

HAZIR BETON ÜRETİMİNDE MALZEME KARIŞIM SIRASI VE SÜRESİNİN BETON PERFORMANSINA ETKİSİ*

Aslı Yeter¹, Yılmaz Akkaya², Deniz Sarılioğlu³

Özet

Bu çalışmada, beton üretiminde malzeme karışım sırası ve sürelerinin taze ve sertleşmiş beton özelliklerine ve homojenliğe etkisi incelenmiştir. 10 sn., 15 sn., 20 sn., 30 sn., 45 sn., 60 sn. ve 75 sn. karışım sürelerinde endüstriyel üretimler yapılmış olup karıştırıcı mikser ampermetre değerleri kayıt altına alınarak hangi sürede ne kadar enerji tüketimi yapıldığı belirlenmiştir.

Bunun yanı sıra bu karışım sürelerinde üretilen betonlardan örnekler alınarak taze beton özellikleri ve dayanım gelişimleri test edilmiştir. Bu çalışmalar farklı beton sınıflarında ve farklı gradasyonda agregaya sahip üretimler için ayrı ayrı tekrarlanmıştır. Üretim esnasında malzemelerin mikser içerisinde karışma süresi ve enerjisinin sertleşmiş beton en kesitlerinden elde edilen agregada dağılım homojenliği ve beton dayanım gelişimi üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Endüstriyel üretim sırasında, beton bileşenleri farklı sıralamalar ile karışıma ilave edilerek taze ve sertleşmiş beton özellikleri incelenmiştir. Agreganın çimentodan önce karışıma ilave edilmesi, kimyasal katkının sudan sonra veya su ile aynı anda ilave edilmesi durumlarında beton özellikleri ve mikser enerji tüketimindeki değişiklikler izlenmiştir. Yapılan gözlemler neticesinde beton karışım tasarımı ve malzemelerine göre ideal karışım süresi ve sırası belirlenmiştir.

1. GİRİŞ

Betonun performansı diğer tüm endüstriyel malzemelerde olduğu gibi iç yapısı tarafından belirlenir. Bu iç yapı da bileşim oranları ve malzemeleri, işlenebilirlik, karıştırma yöntemi ve beton üretim prosesinde kullanılan karıştırma koşulları tarafından belirlenir. Karışım prosedürü; karıştırıcı mikserin çidesi, malzemelerin mikser kazanına giriş sıralarına ve karışım

sırasında harcanan enerjiye bağlıdır. Taze betonun işlenebilirliği veya reolojisini kontrol etmek için örnek olarak üretim sırasında beton prosesinin nasıl gerçekleştiğini kontrol etmek önemlidir. Beton karıştırma işlemi ve harcanan enerji, karıştırıcı mikser tipine, karışım süresine, bileşenlerin karışıma giriş sırasına bağlıdır. Mikserin verimliliği, üretilen betonun işlenebilirlik ve homojenlik özelliklerine bağlıdır. Karışım enerjisi karışım esnasındaki harcanan güç ile karışım süresine bağlıdır. Enerji tüketiminin ölçümü mikser karıştırma işlemi sırasında beton işlenebilirliğini incelemek için kullanılabilir.

The Effect of the Sequence and Duration of the Mixture Material on the Performance of the Concrete in Ready Mix Concrete Production

In this study, the effects of the mixing sequence and duration of the constituent materials on the workability of fresh concrete and, homogeneity and strength development of hardened concrete were investigated. The energy required for mixing fresh concrete was measured at mixing durations of 10, 15, 20, 30, 45, 60 and 75 seconds. Fresh concrete properties and strength development were measured on the samples, after the industrial production. The study was repeated for different concrete strength classes and different aggregate particle size distributions. It was observed that the homogeneity of aggregate distributions and strength development of concrete depends on the energy consumption during mixing. As a result of the observations, optimal concrete mixing time and sequence were determined based on the properties of constituent materials and concrete mixture design.

2. BİLEŞEN MALZEMELER

Farklı karışım süreleri ve farklı malzeme giriş sıraları ile yapılan çalışmalarda 0-3 mm, 0-5 mm, 6-12 mm, 12-22,4 mm boyutlarında dere kırması ve kırma taş türü agregalar, CEM

1) asli.terzi@oyakbeton.com.tr, Oyak Beton San. ve Tic. AŞ, Adana 2) akkayayil@itu.edu.tr, İTÜ İnşaat Fakültesi, İstanbul 3) deniz.sarialioglu@oyakbeton.com.tr, Oyak Beton San. ve Tic. AŞ, Ankara

(*) Türkiye Hazır Beton Birliği tarafından düzenlenen Beton İstanbul 2017 Hazır Beton Kongresi'nde sunulmuştur.

I 42,5 R ve CEM II A-S 42,5 R çimento tipleri, mineral katkı olarak öğütülmüş yüksek fırın cürufu, kimyasal katkı olarak ise süper akışkanlaştırıcı kullanılmıştır. Çalışmalarda kullanılan agrega gradasyonları, TS 802'de verilen sürekli granülometriye uygundur. Agrega özgül ağırlık ve su emme tabloları Tablo.1'de verilmiştir.

Tablo.1 Agrega özgül ağırlık ve su emme yüzdeleri

Agrega cinsi	Özgül Ağırlık (g/cm ³)	Su emme (%)
Dere kırması- 0-5 mm	2,64	1,83
Dere kırması- 6-12 mm	2,70	0,92
Dere kırması 12-22,4 mm	2,71	0,75
Kırma taş 0-3 mm	2,61	2,51
Kırma taş 0-5 mm	2,63	2,42
Kırma taş 6-12 mm	2,70	0,59
Kırma taş 12-22,4 mm	2,69	0,55

Bağlayıcı malzeme olarak kullanılan çimentolar ve öğütülmüş yüksek fırın cürufuna (ÖYFC) ait özellikler de Tablo 2'de verilmektedir.

Tablo.2 Bağlayıcı malzeme özellikleri

	CEM I 42,5 R	CEM II A-S 42,5 R	ÖFYC
SiO ₂	20,44	21,01	39,18
Al ₂ O ₃	5,22	5,56	11,35
Fe ₂ O ₃	4,05	3,56	0,85
CaO	60,62	56,43	36,59
MgO	2,62	3,36	8,16
SO ₃	2,87	2,81	0,46
S ₂	-	-	0,5
Na ₂ O	0,28	0,26	-
K ₂ O	0,73	0,77	-
Serbest CaO	1,11	1,55	-
Özgül Ağırlık (g/cm ³)	3,17	3,13	2,88
Özgül Yüzey (cm ² /g)	3445	4480	5600

3. KARIŞIM TASARIMLARI

Aşağıdaki Tablo 3'te bulunan 1, 3, 5 ve 8 numaralı karışımlarda dere kırma agregası kullanılmış olup diğer çalışmalar kırma taş agregası ile gerçekleştirilmiştir. Bütün çalışmalar seri üretimde agrega nem değerleri sabit tutularak 8 m³lük karışımlar hâlinde gerçekleştirilmiştir. Görülen değerler, farklı agrega gradasyonlarında 4 farklı beton sınıfını temsil etmektedir. Bunun yanı sıra bu çalışmalar aşağıda yer alan ham madde oranları ile oluşturulmuş beton sınıflarının brüt beton varyasyonları için yürütülmüştür.

Mix 1, 4 ve 8'de CEM I 42,5 R çimentosu, Mix 2, 3, 5, 6 ve 7'de CEM II A-S 42,5 R çimentosu kullanılmıştır.

Tablo.3 Çalışmalarda kullanılan ham madde karışım oranları

	Çimento (kg)	Öğütülmüş Yüksek Fırın Cürufu (kg)	0-3 Agregası (kg)	0-5 Agregası (kg)	6-12 Agregası (kg)	12-22,4 Agregası (kg)	Süper Akışkanlaştırıcı (kg)	S/Ç
Mix 1	238	62	551	484	351	548	2,3	0,62
Mix 2	240	80	800	351	294	470	2,2	0,58
Mix 3	270	75	496	457	319	574	3,2	0,52
Mix 4	265	95	688	273	294	572	3,2	0,52
Mix 5	310	90	460	443	410	533	4,2	0,43
Mix 6	315	100	671	296	323	555	4	0,39
Mix 7	340	84	479	446	413	488	4,8	0,40
Mix 8	320	125	617	268	385	515	4,5	0,42

4. KARIŞIM PROSEDÜRÜ

Karışım üzerine yapılan araştırmalar mikserin homojen ve verimliliği yüksek bir beton üretimi için önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Mikserin verimi konusunda çalışmak için mikserin dolumu ve karıştırma süresi üzerine yoğunlaşmak gereklidir.

Mikser karıştırma prosesi dolum sıralaması, boşaltım metodları, karıştırma süresi ve karışım enerjisinden oluşmaktadır.

4.1 Dolum, Karışım ve Boşaltma

Etkili bir şekilde homojen karışım elde etmek için iyi bilinen bazı kurallar mevcuttur. Mikser tasarımı için katı malzemelerin karıştırma kazanının ortasına doğru hareket etmesi, malzemelerin sürekli karışım hâlinde olması ve karıştırma araçları tarafından herhangi bir işlem görmemiş olması (aşınma ve parçalanma gibi) gereklidir. Diğer yandan sıvı bileşenler, karıştırma kazanının tüm yüzeyini homojen bir şekilde beslemelidir.

Dolum prosesi, ham maddelerin mikser giriş sıraları ve girişleri sırasında geçen süreden oluşmaktadır. Bu periyot sırasında geçen zaman, su ilave edilmeden önce ham maddelerin ne kadar süre kuru olarak karıştığına ve ham maddelerin hangi hızda karıştırma kazanına girdiğine bağlıdır. Dolum işlemi ilk ham maddelerin mikser ile buluşmasından bütün ham maddelerin mikser içinde olduğu zamana kadar genişletilebilir. Mikser dolum işlemi kuru karışım ve yaş karışım şeklinde ikiye ayrılmaktadır. Kuru karışım suyun karıştırma kazanına girmesi ile son bulur. Yaş proses ise karışım esnasında veya karışım sonrasında suyun diğer malzemeler ile buluşması ile gerçekleşir[1].

Dolum prosesi, bazı beton özelliklerinin ham maddelerin mikser giriş sıralamasına bağlı olmasından dolayı önemlidir. Yüksek oranda su azaltıcı katkının karışıma gecikmeli ilavesinin çimentonun daha iyi dağılmasına sebep olduğu bilinen bir durumdur. Yüksek oranda su azaltıcı katkının düşük dozajlı kullanımı ile aynı durum elde edilebilir. Beton bileşenlerinin karışıma giriş sıralarının beton özelliklerine etkisi ile ilgili sistematik bir çalışma bulunmamaktadır. Bu işlem çoğu zaman operatörün deneyimine, denemelerine ve hatalarına göre belirlenmektedir.

Karışım süresi, beton üretimi için ilk bileşenlerin mikser dolumu ve betonun boşaltılması ile birlikte son bulan zaman olarak tabir edilir. Gerçekte, katı malzemelerin beslenmesi,

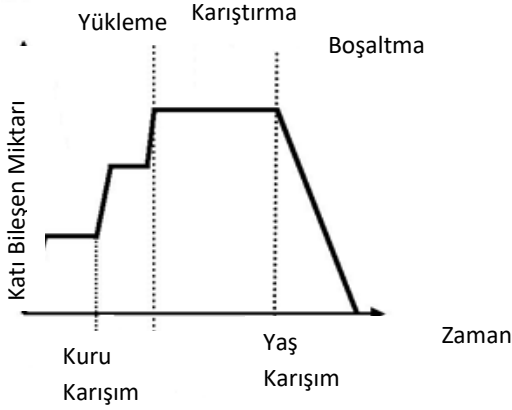
sıvıların katı malzeme ile birleşmesi ve bu işlemler sırasında geçen süreler, ön karıştırma süresini oluşturur. RILEM karışım süresini bütün ham maddelerin mikser kazanına dolumu ile betonun boşaltılması arasında geçen zaman şeklinde tanımlamıştır[2]. Pratik olarak, katı malzemenin karıştırma kazanına girmesi ve sıvılar ile bütünleşmesi döngüdeki toplam süreyi azaltmak ile birlikte verimi artırır. Katı bileşenler dolum periyodunun herhangi bir aşamasında, kuru karışım sırasında, su ilavesinden sonra veya karışımın 2. periyodundan sonra ilave edilebilmektedir. Karışım işleminin her bir beton harmanı için tamamen tanımlanması önemlidir.

Mikserden boşaltma işlemi verimliliği artıracak şekilde (hızlı boşaltma), ancak betonun homojenliğini değiştirmeyecek şekilde ayarlanmalıdır (yavaş boşaltma). Örnek olarak, eğer boşaltma ani hız değişimi içerir ise karışımda segregasyon (ayrışma) oluşabilir. Betonun homojenliğini kaybetmesi bir başka ifade ile segregasyona uğraması, mikserin harcadığı enerjinin az olmasından dolayı da ortaya çıkabilmektedir. Sonuç olarak, malzemelerin kütle akışını korumak için boşaltma sistemi uygun bir hızda açılmalıdır.

4.2 Karışım Süresi

Beton, mümkün olduğunca kısa sürede ve en az enerji sarf edilerek karıştırılmalıdır. Bu nedenle istenilen dayanımda ve uniform bir beton üretmek için optimum karışım süresinin belirlenmesi gereklidir. Geçmişte betonun karıştırma süresinin ne kadar olmasına ilişkin ampirik formüller oluşturulmuş olup, bu formüllerin pratik bir değeri olmadığı görüldüğünden yaygın bir şekilde kullanılmamaktadır. ASTM C94'e göre karıştırma süresi tüm katı malzemeler mikserde dâhil edildikten sonra hesaplanmakta olup karışım suyunun tamamı karıştırma süresinin ilk çeyreğinden önce ilave edilmiş olmalıdır. ACI 304R-89'a göre ise, karıştırma süresi tüm malzemeler mikserde boşaldıktan sonra hesaplanır. Karışım süresi ile ilgili yapılan çalışmalarda ASTM standardı esas alınmıştır[3].

Beton üretiminde kullanılan malzemeler, miktarları ve betonun özellikleri karıştırma süresini etkiler. Zayıf, kuru ve kaba karışımların karışım süresi daha uzun tutulmalıdır. Karışım süresinin yetersiz olması betonun daha düşük mukavemet vermesinin yanı sıra harmanın kendi içerisinde veya harmanlar arasında değişiklikler olmasına sebep olur. Karışım süresini az tutulması harmanlar arasında homojenlik anlamında farklılıkların oluşmasına dolayısı ile betonda ayrışmaya sebep olabilmektedir.



Şekil-1 Karışım döngüsü

Bunun yanı sıra gereğinden fazla uzun sürede karıştırma yapılmasının betonun kalitesini artırmayacağı, aksine taze beton sıcaklığının artması, segregasyon, kıvam kaybı, tesisin üretim kapasitesini sınırlayacağı gibi olumsuz etkiler doğurabilir. Bu durum karışımdan bir miktar suyun buharlaşmasına neden olarak işlenebilirlikte azalma ve dayanımda artış ortaya çıkabilir. Ancak aynı işlenebilirliği sağlamak için suyun ilave edilmesi ile dayanım azalmaktadır.

Ham maddelerin gerek duyulandan fazla süre ile karıştırılması, sürtünmenin etkisi ile karışımın sıcaklığını artırmaktadır. Bu durum özellikle sıcak havalarda büzülme çatlaklarına neden olabilir. Aynı zamanda, betonun içerisinde bulunan hava miktarının, agregada dane boyutunun azalmasına sebep olmaktadır. Özellikle beton için istenmeyen yumuşak ve kırılğan malzemeler için bu durum daha çok ortaya çıkmaktadır. Karışım süresi fazla tutulduğunda agregaların gradasyonu incelmekte, dolayısı ile işlenebilirliği azaltmaktadır.

Görüldüğü üzere karışım süresinin optimum seviyede tutulması, beton kalitesi açısından gereğinden fazla önem arz etmektedir. Bu çalışmada, farklı karışım sürelerinde laboratuvar ve endüstriyel üretim çalışmaları yapılarak oluşan ürünlerin taze beton özellikleri, dayanım gelişimi ve enerji tüketimi gibi konular üzerinde durulmuştur. Çalışmalar farklı dozajlarda ve dayanım sınıflarında gerçekleştirilmiş olup, aynı beton sınıflarındaki üretimlerde farklı karışım süreleri uygulanmıştır. Her bir karışım için seri üretimde karışım süreleri 10, 15, 20, 30, 45, 60 ve 75 saniye belirlenerek üretimler gerçekleştirilmiştir. Bazı karışımlarda karışım süreleri 90 ve 120 saniye tutularak beton özelliklerine etkileri incelenmiştir.

4.3 Ham maddelerin Mikser Kazanına Giriş Sıraları

Mikser içerisine beton bileşenlerinin giriş sırası ile ilgili genel bir kural bulunmamaktadır. Malzemelerin mikser giriş sıraları, karışım özelliklerine mikser tipine ve hava koşullarına bağlı olarak değişmektedir. Ancak performans deneyleri yapılarak en uygun giriş sırası belirlenebilir. Örnek olarak bazı transmikselerde çok kuru bir karışım kullanıldığında agregayüzeylerinin yeteri kadar ıslanmasını sağlamak amacı ile öncelikli olarak bir miktar su ve iri agreganın mikser içerisine yerleştirilmesi gereklidir. Yapılan araştırmalar neticesinde laboratuvar tipi mikserler ile çok düşük kıvamlı karışımlar hazırlandığında öncelikli olarak ince agregada, iri agreganın bir kısmı ve çimento, daha sonra su ve son olarak kalan agreganın eklenmesinin taze ve sertleşmiş beton özellikleri gözlemlenerek daha uygun olduğu gözlenmiştir. Malzemelerin mikser giriş sırası, karışımın çökme değerini önemli ölçüde etkileyebilmektedir. ÖYFC, uçucu kül gibi mineral katkıları genellikle çimento ile birlikte mikser kazanına girmelidir. Ancak, çimentonun ilk olarak kantara girmesi sağlanmalıdır.

Çimentonun topaklanmasına engel olabilmek amacı ile çimento ve suyun çok hızlı bir şekilde ve/veya yüksek sıcaklıklarda bir araya gelmesinden kaçınılmalıdır. Bu nedenle, mikser içerisinde başlangıç olarak bu iki ham maddenin bir araya getirilmesinden sakınılmalıdır. Suda çözünen katkılar beton karma suyu ile birlikte ilave edilmelidir. Bir veya birden fazla kimyasal katkı aynı karışımda kullanılacaksa katkıların etkileşimi sonucu katılardan biri etkinliğini yitirebilmesi ve beton üzerinde kötü bir etki oluşturmaya sebebi ile bu ham maddeler ayrı ayrı karışıma ilave edilmelidir. Buna karşılık süper akışkanlaştırıcı veya hiper akışkanlaştırıcı gibi katkı maddelerinin taze betona ilave edilmesi daha iyi sonuçlar doğurmaktadır.

Beton bileşenlerinin karışım mikserine ilavesi, tüm harmanlarda aynı sırayı izleyecek şekilde olmalıdır. Aksi durumda, harmanlar arasında karışım özellikleri farklılık gösterebilir. Örnek olarak su azaltıcı veya priz geciktirici kimyasal katkılar karışımın priz süresi ve hava içeriğinde değişikliklere sebep olacağından dolayı problemlere yol açmamak için tüm harmanlarda aynı sırayı takip etmek önemlidir. Kimyasal katkı maddelerinin karışım içerisinde homojen bir şekilde dağılmasını sağlamak amacı ile kimyasal katkının karışıma ilavesi suyun çimentoya ilavesinden sonraki bir dakika içerisinde veya toplam karışım süresinin dörtte birlik kısmında gerçekleşmelidir.

Beton bileşenleri farklı sıralamalarında karışım mikseri ile buluşarak betonun taze ve sertleşmiş beton özellikleri incelenmiştir. Çalışmaların çıkış noktası, agreganın mikser ilavesi ve suyun bir kısmının agregaya doyurulması ile başlayıp çimento ve mineral katkı ilavesi ve sonrasında kimyasal katkının son olarak karışım ile buluşması olmuştur. Öncelikli olarak katı maddelerin karışıp sonrasında sıvılar ile bir araya gelmeleri veya tam tersinin denenmesi sonucu en uygun malzeme giriş sırası belirlenmiştir.

Tablo 4: Ham madde giriş sıraları çalışmaları

No	Agrega	Çimento+Mineral Katkı	Su	Kimyasal Katkı
Try 1	Hemen	Agregadan 10 sn. sonra	Agregadan 7 sn. sonra	Sudan 1 sn. sonra
Try 2	Hemen	Agregadan 10 sn. sonra	Agregadan 7 sn. sonra	Sudan 0 sn. sonra
Try 3	Hemen	Agregadan 10 sn. sonra	Agregadan 7 sn. sonra	Sudan 5 sn. sonra
Try 4	Hemen	Agregadan 10 sn. sonra	Agregadan 7 sn. sonra	Sudan 10 sn. sonra
Try 5	Çimentodan 10 sn. sonra	Hemen	Çimentodan 7 sn. sonra	Sudan 1 sn. sonra
Try 6	Çimentodan 10 sn. sonra	Hemen	Çimentodan 7 sn. sonra	Sudan 0 sn. sonra
Try 7	Çimentodan 7 sn. sonra sn. sonra	Hemen	Çimentodan 10 sn. sonra	Sudan 1 sn. sonra
Try 8	Çimentodan 7 sn. sonra	Hemen	Çimentodan 10 sn. sonra	Sudan 0 sn. sonra
Try 9	Hemen	Agregadan 7 sn. sonra	Agregadan 10 sn. sonra	Sudan 1 sn. sonra
Try 10	Hemen	Agregadan 7 sn. sonra	Agregadan 10 sn. sonra	Sudan 0 sn. sonra
Try 11	Çimentodan 10 sn. sonra	Hemen	Çimentodan 15 sn. sonra	Çimentodan 5 sn. sonra
Try 12	Çimentodan 15 sn. sonra	Hemen	Çimentodan 10 sn. sonra	Çimentodan 5 sn. sonra
Try 13	Sudan 10 sn. sonra	Sudan 5 sn. sonra	Hemen	Sudan 1 sn. sonra
Try 14	Sudan 5 sn. sonra	Sudan 10 sn. sonra	Hemen	Sudan 1 sn. sonra
Try 15	Sudan 10 sn. sonra	Sudan 5 sn. sonra	Hemen	Sudan 0 sn. sonra
Try 16	Sudan 5 sn. sonra	Sudan 10 sn. sonra	Hemen	Sudan 0 sn. sonra

Ham madde giriş sıralarının farklı denemeleri yukarıda yer almaktadır. Bulgular agreganın öncelikli olarak suya doyurulmasının homojenlik açısından önem teşkil ettiğini göstermekte olup ayrıntılı gözlemlere ileri ki bölümlerde yer verilmiştir.



Şekil.2 Agreg → suyun %50'si → çimento → kimyasal katkı (kalan %50 su) ham madde giriş sırası çalışması



Şekil.3 Çimento → kimyasal katkı → agrega → su ham madde giriş sırası çalışması

Şekil 2'de sıralama agreganın öncelikle mikser kazanına girişi ve beraberinde suyun yarısı ile agreganın suya doyurulması sonrasında çimento ve mineral katkının ilavesi son olarak kimyasal katkının kalan su ile birlikte karışıma ilavesi şeklindedir. Şekil 3'te görüntülenen sıralama çimento, kimyasal katkı, agrega ve su şeklinde olan sıralamadır. Resimlerden anlaşılacağı üzere ilk sıralamadaki homojenliğin ve kıvamın diğer sıralamaya göre daha iyi durumda olduğu görülmektedir.

5. TAZE BETON ÖZELLİKLERİ

Seri üretimde farklı dozajlarda, farklı agrega gradasyonlarında bulunan karışımlar karışım süreleri 10 sn., 15 sn., 20 sn., 30 sn., 45 sn., 60 sn. ve 75 sn. tutularak taze beton özellikleri gözlenmiştir. Aynı zamanda farklı karışım sürelerinde üretilen taze betonlara homojenlik testi uygulanmıştır.



Şekil.4 Çökme Kıvamı Testi

Yapılan incelemeler neticesinde, karışım süresi artırıldığında genel olarak çökme değerlerinin arttığı, hava boşluğu sayısının azalması ile betonda hapsolmuş hava yüzdelere düşmesi, sürtünmenin artması ile beton sıcaklığının yükseldiği gözlenmiştir. Farklı karışımlarda yapılan üretimlerden alınan en kesitlerde 10 sn ve 15 sn karışım süresi ile üretilen beton örneklerinde agregaların belirli bölgelerde kümelenmiş ve boşlukların azımsanmayacak derecede olduğu, 30 ve 45 sn. ile yapılan üretimlerde agregaların homojen bir şekilde farklı noktalara dağıldığı ve boşluk sayısının azaldığı gözle görülür bir şekilde fark edilmiştir. Bilindiği üzere mikser kazanı dışarıdan bağımsız tamamen kapalı bulunmaktadır. Bu nedenle karışım süresi bu sürelerin üzerine çıktığında beton içerisindeki suyun buharlaşma hızı artacak, dolayısı ile üretimde hedef kıvamın yakalanması zorlaşacaktır. Dere malzemesi ile gerçekleşen üretimlerde karışım süresini artırdıkça taze beton sıcaklığının kırma taş agrega ile gerçekleşen üretimlerde daha fazla artış gösterdiği gözlemlenmiştir. Bunun nedeni olarak kırma taş agreganın kübik şekli ile agregaların birbirine çarparak sürtünme enerjisini yuvarlak dere malzemesine göre daha çok artırdığı söylenebilir. Bunun yanı sıra betonlara homojenlik testi uygulandığında hem görünüm anlamında hem taze beton özellik değerlerinde ki gözlemleri destekleyici nitelikte sonuçlar ortaya çıkmıştır. Transmikserin içinde bulunan betonun ilk ve son kısmından alınan beton örneklerinde karışım süresi artırıldığında gözlemlenen, kıvam kaybı değerlerinin azalmasıdır.

Çimentonun miksere girişinin ardından su ile bir araya gelmesi ile beraber topaklanmalar meydana gelmekte olup bu durum betonun homojenliğe ulaşmasına engel olmaktadır. Özellikle kimyasal katkının çimento üzerine tamamen bo-

şaltılması çökme değerlerinin düşük olmasına dolayısı ile betonun pompalanabilirliğinin zorlaşmasına sebep olabilir. Yapılan bu çalışmalarda diğer üretimlerden alınan numunelere göre birim ağırlık ve dolayısı ile mukavemet değerlerinin oldukça düşük olduğu görülmüştür. Taze beton özellikleri bakımından çalışmalar değerlendirildiğinde, en uygun görülen ham madde sıralaması agregası, suyun %50'sinin agregaya

doyurulması, çimento, kimyasal katkı (bir miktar su ile) ve suyun geri kalanı şeklinde olacaktır.

Dere kırma malzemesi ile kırma taş malzemesi genel olarak taze beton özellikleri ve dayanım gelişimi bakımından çok büyük farklılıklar göstermemiştir. Kırma taş ile yapılan çalışmalar diğer malzemeye göre taze beton özellikleri açısından daha düşük sonuçlar vermiştir.

Tablo.5 Karışım süreleri çalışmaları taze beton özellikleri

KARIŞIM SÜRESİ (sn)		Çökme (mm)	Birim ağırlık (kg/m ³)	Hava (%)	Sıcaklık (°C)		Çökme (mm)	Birim ağırlık (kg/m ³)	Hava (%)	Sıcaklık (°C)
10	MIX 1	17	2398	1,7	26,9	MIX 5	17	2398	1,7	26,5
15		20	2401	1,9	28		17	2392	1,8	26,9
20		19	2411	2	27,6		18	2408	2	27
30		18	2409	1,9	27,4		19	2419	1,9	27,1
45		18	2389	1,7	27,6		20	2414	2,2	27,6
60		20	2396	2	28		19	2425	2	27,5
75		21	2395	2,3	28,4		21	2429	2,3	27,9
10	MIX 2	17	2402	2,3	27	MIX 6	18	2407	2	15,7
15		17	2396	2	26,9		18	2409	1,9	25,1
20		19	2399	1,9	27,4		19	2403	2	26
30		21	2406	2	26,5		20	2416	2,1	26,2
45		20	2410	1,8	26,8		21	2419	2	26,8
60		21	2408	1,7	27,5		22	2421	1,9	26,5
75		22	2407	1,5	27,8		20	2428	1,8	27
10	MIX 3	18	2449	2	26,8	MIX 7	16	2418	1,6	26,9
15		19	2447	1,9	27		16	2416	1,6	27,2
20		21	2432	2	28,7		18	2423	1,8	27
30		20	2393	2,2	27,1		19	2429	2	27,9
45		22	2400	1,9	28		18	2426	1,9	27,5
60		20	2405	2,4	29,4		20	2433	2	28,1
75		21	2399	2,4	29,7		21	2438	2,3	28
10	MIX 4	18	2384	2,5	25,9	MIX 8	17	2412	1,9	26
15		18	2386	2,3	26,4		18	2416	1,8	25,8
20		19	2390	2	26,1		20	2414	1,9	25,4
30		20	2394	2,1	26,8		21	2423	1,6	26
45		18	2397	1,9	27,4		19	2425	1,7	26,5
60		21	2391	1,5	27		21	2431	1,7	26,8
75		21	2399	1,6	27,5		23	2435	1,6	26,1

Tablo.6 C30/37 Malzeme giriş sıraları çalışmaları taze beton özellikleri sonuçları

	Malzeme Giriş Sıraları				Taze Beton Özellikleri			
	Agrega	Çimento+ Mineral Katkı	Su	Kimyasal Katkı	Çökme (mm)	Birim Ağırlık (kg/m ³)	Hava (%)	Sıcaklık (°C)
MIX 3	Hemen	A + 10 sn	A + 7 sn.	S + 1 sn.	20	2396	2	25,9
	Hemen	A + 10 sn	A + 7 sn.	S + 0 sn.	18	2390	1,6	26,2
	Hemen	A + 10 sn	A + 7 sn.	S + 5 sn.	21	2405	1,9	26,1
	Hemen	A + 10 sn	A + 7 sn.	S + 10 sn.	20	2394	1,7	25,44
	Ç + 10 sn.	Hemen	Ç + 7 sn.	S + 1 sn.	10	2403	1,5	23,9
	Ç + 10 sn.	Hemen	Ç + 7 sn.	S + 0 sn.	8	2396	1,7	24
	Ç + 7 sn.	Hemen	Ç + 10 sn.	S + 1 sn.	18	2405	1,9	26
	Ç + 7 sn.	Hemen	Ç + 10 sn.	S + 0 sn.	16	2396	1,5	25,6
	Hemen	A + 7 sn	A + 10 sn.	S + 1 sn.	20	2401	2,1	26,1
	Hemen	A + 7 sn	A + 10 sn.	S + 0 sn.	17	2389	1,7	25,7
	Ç + 10 sn.	Hemen	Ç + 15 sn.	S + 5 sn.	7	2394	1,6	24,7
	Ç + 15 sn.	Hemen	Ç + 10 sn.	Ç + 5 sn.	5	2400	1,7	25,1
MIX 4	Hemen	A + 10 sn	A + 7 sn.	S + 1 sn.	19	2402	1,8	25,2
	Hemen	A + 10 sn	A + 7 sn.	S + 0 sn.	17	2390	1,5	26,3
	Hemen	A + 10 sn	A + 7 sn.	S + 5 sn.	20	2398	2	25
	Hemen	A + 10 sn	A + 7 sn.	S + 10 sn.	19	2401	1,8	26,6
	Ç + 10 sn.	Hemen	Ç + 7 sn.	S + 1 sn.	8	2394	1,8	25,1
	Ç + 10 sn.	Hemen	Ç + 7 sn.	S + 0 sn.	6	2398	1,6	24,9
	Ç + 7 sn.	Hemen	Ç + 10 sn.	S + 1 sn.	19	2399	1,8	26,4
	Ç + 7 sn.	Hemen	Ç + 10 sn.	S + 0 sn.	15	2390	1,6	26,1
	Hemen	A + 7 sn	A + 10 sn.	S + 1 sn.	21	2397	2,4	24,2
	Hemen	A + 7 sn	A + 10 sn.	S + 0 sn.	18	2392	1,9	23,8
	Ç + 10 sn.	Hemen	Ç + 15 sn.	Ç + 5 sn.	5	2397	1,9	25,3
	Ç + 15 sn.	Hemen	Ç + 10 sn.	Ç + 5 sn.	5	2390	1,6	24,6

Ç+x sn.: Çimentodan x saniye sonra A + x sn.: Agregadan x saniye sonra S + x sn.: Sudan x saniye sonra

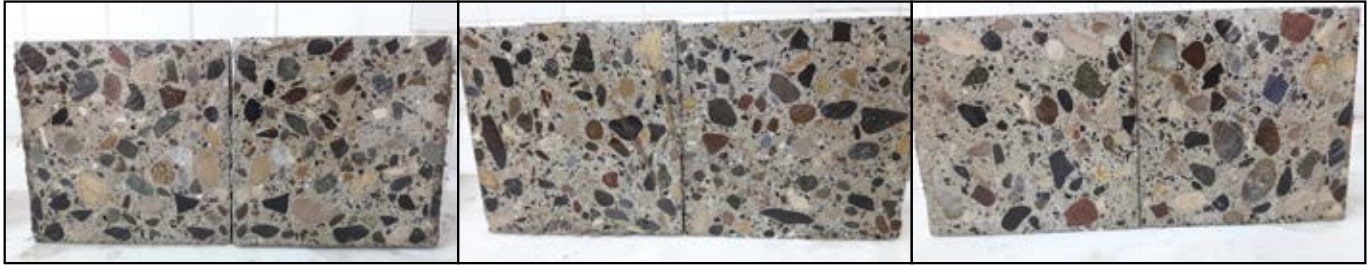
6. SERTLEŞMİŞ BETON ÖZELLİKLERİ

Mikser eğer içerisine giren bütün ham maddeleri homojen bir şekilde yayabiliyor bir veya birkaç bileşeni ayırmıyor ise verimlidir anlamına gelir ve ancak bu şekilde homojen bir beton elde edilebilir.

Karışım süresi artırılarak üretilen beton numunelerinin erken ve ileri dayanım gelişimlerinin düzgün bir şekilde artış ya da azalış gösterdiğini söylemek pek mümkün değildir. Karışım süreleri 30 ve 45 saniye tutularak gerçekleşen üretimlerde daha kısa sürelerle nazaran mukavemet değerlerinin daha yüksek olduğu söylenebilir. Fakat süre daha fazla arttıkça beton içerisinde bulunan serbest suyun buharlaşması ve beraberinde beton kıvamının artması ile birlikte erken ve ileri dayanımlarda azalma görüldüğü belirlenmiştir. Karışım süresinin önemi özellikle yüksek sınıf betonlarda daha çok ortaya çıkmaktadır. Bilindiği üzere beton sınıfı yükseldikçe 1 m³ betona giren malzeme miktarı artmakta ve bu malzemelerin birbiri içerisinde homojen olarak dağılması zorlaşmaktadır.

Çimento sonrasında kimyasal katkı ve suyun ilave edilmesi

beraberinde karışım süresinin kısa tutulması özellikle iyi bir yerleştirme yapılmaz ise dayanım anlamında büyük sıkıntılar yaratabilir. Özellikle kimyasal katkının çimento üzerine direk ilavesi ile üretilen betonların çökme değerleri 12 - 13 cm civarında seyretmekte olup iyi bir yerleştirme yapılmadığı takdirde düşük mukavemet sonuçlarını doğurabilir. Dayanım gelişimleri incelendiğinde sıralamalar arasında çok büyük farklılıkların olmadığı yalnız agrega sonrasında kimyasal katkı ve çimento ve suyun ilavesi ile oluşan üretimlerinden alınan beton numunelerinde erken ve ileri dayanım değerlerinin diğer sıralamalara göre oldukça düşük olduğu dikkat çekmektedir. Malzeme giriş sıraları agrega, sonrasında suyun ilave edilerek agreganın suya doyurulması ile çimentonun girişi ve son olarak kimyasal katkının karışıma ilave edilmesi ile mukavemet değerlerinin optimum seviyede olduğu görülmüştür. Mukavemet değerleri ayrıntılı olarak incelendiğinde, dere kırma agregası ile gerçekleşen üretimler kırma taş agregası ile yürütülen çalışmalardan olumlu anlamda daha çok etkilenmiştir. Yapılan üretimlerden alınan numuneler kür koşullarında iken 14. ve 28. günlerde en kesitleri alınarak bileşenlerin homojen dağılıp dağılmadığı gözlenmiştir.



Şekil.5 C30/37 15 sn., 20 sn., 30 sn. karışım süresi çalışmaları en kesitleri



Şekil.6 C30/37 45 sn., 60 sn., 75 sn. karışım süresi çalışmaları en kesitleri

Yapılan gözlemler neticesinde karışım süresinin artması ile birlikte, dayanım değerlerini olumlu yönde etkileyecek şekilde, betonun içerisinde bulunan hava boşlukları gözle görülür bir biçimde azalmıştır. Aynı gözlem agrega, su, çimento, kimyasal katkı şeklinde yürütülen seri üretimden alınan beton numunelerinde de gözlenmiştir.

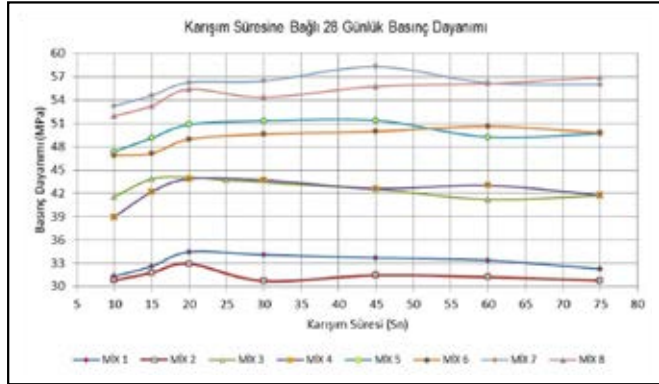
Tablo.7 Karışım süreleri çalışmaları 3, 7 ve 28 günlük basınç dayanımı sonuçları

KARIŞIM SÜRESİ (sn)		Dayanımlar (MPa)				Dayanımlar (MPa)		
		3 günlük	7 günlük	28 günlük		3 günlük	7 günlük	28 günlük
10	MIX 1	16,39	22,51	31,33	MIX 5	27,23	35,52	47,41
15		18,52	23,48	32,62		29,15	37,36	49,12
20		18,89	24,73	34,46		29,83	39,13	50,86
30		18,26	24,7	34,11		28,41	38,18	51,33
45		17,86	23,92	33,72		29,33	38,76	51,39
60		17,43	23,38	33,39		27,95	39,01	49,26
75		16,78	22,87	32,28		26,38	38,32	49,71
10	MIX 2	15,25	21,34	30,82	MIX 6	27,21	35,71	46,9
15		15,88	21,47	31,79		27,96	35,19	47,14
20		18,21	23,15	32,96		29,19	38,23	48,96
30		17,69	22,44	30,73		28,73	37,79	49,63
45		16,86	21,97	31,48		28,2	38,4	49,98
60		16,35	22,18	31,23		27,76	38,13	50,63
75		16,54	22,37	30,78		26,97	36,88	49,81
10	MIX 3	23,52	30,53	41,58	MIX 7	29,11	38,59	53,26
15		25,36	31,41	43,86		29,82	39,11	54,61
20		25,73	32,18	44,08		31,48	41,9	56,28
30		26,01	30,93	43,72		32,09	42,17	56,47
45		24,13	29,89	42,52		31,79	43,02	58,31
60		23,82	29,63	41,22		32	41,82	56,21
75		22,96	29,58	41,73		32,28	41,53	56
10	MIX 4	22,81	26,9	38,98	MIX 8	29,41	38,77	51,97
15		23,23	29,79	42,19		30,57	39,28	53,26
20		24,37	30,34	43,87		31,23	41,13	55,41
30		24,03	28,26	43,71		31,38	40,74	54,38
45		23,76	27,86	42,64		30,76	39,67	55,77
60		22,98	28,14	43,03		32,02	41,32	56,13
75		23,59	28,38	41,77		31,16	40,86	56,93

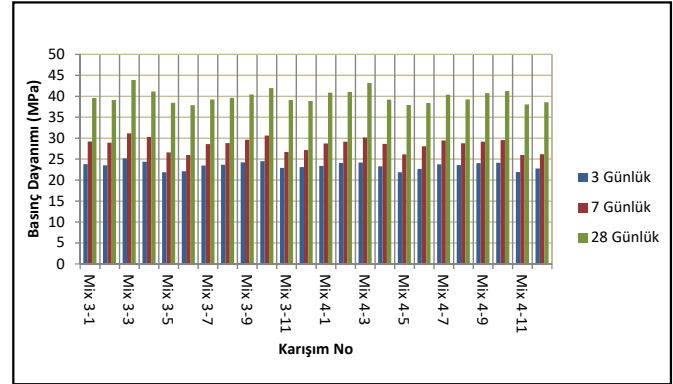
Tablo.8 C30/37 Betonu malzeme giriş sıraları çalışmaları basınç dayanımı gelişimleri

		Malzeme Giriş Sıraları				Basınç Dayanımı Gelişimi		
		Agrega	Çimento+ Mineral Katkı	Su	Kimyasal Katkı	3 gün (MPa)	7 gün (MPa)	28 gün (MPa)
MIX 3	Mix 3-1	Hemen	A + 10 sn.	A + 7 sn.	S + 1 sn.	23,79	29,18	39,54
	Mix 3-2	Hemen	A + 10 sn.	A + 7 sn.	S + 0 sn.	23,52	28,89	39,1
	Mix 3-3	Hemen	A + 10 sn.	A + 7 sn.	S + 5 sn.	25,17	31,11	43,84
	Mix 3-4	Hemen	A + 10 sn.	A + 7 sn.	S + 10 sn.	24,35	30,27	41,11
	Mix 3-5	Ç + 10 sn.	Hemen	Ç + 7 sn.	S + 1 sn.	21,83	26,58	38,41
	Mix 3-6	Ç + 10 sn.	Hemen	Ç + 7 sn.	S + 0 sn.	22,09	25,96	37,86
	Mix 3-7	Ç + 7 sn.	Hemen	Ç + 10 sn.	S + 1 sn.	23,48	28,57	39,23
	Mix 3-8	Ç + 7 sn.	Hemen	Ç + 10 sn.	S + 0 sn.	23,67	28,82	39,62
	Mix 3-9	Hemen	A + 7 sn.	A + 10 sn.	S + 1 sn.	24,21	29,63	40,41
	Mix 3-10	Hemen	A + 7 sn.	A + 10 sn.	S + 0 sn.	24,49	30,61	41,91
	Mix 3-11	Ç + 10 sn.	Hemen	Ç + 15 sn.	Ç + 5 sn.	22,89	26,66	39,06
	Mix 3-12	Ç + 15 sn.	Hemen	Ç + 10 sn.	Ç + 5 sn.	23,08	27,13	38,83
MIX 4	Mix 4-1	Hemen	A + 10 sn.	A + 7 sn.	S + 1 sn.	23,34	28,73	40,82
	Mix 4-2	Hemen	A + 10 sn.	A + 7 sn.	S + 0 sn.	24,08	29,16	41,03
	Mix 4-3	Hemen	A + 10 sn.	A + 7 sn.	S + 5 sn.	24,15	30,14	43,14
	Mix 4-4	Hemen	A + 10 sn.	A + 7 sn.	S + 10 sn.	23,27	28,61	39,18
	Mix 4-5	Ç + 10 sn.	Hemen	A + 7 sn.	S + 1 sn.	21,84	26,11	37,91
	Mix 4-6	Ç + 10 sn.	Hemen	A + 7 sn.	S + 0 sn.	22,66	28,04	38,39
	Mix 4-7	Ç + 7 sn.	Hemen	Ç + 10 sn.	S + 1 sn.	23,76	29,41	40,38
	Mix 4-8	Ç + 7 sn.	Hemen	Ç + 10 sn.	S + 0 sn.	23,55	28,77	39,23
	Mix 4-9	Hemen	A + 7 sn.	A + 10 sn.	S + 1 sn.	24,01	29,16	40,74
	Mix 4-10	Hemen	A + 7 sn.	A + 10 sn.	S + 0 sn.	24,1	29,52	41,19
	Mix 4-11	Ç + 10 sn.	Hemen	Ç + 15 sn.	Ç + 5 sn.	21,89	25,96	38,03
	Mix 4-12	Ç + 15 sn.	Hemen	Ç + 10 sn.	Ç + 5 sn.	22,74	26,17	38,58

Ç+x sn.: Çimentodan x saniye sonra A + x sn.: Agregadan x saniye sonra S + x sn.: Sudan x saniye sonra



Şekil.7 Karışım süresine bağlı 28 günlük basınç dayanım grafiği

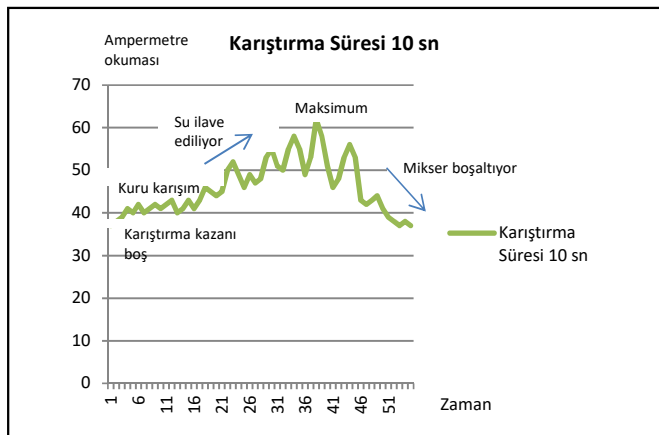


Şekil.8 Basınç dayanımı gelişimleri

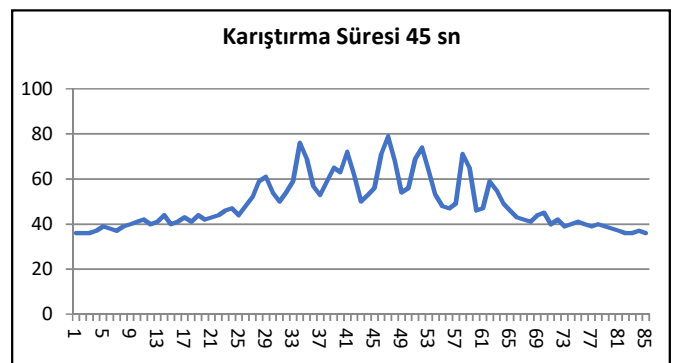
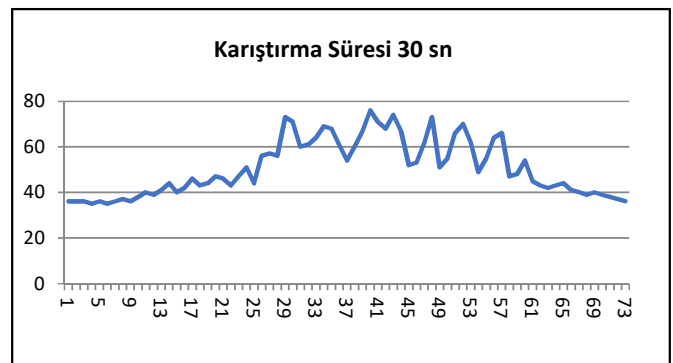
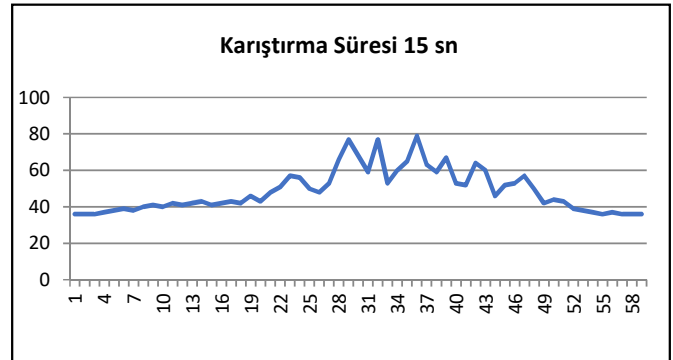
7. DEĞERLENDİRME

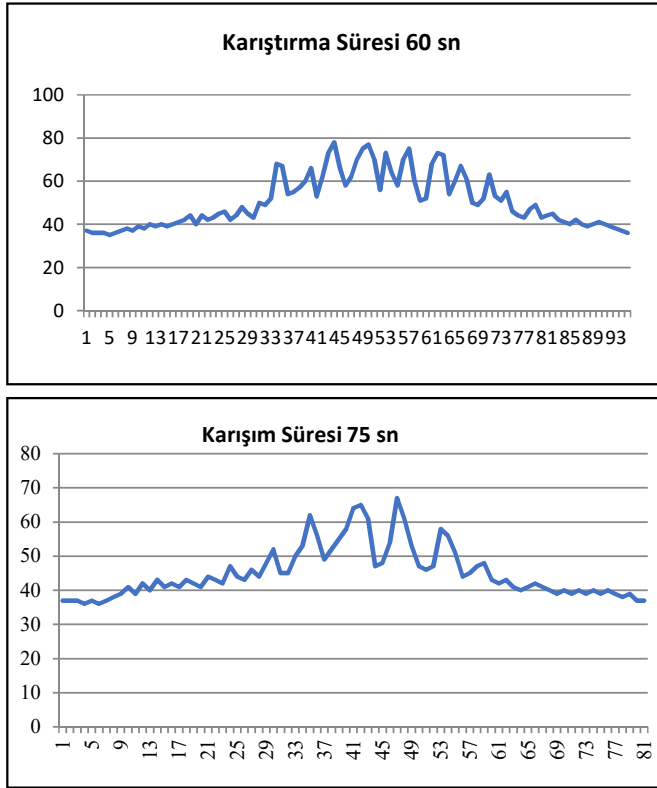
Beton harmanını karıştırmak için gerekli enerji karışım dön-güsü ve harcanan enerjinin bir sonucudur. Ekonomik ne-denlerden dolayı, karışım enerjisi beton performansı da göz önünde tutularak, en düşük seviyede tutulmalıdır. Karışım için harcanan enerji aynı zamanda mikserin verimliliğinin de bir göstergesidir. Mikserin verimliliği kavramı mikserin ham maddelerden ne derece homojen bir beton ürettiği ile ifade edilir. Verimlilik değerlendirilirken segregasyon ve agreganın beton içinde dağılımı incelenmelidir. Karışım enerjisi üretilen betonun işlenebilirliğindeki değişimleri belirlemek için kullanılabilecek önemli bir araçtır.

Farklı karışım sürelerinde yapılan üretimlerde okunan ampermetre ölçümleri neticesinde karışım süresi 30 ve 45 sn. alındığında diğer karışım sürelerine göre ampermetre oku-malarının azaldığı görülmüştür.



Şekil.9 Karışım süresi 10 sn. olan beton üretimi ampermetre değişim değerleri





Şekil.10 Farklı karışım süreleri ile yapılan beton üretimlerinde ampermetre değişim değerleri

Şekil 9'da karışım süresi 75 saniye olan üretimin dolum, karışım ve boşaltma işlemleri sırasında ampermetre değerlerinin değişimlerini göstermektedir. Agreganın öncelikli olarak girmesi ile başlayan üretim suyun 7 saniye, çimentonun 10 saniye sonrasında ve kimyasal katkının sudan 1 saniye sonra karışıma ilavesi şeklinde olan giriş sıraları ile gerçekleşmiştir. Karıştırma kazanı boş iken değer 37 amperi göstermektedir. Sonrasında suyun ilavesi ile amper değeri 37 den 41'e yükselerek bütün malzemelerin karışımı sırasında maksimum amper okuması 67'yi göstermiştir. 5 saniye boşaltma süresi esnasında başlangıçtaki amper değerine geri dönmüştür. Bu şekilde üretim esnasında harcanan güç 361 Watt olarak bulunmuştur.

Mix 1-8, farklı karışım süreleri ve sıraları ile ayrı ayrı üretilerek her bir ampermetre değeri kayıt altına alınarak üretim esnasında toplam harcanan enerji miktarları belirlenmiştir. Buna göre karışım süresi kısa tutulduğunda mikserin içerisinde bulunan karıştırma paletlerinin zorlandığı dolayısı ile ampermetre değerlerinin yüksek olduğu görülmüştür. Bahsedilen süre 10, 15 ve 20 saniyeler olup 30 ve 45 saniye üre-

timlerinde sürenin artması ile ham maddelerin daha homojen dağılması ve amper değerlerinin azalması beraberinde enerji tüketiminin azalması gerçekleşmiştir. Fakat karışım süresi artırıldığında amper değerleri daha da azalmakta, bu durum üretim süresinin uzaması ile birlikte mikserin çalışma süresini uzatarak enerji sarfiyatını artırmakta, kapasiteyi düşürmekte ve mikser paletlerinin aşınarak zarar görmesine sebebiyet vermektedir.

Farklı ham madde giriş sıraları ile yapılan çalışmalarda ampermetre ölçümleri yapıldığında 5, 6, 11 ve 12. denemelerde çimentonun kimyasal katkı ve suyu hemen bünyesine almasıyla çökme değerleri düşük, amper okumaları ve enerji tüketimi yüksek olmaktadır. Özellikle kimyasal katkının çimento ve mineral katkı girişinden sonra ilave edilmesi betonun akışkanlığını azaltarak yüksek enerji sarfiyatına sebep olmaktadır. Bu durum hem betonun kalitesi hem işletme hem maliyet açısından sıkıntı yaratabilmektedir. Suyun ve kimyasal katkının öncelikle miksere girişi sonrasında çimentonun ilavesi tam tersi durum ile enerji tüketimi konusunda aynı etkileri yaratmaktadır. Agregası, çimento, su ve kimyasal katkı şeklinde gerçekleşen optimum karışım sürelerinde gerçekleşen üretimlerde kayıt edilen amper okuma değerleri yapılan diğer karışım sıralamalarındakilere göre daha düşüktür. Kimyasal katkının su ile aynı anda ilave edilmesi ve sonrasında ilave edilmesi de kıvam farklılıkları dolayısı ile enerji tüketimlerinin farklılaşmasına hatta 2 m³lük üretim partileri arasında bile farklılıklara yol açmaktadır. Farklı agregası kombinasyonlarında üretilen betonlarda enerji tüketimleri açısından çok büyük farklılıklar gözlenmemiştir fakat kırma taş agregası ile yapılan üretimlerde dere kırma malzemesi kullanılan üretilere göre daha yüksek değerlerin ölçüldüğü söylenebilir. Özellikle yüksek dozajlarda örneğin mix 6 ve 8'de bu durum, mix 5 ve 7'ye göre daha yüksek değerler verdiği gözlenmiştir.

Enerji tüketimi olarak, öncelikli olarak agreganın miksere girişi sonrasında suyun, çimentonun ve kimyasal katkının veya çimento ile suyun giriş sıralamalarının değişmesi ile yapılan üretimlerde karışım süresi boyunca okunan ampermetre değerlerinden hesaplanan enerji tüketim miktarlarının diğer sıralamalara göre yüksek olduğu gözlenmiştir.

Ham maddelerin farklı giriş sıraları ile yapılan çalışmalar genel olarak değerlendirildiğinde hem taze beton özellikleri hem dayanım gelişimleri hem de mikser enerji tüketimleri açısından en uygun görülen sıralama agreganın karışıma ilk olarak girmesi beraberinde suyun yarısının agregaya doyurulması sonrasında çimento ve kimyasal katkı ile suyun geri kalanının ilavesi ile karışımın son bulması şeklindedir.

8. SONUÇ

Kaliteli bir beton üretim için beton karışımında homojenliğin sağlanması önemli etkenlerden biridir. Homojenlik, beton ham madde bileşenlerinin birbiri içerisinde uniform bir şekilde dağılması olarak ifade edilebilir ve taze betonda işlenebilirliğe, sertleşmiş betonda dayanıma etki eder. Betonun üretimi sırasında optimum karışım süresi ve ham madde giriş sıralamasının belirlenmesi homojenliğin kontrolü açısından önem arz etmektedir.

Yürütülen çalışmalar, karışım süresinin ve malzeme giriş sıralamasının beton karışımının homojenliği açısından önemini ortaya koymuş, taze ve sertleşmiş beton özelliklerine, erken ve ileri yaş dayanım gelişimine ve enerji tüketimine etkileri incelenmiştir. Yapılan gözlemler karışım süresinin hem taze ve sertleşmiş beton özellikleri, hem de enerji tüketimi göz önüne alınarak belirlenmesi gerektiğini ortaya koymuştur. Konvansiyonel üretimlerde, öncelikle agreganın miksere alınması, daha sonra suyun tamamının veya bir kısmının ilavesi ile agreganın suya doyurulması, ardından çimento ve son olarak kimyasal katkının karışıma ilavesi ile uygun sıralamanın gerçekleştirildiği görülmüştür.

KAYNAKLAR

1. Y.Charonnat, H. Beitzel, "Efficiency of Concrete Mixers towards Qualification of Mixers", Materials and Structures, Supplement March 1997
2. B.Cazacliu, N. Roquet, "Concrete Mixing Kinetics by Means of Power Measurement", Cement and Concrete Research, 2008
3. Chiara F. Ferraris, "Concrete Mixing Methods and Concrete Mixers: State of the Art" , Reprinted from Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology, 2001
4. ISO 18650-2, "Building Construction Machinery and Equipment - Concrete Mixers", Standards Policy and Strategy Committee, 2014