,1	1,7	2,0
Ortam sıcaklığı(°C)	11,5	11,4	11,2

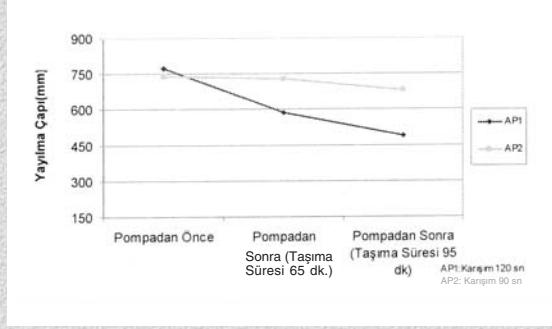
Tablo 2.4: AP1 karot silindir basınç dayanımı sonuçları

Numune Kodu	Yaş (Gün)	Basınç Dayanımı (MPa)
AP1-1	7	39,5
	11	48,0
	15	49,5
AP1-2	7	37
	11	51
	15	58
AP1-3	7	35,5
	11	47,5
	15	53,0

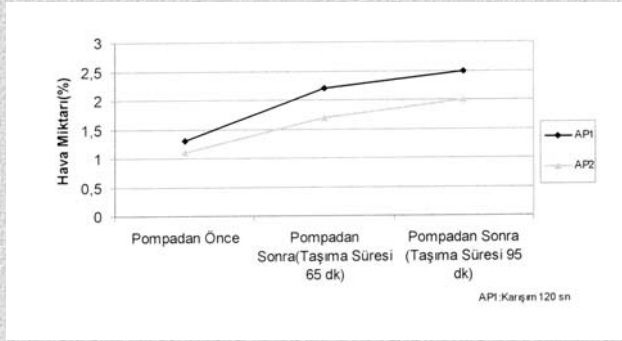
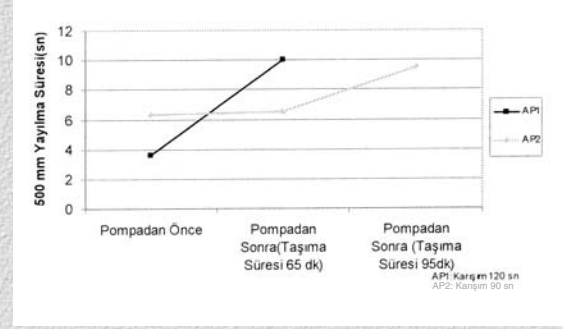
Tablo 2.5: AP2 karot silindir basınç dayanımı sonuçları

Numune Kodu	Yaş (Gün)	Basınç Dayanımı (MPa)
AP2-1	7	41,5
	11	53,0
	15	56
AP2-2	7	41,5
	11	55
	15	58,5
AP2-3	7	40,5
	11	48,0
	15	50,0

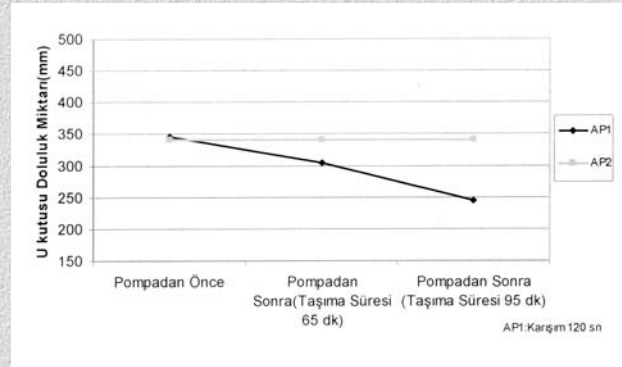
Şekil 2.2: Karışım ve Taşıma Süresinin Yayılma Çapına Etkisi



Şekil 2.3: Karışım ve Taşıma Süresinin T50 Süresine Etkisi



Şekil 2.4: Karışım ve Taşıma Süresinin Hava Miktarına Etkisi



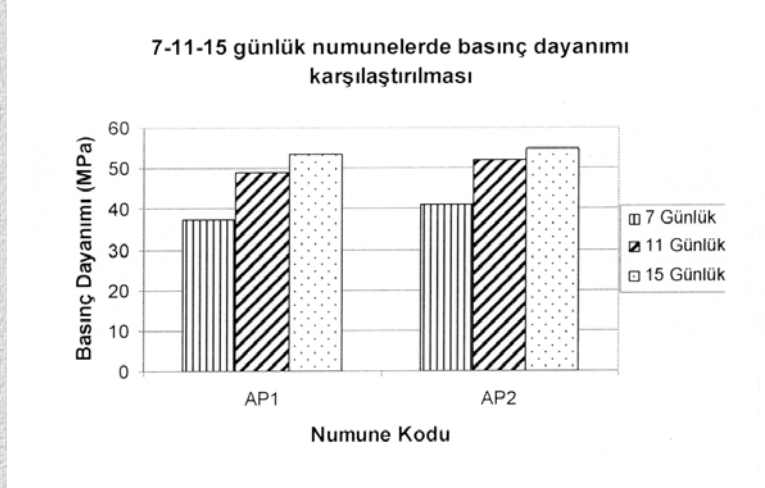
Şekil 2.5: Karışım ve Taşıma Süresinin Doldurma Yeteneğine Etkisi

süresinden sonra pompadan sonraki taze beton özellikleri incelenmiştir.

Yayılma çapı Şekil 2.2'de görüldüğü gibi pompadan sonraki betonda azalmıştır. Taşıma süresi arttıkça yine yayılma çapında azalma görülmüştür. Bu azalma karışım süresi daha kısa olan AP2 numunesinde daha belirgin olarak görülmektedir. Pompalanan beton yayılma özelliğini bir miktar kaybetmektedir.

T50 süresi, beton yayılma çapının 500 mm'ye ulaştığı süre ile belirlenir. Şantiyede üretilen betonlarda şekil 2.3'de görüldüğü gibi taşıma süresi arttıkça 500 mm'ye ulaşma süresi artmaktadır. AP1 karışımı 95 dakika taşıma süresinden sonra 500 mm'ye ulaşmamıştır.

Hava miktarı, taşıma süresi arttıkça



Şekil 2.6: Karot Silindir Numunelerin Basınç Dayanımları

Tablo 2.6: Yayılma - T50 Deney Sonuçları

Karışım No	Yayılma mm	Yayılma (60 dk sonra) mm	T50 sn	T50 (60 dk sonra) sn
S15_K1,00	450	610	*	17,3
S15_K1,05	470	550	*	16
S15_K1,10	510	705	14	10
S20_K0,90	405	475	*	*
S20_K1,00	555	700	9	7,1
S20_K1,10	645	750	6,5	5,9
S30_K0,95	465	430	*	*
S30_K1,00	585	645	7,9	8,2
S30_K1,10	600	745	9,3	7,5

(*) 50 cm yayılma gerçekleşmemiştir.

Tablo 2.7: Birim Ağırlık- U kutusu-Hava Miktarı Deney Sonuçları

Karışım No	Taze Birim Ağırlık kg/m ³ (Karışımın sonra)	Taze Birim Ağırlık kg/m ³ (Karışımın 60 dk sonra)	U Kutusu (60 dk sonra) mm	Hava miktarı (Karışımın 60 dk sonra) %
S15_K1,00	2395	2396	345	1,9
S15_K1,05	2386	2385	330	1,8
S15_K1,10	2393	2380	345	1,5
S20_K0,90	2383	2386	280	1,5
S20_K1,00	2391	2413	345	1,1
S20_K1,10	2399	2436	342	0,6
S30_K0,95	2389	2388	270	2,1
S30_K1,00	2369	2408	335	1,4
S30_K1,10	2398	2419	301	1

artmaktadır. Karışım süresi 90 sn olan AP2 betonunda hava miktarının daha az olduğu görülmüştür. Pompalanan betondaki hava miktarı yüzdesi Şekil 2.4'de görüldüğü gibi taşıma süresiyle daha da artmaktadır.

Şekil 2.5'de, doldurma yeteneği pompadan önce AP2 ve AP1 karışımlarında aynı değer iken 120 sn karışım süresine sahip AP1 betonu taşıma süresi arttıkça doldurma yeteneğini önemli ölçüde kaybetmiştir.

Şantiyede üretilen 1m³ küp şekilli beton numunelerden alınan silindirik karotlar 7, 11 ve 15. günlerde basınç dayanımı testine tabi tutulmuşlardır. Farklı karışım sürelerine sahip AP1 ve AP2 numunelerinin basınç dayanımları arasında önemli bir fark görülmemiştir. Mukavemet Şekil 2.6'da görüldüğü gibi zamanla azalan hızda artmaktadır.

2.4 Laboratuvarda Yapılan Deneyler

Laboratuvar ortamında taze beton deneylerinden, serbest yayılma, T50 süresi, Tablo 2.6'da gösterilmektedir.

Birim ağırlık deneyi, U kutusu deneyi ve taze beton hava içeriği sonuçları Tablo 2.7'de gösterilmiştir. Birim ağırlık deneyi, karışımın hemen sonra ve 1 saat sonra, U kutusu ve hava miktarı karışımın 1 saat sonra yapılmıştır.

U kutusu deneyi ile betonun doldurma özelliği ölçülmüştür.

Laboratuvarda üretilen silindirik numunelere 28. gün basınç dayanımı, 7. günde yarma çekme dayanımı deneyleri uygulanmıştır. Yarma çekme dayanımı, çapı 150 mm yüksekliği 300 mm olan silindirlere kesilen üç adet 150x100 mm boyutunda disklerle uygulanmıştır. Basınç dayanımı ve yarma - çekme deneyi sonuçları Tablo 2.8' de verilmiştir.

3. Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi

3.1 Basınç Dayanımına Katkı Dozajı ve Sıcaklık Etkisi

Şekil 3.1'de görüldüğü gibi 15, 20 ve 30°C sıcaklığındaki betonlarda %1,0 oranda katkı kullanıldığında maksimum basınç dayanımı sağlanmıştır. 15°C'de üretilen betonda katkı oranı %1,0'den %1,05'e çıkarıldığında basınç dayanımının değişmediği, %1,10'a çıkarıldığında basınç dayanımının %8 azaldığı görülmüştür.

20°C'de üretilen betonda katkı miktarı, %1'den %1,10'a artırıldığında basınç dayanımında %7 oranında azalma görülmüş, %0,90'a düşürüldüğünde, basınç dayanımında %9 oranında azalma görülmüştür. Katkı miktarının gerekli ölçüden fazla eklenmesi veya az olması basınç dayanımını olumsuz etkilemektedir. Bu bakımdan her karışım için en uygun katkı dozajı belirlenmelidir.

30°C sıcaklığındaki betonda katkı oranı, %1'den %0,95'e düşürüldüğünde basınç dayanımı %5 oranında azalmış, %1,10'a artırıldığında basınç dayanımı %17 oranında azalmıştır. 30°C'de üretilen betonda basınç dayanımının diğer sıcaklıklardaki betonlardan daha düşük olduğu görülmüştür.

Beton sıcaklığı hariç diğer etkenlerin eşit olduğu %1,0 oranında katkıya sahip üç beton karışımı incelendiğinde maksimum basınç dayanımı 15°C'de görülmüştür. 20°C'deki beton da yüksek performans göstermiştir. 30°C'deki beton 15°C'de üretilen betona göre %19 oranında daha düşük dayanım göstermiştir. Şekil 3.2'de beton sıcaklığının basınç dayanımına etkisi görülmektedir.

3.2 Taze Beton Sıcaklığı ve Katkı Miktarı - Yayılma Çapı İlişkisi
Laboratuvarında farklı katkı dozajlarında ve farklı sıcaklıklarda yapılan deneysel çalışmalara göre, yayılma süresi ile katkı miktarı karşılaştırıldığında katkı

miktarı artırıldığında beton daha akıcı duruma geldiği için yayılma hızı artmakta buna bağlı olarak 500 mm yayılma süresi azalmaktadır.

Deneysel çalışmalarda, sıcaklık artışının yayılma hızını artırdığı görülmüştür. Sıcaklık artışı süperakışkanlaştırıcı katkının akışkanlık özelliğinde artma sağlayabilmektedir. Ancak yeterli miktarda katkı kullanılmadığı takdirde betonda çökme kaybı olacağı için sıcaklığın olumlu etkisi görülmeyebilir.

Kimyasal katkının taze betonda akışkanlaştırıcı etkisi, karışımdan 1 saat sonra daha fazla olduğu Şekil 3.3'de görülmektedir. Karışımdan 1 saat sonra 30°C'de üretilen betonda diğer sıcaklıklara göre bu etkinin daha az olduğu görülmektedir.

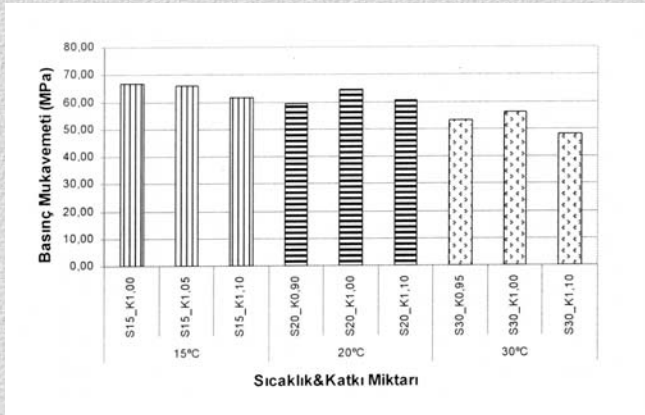
3.3 Karışım Sıcaklığı – Katkı Oranı ile Hava Miktarı ve Doldurma Yeteneği İlişkisi

Taze beton üretildikten 1 saat sonra basınç metodu ile ölçülen hava miktarları, üç sıcaklık değeri için de azalmıştır. 20°C betonda katkı oranı %0,9'dan %1,1'e çıktığında hava miktarında %60 azalma olduğu görülmüştür. 30°C'de üretilen betonda katkı miktarı %0,95'den %1,1'e çıktığında hava miktarında %52 azalma görülmüştür. 15°C'de üretilen betonda katkı oranı %1'den %1,1 oranına yükseldiğinde hava miktarında %21 azalma olduğu görülmüştür.

Doldurma yeteneği 20°C'de ve 30°C'de katkı oranı arttıkça artmıştır. Fakat %1 katkı oranından sonra üç sıcaklıkta da doldurma yeteneği değişmemektedir. Deneysel

Tablo 2.8: Disk Yarma – Çekme ve Basınç Dayanımı Deney Sonuçları

Numune No	28 günlük Basınç Dayanımı(Mpa)	7 Günlük Yarma- Çekme Dayanımı (Mpa)		
		Üst	Orta	Alt
S15_K1,00	66,91	4,20	4,30	4,79
S15_K1,05	66,09	3,94	3,71	4,28
S15_K1,10	61,72	3,50	3,67	3,95
S20_K0,90	59,33	4,91	4,80	4,21
S20_K1,00	64,42	3,08	4,24	4,87
S20_K1,10	60,43	5,20	5,00	5,10
S30_K0,95	53,39	3,48	4,28	3,87
S30_K1,00	56,15	4,25	3,80	3,94
S30_K1,10	48,00	4,51	4,63	4,38



Şekil 3.1: S15- S20- S30 Kodlu Numunelerin Basınç Mukavemetlerinin Değişimi

çalışmada üretilen betonda doldurma yeteneği en uygun olarak % 1 katkıda görülmüştür. Sonuç olarak, en uygun katkı miktarından sonra doldurma yeteneğinde önemli değişiklik görülmemektedir.

4. Genel Sonuçlar

Betonda yüksek performans elde edebilmek için, beton en uygun katkı dozajıyla üretilmelidir. Beton sıcaklığı katkının akışkanlaştırıcı etkisini katkı dozajına bağlı olarak etkilemektedir. Deneysel çalışmada en yüksek basınç dayanımı %1 oranında katkı ile üretilen betonda görülmüştür.

Katkı oranı optimum oranda kullanıldığında maksimum basınç dayanımı görülmüştür.

28 günlük beton basınç dayanımı, beton sıcaklığı arttıkça hidrasyonun daha hızlı olması sebebiyle diğer sıcaklıkta üretilen betonlara göre daha düşük olmaktadır. 30°C' de erken yaşta basınç dayanımının daha yüksek olduğu diğer araştırmacılar tarafından belirtilmiştir.

Beton sıcaklığı hariç diğer hesapların eşit olduğu %1 katkıya sahip üç karışım incelendiğinde maksimum basınç dayanımı 15°C' de görülmüştür. 20°C'deki betonda da yüksek dayanım görülmüş, fakat 30°C' de üretilen beton 15°C deki betondan %19 oranında daha düşük dayanım göstermiştir.

Deneysel çalışmada kullanılan kimyasal katkı karışımından 60 dakika sonra daha yüksek performans göstermektedir. Betonun doldurma yeteneği, akış kabiliyeti, karışımından 60 dakika sonra daha fazladır. Yayılma çapı, pompadan sonraki betonda azalmıştır. Taşıma süresi arttıkça yine yayılma çapında azalma görülmüştür. Pompalanan beton yayılma özelliğini bir miktar kaybetmektedir.

Taşıma ve karışım süresi arttıkça hava miktarı artmaktadır. Ayrıca pompalanan betondaki hava miktarı daha fazladır.

Doldurma yeteneği pompadan önce ve sonra farklılıklar göstermektedir. Karışım ve taşıma süresi arttıkça doldurma yeteneği azalmaktadır.

Katkı dozajı farklı oranlarda kullanıldığında basınç dayanımında önemli bir değişme görülmemiştir. Aynı numune üzerinde üst ve alt bölümde agregaların farklı oranlarda dağıldığı, yarma-çekme dayanımı sonuçlarında farklılık olduğu saptanmıştır. Bu sebeple betonda bölgesel kusur oluştuğu ve çatlak riski meydana geldiği anlaşılmıştır.

Kaynaklar

[1] Okamura, H. and Ouchi, M., "Self-compacting concrete. Development, Present Use and Future," JSCE Concrete Engineering Series, Series 30, 1998, 400 pages.

[2] Bilal El-Ariss, Mix Design of Self-Compacting Concrete Civil & Environmental Engineering Dept, U.A.E. University, Al-Ain.

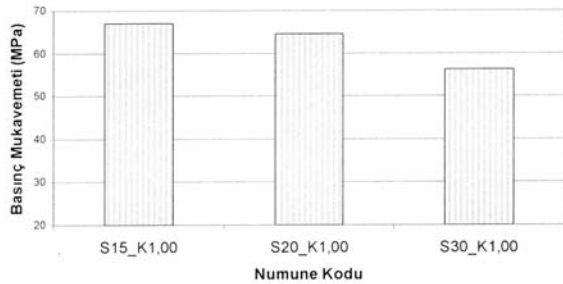
[3] Skarendahl, A., Petersson, O., 2000. Self Compacting Concrete, State-of-the-Art Report of RILEM Technical Committee 174-SCC

[4] Julnipitawong, Y., Tangtermsirikul., S., Effect of Curing Temperature on Early-Age Compressive Strength of Fly Ash Concrete

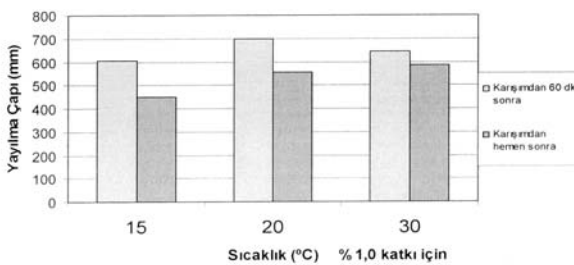
[5] Ramyar, K., 2007. Portland Çimentosu – Süperakışkanlaştırıcı Katkı Uyumunu Etkileyen Faktörler, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, 2. Yapılarda Kimyasal Katkılar Sempozyumu ve Sergisi Bildiriler Kitabı

[6] Schindler, A.K., McCullough, B.F., 2002. The Importance of Concrete Temperature Control During Concrete Pavement Construction in Hot Weather Conditions, A paper offered for publication at the Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D. C.

[7] Dr. M. Emborg., 2000. Final Report of Task 8.1, Mixing and Transport



Şekil 3.2: Beton Sıcaklığının Basınç Dayanımına Etkisi



Şekil 3.3: Beton Sıcaklığı Yayılma Çapı İlişkisi