

TS EN 206/TS 13515 ile TS EN 13791/ TS 13685 Standardları ve Yenilikler *

Aydın Sağlık¹, Ömer Özdemir², Çağatay Ergin³

Özet

Beton mamullerin ve betonda kullanılan bileşen malzemelerin CE işaretlemesi için yapı malzemeleri yönetmeliği hükümlerini (CPD) karşılayan harmonize standartlar mevcuttur. Ancak, beton için henüz bir harmonize standart olmadığından, CE işaretlemesi de söz konusu değildir. Bunun yerine her ülke, özellikle durabilite ile ilgili iklim, coğrafya ve jeolojik etkileri de dikkate alarak kendine özgü hazırladığı millî standardına göre G işaretlemesi yapmaktadır. TS EN 206, "Beton - Özellik, Performans, İmalat ve Uygunluk" Standardı, iklimsel ve coğrafik şartlar, güvenlik seviyeleri ve yerleşmiş bölgesel uygulamalarda oluşan farklılıkları dikkate alarak birçok bölümünde millî uygulamaların kullanılmasına müsaade etmektedir. Ülkemiz için millî uygulama kuralları TS 13515 Standardı'nda verilmiştir. Bu Standardın hazırlanmasında, millî ihtiyaç ve imkânlarımız ön planda olmak üzere, milletlerarası standartlar ve ekonomik ilişkilerimiz bulunan yabancı ülkelerin standartlarındaki esaslar da göz önünde bulundurularak; yarar görülen hallerde, olabilen yakınlık ve benzerliklerin sağlanmasına ve bu esasların, ülkemiz şartları ile bağdaştırılmasına çalışılmıştır.

EN 206'nın kapsamı ile ilgili Avrupa Birliği ülkeleri arasında tam bir fikir birliği

TS EN 206/TS 13515 and TS EN 13791/TS 13685 Standards and Changes

Harmonized standards are available to meet the CPD requirements for CE marking of concrete products and component materials used in concrete.

Since, there is no harmonized standard for concrete, CE marking is not available. Rather, each country makes a G mark according to its national specific standard, taking into account the climate, geography and geological effects associated with durability. TS EN 206 allows the use of national applications in many areas, taking into account the differences in the "Concrete - Property, Performance, Manufacture and Suitability" standard, climatic and geographical conditions, safety levels and established regional applications. National implementation rules for our country are given in TS 13515 standard. In the preparation of this standard, taking into consideration the principles of the standards of the foreign countries which have international standards and economic relations, including our national needs and facilities, in cases where it is deemed useful, to ensure the closeness and similarity that may exist and to reconcile these principles with the conditions of our country.

sağlanamamıştır. Ancak, TS EN 1992-1'e göre tasarlanmış beton yapıları ile ön-dökümlü beton mamulleri kapsadığı konusunda fikir birliği sağlanmıştır. TS EN 206 ile birlikte uygulanması için hazırlanan TS 13515 Standardı'nda EN 206'da yer almayan birçok konu ilave edilmiş ve EN 206'da yapılan bazı değişikliklere, özellikle kendiliğinden yerleşen beton ve özellikleri, taze betondan numune alma ve sertleşmiş beton uygunluk değerlendirmesi kısımlarındaki önemli değişikliklere bu standartta yer verilmiştir.

Diğer taraftan, taze beton imalatı ve özellikleri ile ilgili EN 206 Standardı'nda, aynı zamanda betonun yapıdaki (yerindeki) değerlendirilmesi ile ilgili olarak EN 13791'e atıf yapılmaktadır. Betonun yerinde değerlendirilmesi için hazırlanan EN 13791 Standardı'nda da anlaşılması ve uygulanması zor kısımlar olduğu tespit edilerek bu Standart için de TS 13685 "Basınç Dayanımının Yapılar ve Ön-dökümlü Beton Bileşenlerde Yerinde Tayini - TS EN13791'in Uygulanmasına Yönelik Tamamlayıcı Standart" yayımlanarak yürürlüğe konulmuştur.

Bu bildiriye, TS 13515 ve TS 13685 standartlarının hazırlanma gerekçeleri ile EN standartlarından olan farklılıklar ve uygulama detayları açıklanmış ve tartışılmıştır.

¹⁾ aydinsaglik@dsi.gov.tr, DSI-TAKK Dairesi Başkanlığı Beton Laboratuvarı Şube Müdürü

²⁾ omeroz@dsi.gov.tr, DSI Genel Müdürlüğü ve TSE İnşaat Hazırlık Kurulu Başkanı

³⁾ cagatayergin@dsi.gov.tr, DSI 23. Bölge Müdürlüğü Bölge Müdür Yrd.

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

1. Giriş

Bu bildirin bir kısmı, Avrupa Hazır Beton Birliği (ERMCO) tarafından hazırlanmış dokümandan yararlanarak, TS EN 206: 2014 Standardı'nın uygulanmasında olabildiğince temel rehber olması amacıyla hazırlanmıştır. Bununla birlikte, verilen bilgiler tüm EN 206 Standardı kullanıcılarını ilgilendirmektedir. EN 206 Standardı'nın revizyon çalışmalarında Avrupa Hazır Beton Birliği (ERMCO) faal olarak bulunmakla beraber, bazı maddelerin tartışmaları, uzlaşma hususları ve yorumları sadece komiteler tarafından bilinmekte olup, daha geniş kapsamdaki ERMCO üyeleri ve EN 206 Standardı kullanıcıları tarafından bilinmemektedir. Bu rehberin amaçlarından birisi, bu bilginin daha geniş kapsamda bilinmesini sağlamak ve EN 206 Standardı'nı gelecekte revize edecek olanlara bilgi verebilmektir. Bu bildiri içinde TS EN 206'nın uygulanmasına yönelik hazırlanan TS 13515 Standardı ile ilgili kısımlara da yer verilmiştir.

Bu rehberde, EN 206 Standardı'nda seçilmiş madde değişikliklerinin yorumu ve uygulaması hakkında temel bilgi sağlama ve kılavuz yol gösterme hedeflenmiştir. Bazı durumlar için, rehberde değişmemiş bir maddenin nasıl yorumlanması gerektiği açıklanmıştır.

2000 yılında ilk yayımlandığından beri, EN 206-1 Standardı'nda [1] çok az değişiklik yapılmıştır ve bu değişiklikler çoğunlukla düzeltmeler, metin açıklamaları ve yeni Avrupa standartlarına yapılan güncel atıflar şeklindedir. Bu durum CEN/TC104/SC1: Concrete - Specification, Performance, Production and Conformity (Beton - Özellikler, Performans, İmalat ve Uygunluk) Komitesi'nin (EN 206 Standardı'ndan sorumlu Avrupa Standardizasyon Komitesi) belirlenmiş bir politikasıydı, çünkü Komite önemli herhangi bir değişikliğin kabul edilmesinden önce bir tecrübe etme süresi istemekteydi. Sonuç olarak 2005 yılında beş yıllık yeniden gözden geçirmede, EN 206-1 Standardı kullanımına ait tecrübelerinin hâlâ çok sınırlı olduğu kabul edilmiş ve gelecek beş yıl içinde bu şekilde geçerli olacağı onaylanmıştır. 2010 yılındaki ikinci beş yıllık yeniden gözden geçirmede, Standardın revize edilmesinin uygun olduğu mutabakatına varılmış, ancak değişikliklerin asgari düzeyde tutulması arzu edilmiştir.

2010 yılında EN 206 Standardı'nın kendiliğinden yerleşen beton hakkında yeni bir bölümü (Bölüm 9) [2] yayımlanmıştır ancak bu yayından önce CEN/TC104/SC1 Komitesi EN 206-1 Standardı'nın revize edileceği zaman, Bölüm 9'un Bölüm 1 ile birleştirilerek yeni bir EN 206 Standardı olarak revize edileceği hususunda mutabakata varmıştır.

CEN/TC104/SC1 Komitesi ayrıca, standartlaştırılmış deney kapsamının Avrupa düzeyi ihtiyacını aşır aşmadığını ve EN 206 Standardı'nın ileriki revizyonu içerisine ilave performans sınıfları eklemenin gerekli olup olmadığını görmek amacıyla,

There is no full consensus among the European Union countries concerning the scope of EN 206.

However, a consensus has been reached that it includes concrete products designed according to TS EN 1992-1-1 and pre-cast concrete products.

TS 13515 standard, which has been prepared for the application with TS EN 206, has added a number of issues not included in EN 206 and some of the major changes in EN 206, particularly the self-compacting concrete and its properties, the fresh concrete sampling and the hardened concrete suitability assessment standard.

On the other hand, the EN 206 standard for fresh concrete production and properties refers to EN 13791 in relation to the assessment of concrete (in situ) at the same time. It is determined that there are difficult parts to be understood and applied in the EN 13791 standard prepared for on-site evaluation of concrete. TS 13685 "Assessment of in-situ compressive strength in structures and precast concrete components - Complementary guidance to that given in TS EN 13791" has been published and put into effect.

In this paper, the reasons for the preparation of TS 13515 and TS 13685 standards and the differences from EN standards and application details are explained and discussed.

Bölüm 9'un yayımlanmasından bir süre sonra uygulamada kullanılan kendiliğinden yerleşen beton için deney yöntemlerinin yeniden gözden geçirilmesi hususunda da mutabakata varmıştır. Yeniden gözden geçirmenin bu şekilde yapılmasının EN 206 Standardı'nın 2013 yılı revizyonu için erken olduğu ve bu gözden geçirmenin EN 206 Standardı'nın bir sonraki beş yıllık yeniden gözden geçirme öncesinde yapılması gereken bir faaliyet olduğu düşünülmüştür. Birleştirilmiş EN 206 Standardı'na [3] aktarılan teknik içerikte, Bölüm 9 değiştirilmemiştir.

EN 12620 Standardı'nın Mayıs 2013 baskısının yürürlükten kaldırılması nedeniyle (detaylar için madde 5'e bakılmalıdır), EN 206 Standardı'nın Danimarka ve İngiltere haricindeki tüm CEN üye ülkelerinde yayımlandıktan sonra düzeltilmesi gerekmektedir. Yayımlanma tarihinin 2013 olarak kalması gerektiği ve adapte edilme tarihinin değişmez olması nedeniyle, Danimarka ve İngiltere'de EN 206 Standardı'nın yeni baskılarında tarif edilen düzeltmeler dikte alınmak zorundadır. EN 206

Standardı'nın henüz yayımlanmadığı ülkelerde, bir düzeltmenin yapıldığının belirtilip, belirtilmeyeceği tartışmalı bir durumdur.

CEN metin düzenleme aşamasında birkaç sayıda "Not" tanımını, ilgili maddelerinden yeni bir Ek L: Further information regarding specific paragraphs (Özel paragraflar ile ilgili diğer bilgiler) kısmına taşınmıştır. Bunun nedeni, CEN taslak hazırlama kurallarına göre (CEN/TC104/SC1- N807'ye bakılmalıdır), "Not" kısmında gereklilik bulunmaması, öneri yapılmaması ve kriter verilmemesi zorunluluğudur. Bir alter-

natif işlem de bu "Not" kısımlarının bağlayıcı metnin bir parçası haline getirilmesiydi. Ancak bu işlemin "Not" statüsünü önemli derecede değiştirmesi ve olumsuz görüş verilmesine sebep olabilmesi nedenleriyle, bu seçenek kullanılmamıştır. Bir sonraki revizyonda, bu "Not" kısımlarının incelenmesi ve bağlayıcı metine taşınmasına veya Ek L içerisinde bırakılmasına karar verilmesi, özen gösterilmesi gereken bir durum olacaktır.

EN 206 Standardı içindeki maddelere atıf yapılan yerlerde, EN 206:2013 Standardı'ndaki maddeler kast edilmektedir. Geçtiğimiz günlerde TSE tarafından yayımlanan EN 206:2013+A1: 2017-01 adapte Standardı'nda EN 206: 2013 Standardı'na göre çok önemli bir değişiklik yapılmamıştır.

Diğer taraftan, TS EN 13791, "Basınç Dayanımının Yapılar ve Ön-dökümlü Beton Bileşenlerde Yerinde Tayini" Standardı'nda, millî şartların uygulanmasına veya bu tür uygulamalarda gerekli görülmesi durumunda alışlagelmiş bölgesel uygulamalarda ortaya çıkabilen farklılıkları dikkate alarak, birçok bölümünde millî uygulamaların kullanılmasına müsaade edilmektedir. Bu nedenle, TS EN 13791'in tamamlayıcı standardı olarak hazırlanan TS 13685 Standardı'nda ülkemiz için millî uygulama kuralları verilmiştir.

Bu Standart, TS EN 13791 ile birlikte bağlantılı olarak kullanılmalıdır. Bu Standart, binalarda ve inşaat mühendisliği alanına giren yapılarda kullanılan yerinde döküm ve ön yapımlı (prefabrik) yapılar ile ön-dökümlü yapısal elemanlarda kullanılan betonları kapsamaktadır. Her iki standart birlikte, sertleşmiş betonun sahip olması gerekli şartlar, özellikler, performans ve uygunluğu için kullanılan standart serisini meydana getirir.

TS 13685, hükümlerinin uygun nitelikli ve deneyimli görevliler tarafından yürütüleceği kabul edilerek hazırlanmıştır. Kullanıcılar, standardın doğru bir şekilde uygulanmasından sorumlu olarak belirlenmiştir.

TS 13685 Standardı'ndaki, madde numaraları ve madde başlıkları TS EN 13791 ile aynı değildir. TS EN 13791'den olan farklılıklar metin içerisinde ayrı paragraflar halinde yazılmıştır.

TS EN 13791, yapıdaki betonun yerindeki dayanımının değerlendirilmesi için bazı farklı yöntemleri ve alternatifleri içermektedir. İlave olarak, TS EN 13791, Ek A'da, yapıdan alınan karot numunelerin boyutları ve farklı karakteristik özellikleri nedeniyle, yerindeki potansiyel standart numune dayanımına dönüştürülmesinde kullanılması önerilen düzeltme faktörlerinin kullanımından bahsedilmektedir. Aynı Ek'te karot dayanımını etkileyen faktörlerden bazılarının etkinlik derecesi ile ilgili belirli değerler verilmiştir. Beton karot numunelerden elde edilen basınç dayanım sonuçlarının değerlendirilmesinden önce karot dayanımlarının standart (150x300) mm silindir veya (150x150x150) mm küp şekilli numune potansiyel da-

yanımına dönüştürülmesi gerekmektedir. Karot dayanımını etkileyen faktörler, beton karakteristikleri ile ilgili faktörler ve deney değişkenleri olmak üzere iki gruba ayrılır.

Bir karotun dayanımı, yapının kür geçmişi, karot numunenin alındığı andaki beton yaşı, numunenin şekil ve boyutlarından önemli ölçüde etkilenmektedir. Deney sonuçlarının değerlendirilmesinde, karot dayanımını etkileyen bazı önemli faktörler dikkate alınmalıdır. Faktörlerden diğer bazılarının da dikkate alınmasına ihtiyaç duyulabilir, ancak normal şartlarda diğerleri ihmal edilir.

TS EN 12504-1, TS EN 13791 ve bu standardın uygulanması için önemli bir standart olup sertleşmiş betondan numune alma yöntemini, karot dayanımının belirlenmesini ve raporlanmasını ihtiva eder. Yapısal incelemeden elde edilen verilerin değerlendirilmesi amacıyla, karot deney sonuçlarında bazı düzeltmeler (boy/çap faktörü, karot alınma yönü düzeltmesi, donatı bulunması, rutubet durumu vb.) yapılmak zorundadır. Bu düzeltmeler ile ilgili gerekli bilgiler TS 13685, Ek A'da verilmektedir. Deney sonuçları verilirken ölçülen karot dayanımı ile düzeltilmiş deney sonuçları birlikte verilmelidir. Karot deney sonuçlarının değerlendirilmesi için bazı durumlarda karotun sahip olduğu fazla boşluk oranının da bilinmesi gereklidir. Bu nedenle, karotlarda boşluk oranının deneysel olarak belirlenmesi ve raporlanması önerilmektedir. Ancak, yerindeki karakteristik dayanımın belirlenmesinde boşluk oranı için herhangi bir düzeltme yapılmamalıdır.

Karot deney verilerinin analizi, uzman yorumlaması ve itina gerektiren bir işlemdir ve bu şekilde yapılmadığı takdirde tartışmalı yorumlara ve sonuçlara yol açabilir. Bu nedenle, karot deneyleri ile belirlenen beton dayanımı ile ilgili yorum ve değerlendirmeler mutlak surette beton teknolojisi işinde tecrübeli uzmanlar tarafından veya uzman yardımıyla yapılmalıdır. Karot dayanımı üzerinde etkili faktörler aşağıda verilmiştir:

- Bir yapı bileşeni veya tüm yapıda yerindeki dayanımın sistematik değişkenliği,
- Tek bir harman ve tüm harmanlarda beton dayanımının sistematik olmayan değişkenliği,
- Kusurlu deney numuneleri veya uygun olmayan deney işlemlerine atfedilen düşük deney sonuçları,
- Ölçülmüş dayanımlar üzerinde boyut, narinlik oranı, rutubet içeriği, karot numune alınma yönü ve olgunluk gibi faktörlerin etkileri,
- Standart deney işlemlerine tam olarak uygun olmayan şekilde gerçekleştirilen mevcut deney yöntemlerine atfedilen ilave belirsizlikler.

Şantiyeye sevk edilen betonun kalitesi, bileşen malzemelerin bağlı oranlarına ve kalitesine, harmanlama, karıştırma ve ta-

şıma sırasındaki bakım ve yapılan kontrol işlemlerine bağlıdır. Betonun yerindeki nihai kalitesi yerleştirme, sıkıştırma ve kür işlemlerine bağlıdır. Sevk edilen taze betonun numune dayanımı kullanılarak tayin edilen kalitesi, aynı betonun yerindeki (yapıdaki) kalitesini garanti etmez. Betona şantiyede fazla su ilavesi veya uygun olmayan yerleştirme, sıkıştırma veya kür işlemleri uygulandığında, karot deney sonuçları şantiyeye sevk edilen beton kalitesini temsil etmeyebilir. Genel olarak döküm yönüne göre bir beton elemanın üst kısmındaki yerindeki dayanım, alt kısımdaki dayanımdan daha düşüktür. Diğer taraftan yapılan bazı araştırmalara göre döküm yönüne göre yatay ve düşey olarak alınan karotların dayanımları arasında önemli sayılabilecek farklar gözlenmiştir.

Betonun ortalama potansiyel dayanımının belirlenmesi, yapıda kullanılan betonun standart 28 günlük basınç dayanımını belirlemek için bir yöntemdir. Bu işlem düzeltilmiş karot dayanımını ele alır ve fazla hava boşluğu, farklı kür koşulları ve deney sırasındaki karot olgunluğu ile 20 °C' de 28 günlük kür şartları arasındaki farklılıkları dikkate alarak nasıl değiştirileceğini içerir. Potansiyel dayanımların ortalaması, belirli bir belirsizlik ile birlikte hesaplanabilir. Yapılan tüm düzeltmeler hesaplanan sonuç üzerinde artan bir belirsizliğe yol açmaktadır. Bu işlemler ile elde edilebilecek en iyi sonuç, yüksek bir olasılıkla temin edilen betonun şartnamesine uygunluğunu veya aynı şekilde uygun olmama durumunu ve bu iki sınır arasında geniş bir belirsizlik aralığını belirtmektedir.

Taze betondan alınan numunelerin uygunluk kontrolü ve uygunluğun değerlendirilmesi, TS EN 206'ya göre beton imalatçısının sorumluluğundadır.

Potansiyel küp dayanımını tahmin etmek için alınan karot numunelerinin sayısı doğru sonuçlar elde etmekte kritik bir parametredir. Bu şartlarda, incelenen betonun temsil edilebilmesi için yapının sınırlı bir alanından en az dört adet karot alınması gereklidir. Her bir karot numune sonucu, eşdeğer potansiyel küp veya silindirik dayanımına (fpot, küp veya sil) dönüştürülmeli ve hesaplanan değerlerin ortalaması bulunmalıdır.

Yapılan birçok araştırma, CEM I çimentosu ile imal edilen betonlarda bile düzeltme faktörlerinin sabit olmadığını göstermiştir. Yeterli verinin olmaması ve bunların analiz edilememesi nedeniyle potansiyel dayanım hesabı için belirli bir miktar belirsizlik ile birlikte iyi tahminler yapılamamaktadır. Bu şekilde bir analiz yapılmış olsa dahi yine de farklı kaynaklardan üretilen aynı tip çimentoların etkisi gibi önemli ölçüde bazı belirsizlikler belirlenemeyecektir. Ancak, en iyi potansiyel dayanım tahmini için tüm gerekler sağlandığında zorluklar aşılamaz değildir. TS 13685 ile ilgili daha ayrıntılı bilgi için standarda başvurulmalıdır.

2. EN 206 Standardı'nın Kapsamı

EN 206 Standardı'nın kapsamı üzerine fikir birliği yoktur. EN 206 Standardı'nın EN 1992-1-1 Standardı'na uygun olarak tasarlanan yapılardaki betonu ve taşıyıcı ön dökümlü betonu kapsadığı üzerine fikir birliği vardır. Bu fikir birliğindeki eksik olan yön, kapsamın hazır beton sektöründe diğer olağan dışı durumları, diğer bir ifade ile taşıyıcı olmayan betonu ne kadar kapsadığıdır. EN 206 Standardı'nın (veya bir başka standardın) betonun sahada bir kürek ile veya bir serbest düşümlü karıştırıcı (mikser) içinde imal edildiği, küçük konut projeleri için kullanılacağına da düşünmek gerçekçi olmayacaktır.

EN 206 Standardı beton imalatına yönelik tek Avrupa Standardı olup, çoğu hükümleri herhangi bir beton imalatında uygulanmalıdır. EN 206 madde 1 (5) ve madde 1 (6)'da, ilave gereklerin uygun olabileceği birçok EN 206 Standardı uygulamalarından bazıları liste halinde verilmiştir. Bu liste EN 14227 Standardı'na [4] uygun olan hidrolik bağlayıcı karışımların ve EN 13813 Standardı'na [5] uygun olan çimento esaslı şap malzemelerin imalatını kapsayacak şekilde genişletilebilir.

EN 206 Standardı'nın kapsamı ile ilgili kesin olmayan "gri" alanlar, küçük/orta büyüklükte konut binaları sahasındaki yerinde hazırlanan betonlar ve taşıyıcı olmayan ön dökümlü mamullerdir. Hatta "taşıyıcı" ve "taşıyıcı olmayan" terimleri, farklı şekilde yorumlanır. Bir beton kâgir birim, taşıyıcı mı veya taşıyıcı değil mi? Bazılarına göre taşıyıcı iken bazılarına göre de taşıyıcı değildir. EN 206 Standardı, beton imalatına yönelik tek Avrupa Standardı'dır ve öyle kalmalıdır. Betonun hazır beton, yerinde hazırlanan veya ön dökümlü elemanlarda kullanılan beton olup olmadığından bağımsız olarak, beton imalatına yönelik teknik kurallar daima aynı olmalıdır.

3. Kullanım Yerinde Geçerli Şartlar, Eta'lar ve Ulusal Teknik Değerlendirmeler

3.1 Kullanım yerinde geçerli şartlar

EN 206-1 Standardı'nda "kullanım yerinde geçerli şartlara" veya bu ifadenin benzer bir şekline atıfların yapıldığı birçok madde mevcut idi. EN 206 Standardı'nın revizyonu sonrası, bu şartlara ait madde numaraları ilave edilmiştir. CEN/TC104/SC1 Komitesi, farklı bir şekilde tanımlamanın gerekli olduğu özel yerler dışında, "kullanım yerinde geçerli şartlar" ifadesinin tutarlı olarak kullanılmasına karar vermiştir. Yeni bir Ek M: Guidance on provisions valid in the place of use (Kullanım yerinde geçerli hükümlerle ilgili kılavuz bilgiler) kısmında, tüm bu şartlar/uygulanma izinleri liste halinde verilmiştir. Bazı uygulamalarda örneğin, ASR'nin hasar görmesine karşı dayanıklılık gibi ulusal şartların verilmesi zorunludur, ancak diğer uygulamalarda her Ulusal Standartlar Kuruluşu, sadece EN 206 Standardı'ndaki gerekliliği uygula-

yabilir ve örneğin, karışım hazırlama toleransları gibi diğer gereklilikleri tarif etmeyebilir. Ek M dışında belirtilen şartlar için standardın ulusal sapmalarına izin verilmez. Örneğin, nakliye süreleri, alkali-karbonat reaksiyonuna dayanıklılık, hareketli yer altı suyunda sülfata dayanıklılık için hükümler gibi EN 206 Standardı kapsamı dışındaki konular, ulusal şartların kapsamı içinde yer alabilir.

“Kullanım Yerinde Geçerli Şartlar”, “Millî Önsöz veya Bu Standard’a ait Millî Ek Başlıkları Altında Verilen Ulusal Şartlar” şeklinde EN 206 Standardı içinde veya kullanım yerinde uygulanabilir EN 206 Standardını tamamlayıcı bir standart içinde tarif edilmektedir. Millî Önsöz’de şartların verilmesi gerekmez, burada doğrudan şartların göz önüne alınacağı yerler tarif edilmelidir.

3.2 Yasal gereklilikler

Avrupa’da beton için gerekliliklerin, yönetmelikler ve diğer yasal dokümanlar içerisinde verildiği ülkeler de mevcuttur. Bu yönetmelikler ve yasal gereklilikler, bir Avrupa Standardı’ndan daha yüksek bir statüye sahiptir ve bir CEN standardında “yasaya uygun olarak yapılmalı”, “şüphesiz” gibi ifadelerin verilmesine izin verilmez. Bu nedenle “kullanım yerinde geçerli şartlar” tanımında yönetmeliklere ve yasal gerekliliklere atıf yapılmaz, ancak betonun piyasada yer aldığı yerlerde bu şartlara uygun olan bir imalatçının bulunması gereklidir.

TS 13515 Standardı’nın hazırlanmasında, millî ihtiyaç ve imkânlarımız ön planda olmak üzere, milletlerarası standartlar ve ekonomik ilişkilerimiz bulunan yabancı ülkelerin standartlarındaki esaslar da göz önünde bulundurularak; yarar görülen hallerde, olabilen yakınlık ve benzerliklerin sağlanmasına ve bu esasların, ülkemiz şartları ile bağdaştırılmasına çalışılmıştır.

TS 13515, TS EN 206 Standardı ile bağlantılı olarak kullanılmalı ve binalarda ve inşaat mühendisliği alanına giren yapılarda kullanılan yerinde döküm ve ön yapımlı (prefabrik) yapılar ile ön dökümlü yapısal elemanlarda kullanılan betonlar içindir. Bu standart son şeklini almadan önce; bilimsel kuruluşlar, üretici/imalatçı ve tüketici durumundaki konunun ilgilileri ile gerekli işbirliği yapılmış ve alınan görüşlere göre olgunlaştırılmıştır.

3.3 Avrupa ve ulusal teknik değerlendirmeler

Kullanım yerinde geçerli şartlara ait listeden hariç tutulan diğer bir husus da, Yapı Malzemeleri Yönetmeliği altında Avrupa Teknik Değerlendirmeleri (ETA) [6] (önceki adıyla Yapı Malzemeleri Direktifi altında Avrupa Teknik Onayları) ve ulusal teknik onaylar/değerlendirmelerdir. Avrupa Birliği içeri-

sinde bir ETA, uyumlaştırılmış bir Avrupa Standardı ile eşit bir statüye sahiptir, her ikisi de bir yapı malzemesine ait CE işaretini destekleyebilen Avrupa Teknik Şartnamesi’dir.

EN 206 Standardı, bileşen malzemelerinin belirlenmiş uygunluğa sahip olmasını gerektirir ve belirlenmiş uygunluk; EN 206 Standardı’nda atıfta bulunulan bir standarda olan uygunluktan, kullanım yerinde geçerli şartlardan veya EN 206 Standardı’na özel olarak atıfta bulunan bir ETA’dan veya ulusal teknik onaydan sağlanabilir. Buradaki temel fark, bir ETA’nın Avrupa Birliği’nin herhangi bir yerinde geçerli olması ve bir ulusal teknik onayın (NTA) sadece geliştirildiği ülkede ve ulusal teknik onayın karşılıklı tanınırlığı olan ülkelerde geçerli olmasıdır. ETA’lar, standartların kapsamı dışındaki özel imalatçılar tarafından yapılan yenilikçi mamulleri kapsar. Avrupa Komisyonu bakış açısına göre, ETA’lar bir Avrupa Standardı ile eşit statüye sahiptir ve CE işaretleme için teknik esas olarak kullanılır.

İster ETA olsun veya ister NTA olsun, herhangi bir statüdeki bir teknik onay, mamul gerekliliklerini ve kullanım kurallarını kapsamalıdır. Teknik onay içerisinde kullanım kuralları olmasaydı, EN 206 Standardı veya kullanım yerinde geçerli şartlar içindeki kullanım kurallarının oluşturulmasından önce birkaç yıllık bir gecikme söz konusu olacaktı ve özel bir imalatçı mamulü için kullanım kurallarının oluşturulması, CEN’in veya Ulusal Standartlar Kuruluşunun bir görevi değildir. Beton standartlarında belirli bileşen malzemeler için kullanım kuralları verilir. Bununla birlikte burada bir problem söz konusudur.

Dayanıklılık üzerindeki etki, bir “mamul” için bir ETA altında herhangi bir değerlendirmeye ait bir kısımdır. EN 206 Standardı bir uyumlaştırılmış standart değildir ve ülkeden ülkeye farklı olan dayanıklılık gereklilikleri, kullanım yerinde geçerli şartlar içinde verilir. EN 206 madde 5.1.1(2) Not 2’de bu zorluğa dikkat çekilmiştir.

Bir bileşen malzemenin genel uygunluğunun belirlenmesi göreceli olarak kolay olmakla birlikte, bu durum sadece uygunluğun EN 206 Standardı kapsamı içerisinde bazı betonlar için geçerli olduğu anlamına gelir. Bununla birlikte, uygulamada özel uygunluğu belirlenmeyen bir mamulün kullanılma alışkanlığı olmayacaktır. Bu husus ile ilgili uygulamaya yönelik çözüm, imalatçının özel uygunluğun belirlenmiş olduğu ülkeleri seçmesi ve özel uygunluk belirlenirken teknik değerlendirmenin bir bölümü olarak, o ülkedeki ulusal gerekliliklerin ETA/NTA hazırlayan kuruluş tarafından dikkate alınmasıdır. Örneğin, karbonatlaşmaya karşı dayanıklılık durumu için “mamulün” tarif edilen bir yolla beton içinde kullanıldığında, beton için kabul edilen güncel sınır değerler içerisinde düşen karbonatlaşma hızları verdiğini göstermek gerekir. Kabul edilen güncel performansla ait bu sınır değerler, tüm AB üye

ülkelerinde aynı değildir ve bu nedenle özel uygunluk beyanları, sadece belirli AB üye ülkelerinde uygulandığı şekilde nitelendirilebilir.

EN 206 Standardı'na uygun olan beton, bir ETA veya NTA kapsamı içinde olan ve ETA/NTA içinde verilen uygulama kurallarına göre kullanılan, ancak bunun dokümantasyon içinde beyan edilmesinin gerekli olduğu bir bileşen malzemeyi ihtiva edebilir. Örneğin, ETA xxx'e uygun olan ve buna uygun olarak kullanılan bileşen malzeme xx'e sahip, EN 206 Standardı'na uygun olan beton (NBS) gibi. Daha açık olmak gerekirse, bir ETA/NTA'ya uygun olan bir bileşen malzemenin planlı kullanımı, betonun tedarik edilmesi için teklif süresi içinde net şekilde ortaya koyulmalıdır.

Not: Bazı CEN/TC104/SC1 temsilcileri uygulama kurallarını belirlemek amacıyla, ETA'yı mamulün şartnamesi olarak sınırlandırmak ve "kullanılan yerde geçerli şartları" kullanmak istemiştir. Bu yaklaşımın ETA'lara uygun olan bileşen malzemelerin kullanımını etkili olarak durdurması veya yıllarca geciktirmesi nedeniyle, bu yaklaşım Avrupa Komisyonu ve EOTA tarafından kabul edilmemiştir. Yukarıda tarif edilen özel uygunluk belirlenmesi yaklaşımı, beton kullanıcılarını koruma ile yenilikçiliğe izin verme arasında adil bir denge sağlar.

Ulusal Standartlar Kurulu tarafından kullanım yerinde geçerli şartların taslak olarak hazırlanması esnasında, Ek M'deki her hususun dikkate alınması gerekir. Bazı hususlar için seçenekler sadece doğrudan tek bir CEN üye ülkesinden alınabildiği gibi, bazı hususlar için de örneğin, alkali-silika reaksiyonu hasarına karşı dayanıklılık gibi ulusal şartların düzenlenmesi zorunludur.

4. Agregata Tane Büyüklüğü

($D_{\text{ÜST}}$, D_{ALT} ve D_{MAKS} için Tanımlar)

Geçmişte uygulama göreceli olarak basitti, şartname hazırlayıcısı en büyük agregata tane büyüklüğünü belirlerdi ve istisnalar dışında beton, bu agregata tane büyüklüğünü ihtiva ederdi. En büyük agregata tane büyüklüğünün azalması ile birlikte, pasta (hamur) hacmi artar, bu nedenle genel olarak betonun belirlenmiş olan en büyük agregata tane büyüklüğüne göre imal edilmesi imalatçının görevidir. Ancak günümüzde söz konusu durum kendiliğinden yerleşen beton ise betonun belirlenmiş olan en büyük değerden daha küçük agregata tane büyüklüğünde imal edilmesi de yaygındır ve bu betonlarda kayma direnci tasarım değerini karşılamada yeterli agregata kenetlenmesini sağlamayabilir. Agregata tane büyüklüğü tanımlarının revize edilmesi ve ilave edilmesi yoluyla, bu konuya değinilmiştir.

En büyük agregata tane büyüklüğü, donatı ile en küçük kesit genişliği arasındaki açıklık yoluyla kontrol edilir. Avrupa'da bulunan yere bağlı olarak, tipik en büyük agregata tane büyüklükleri 32 mm veya 20 ila 22 mm'dir. Bu büyüklük, Eurocode EN 1992-1-1 Standardı'nda [7] "dg" olarak bilinir ve EN 206 Standardı'nda " D_{upper} " olarak adlandırılır ve *betonda kullanım için beton şartnamesinde izin verilen agregata tane sınıflarından en iri olanına ait en büyük D değeri* şeklinde tarif edilir. Burada D üst elek göz açıklığıdır.

EN 1992-1-1 Standardı'nda normal (ağırlıklı) agregalar için kullanılan kayma modeli, agregata kenetlenmesine bağlıdır ve agregata kenetlenmesi agregata tane büyüklüğü ile agregata dayanımının bir fonksiyonudur. Donatılar için kayma bağlantılarının düzenlenmesi durumunda bile, modelde kayma kuvvetinin yaklaşık %20'sinin agregata kenetlenmesi ile karşılandığı kabul edilir. Bu nedenle EN 206 Standardı ayrıca, EN 206 Standardı'nda *betonda kullanım için beton şartnamesinde izin verilen agregata tane sınıflarından en iri olana ait en küçük D değeri* şeklinde tarif edilen " D_{lower} " değerinin de belirlenmesini gerektirir. EN 1992-1-1 Standardı'nda halen " D_{lower} " için hangi değerlerin verilmesi gerektiğine yönelik kılavuz bilgi mevcut değildir.

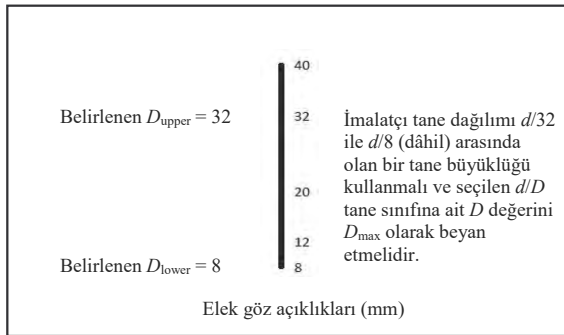
Agregatanın temas noktalarında kırılmaması için yeterli güce sahip olması şartıyla, 16 mm'lik " D_{lower} " değerinin agregata kenetlenmesini sağlayacağına yönelik bir ortak görüş olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, kendiliğinden yerleşen betonun sıklıkla 8 mm veya 10 mm'lik D_{max} değeri ile imal edilmesi nedeniyle, D_{lower} olarak bu değer belirlenmesi bu betonun imalatı esnasında büyük zorluklara neden olabilir. Gerekli agregata kenetlenmesine ulaşmada bu tane büyüklüklerinin etkinliği hala tartışmaya açık bir konudur. Bu konu, agregata tane büyüklüğü veya agregata dayanımı üzerine sınırlamaları düzeltmek amacıyla, daha ileri seviyede araştırmalar gerektiren bir konudur.

Hafif (agregalı) beton için kesme kurallarında agregata kenetlenmesi dikkate alınmaz. İmalatçı, beton için D_{upper} , D_{lower} veya bu değerler arası herhangi bir tane büyüklüğünü seçmede ve bu tane büyüklüğünü sevk ve teslim belgesinde, EN 206 Standardı içinde *betonda gerçekte kullanılan agregata tane sınıflarından en iri olanının beyan edilen D değeri* olarak tarif edilen D_{max} şeklinde beyan etmede serbesttir. D_{upper} ve D_{lower} terimleri sadece şartname hazırlayıcısının kullanımı ve D_{max} terimi sadece imalatçının kullanımı içindir. EN 206 Standardı'nın adapte edilmesinden kısa bir süre sonra da devam ettiği gibi, beton şartnamelerinde sadece D_{max} 'ın belirlenmiş olması durumunda ve hazırlayıcı D_{lower} için bir değer belirlememişse; D_{max} değeri D_{upper} olarak dikkate alınmalıdır.

İmalatçı, D_{max} değerini EN 206 Standardı'nda gerekli olduğu gibi beyan etmelidir. Buna ait bir örnek Şekil 1'de verilmiştir.

EN 12620 Standardı'nda [8] elek üzerinde kalan malzeme tane dağılım oranının %10 ile %20 arasında olmasına izin verilmiştir ve bu nedenle beton içinde imalatçı tarafından beyan edilmiş olan D_{max} değerinden daha büyük tane büyüklüğünde agrega tanelerinin olacağı beklenmeli ve kabul edilmelidir.

D_{max} değerine uygunlukta, tane sınıfı d/D_{max} olarak belirtilen bir agreganın, beton harmanında kullanılan bileşen malzemeler içerisinde bulunduğunu gösteren imalat kayıtları esas alınır. Tanımlama deneyleri için işlem tarif edilmemiştir ve normalde de gerekli değildir. Kullanıcının tanımlama deneyini üstlenmek istediği nadir durumlarda ise herhangi bir işlemde ıslak eleme esas alınmalı ve elek üzerinde kalan malzeme için izin verilen miktarlar dikkate alınmalıdır.



Şekil 1- Agregatane büyüklüğüne ait farklı tanımlar arasındaki ilişkiye ait bir örnek

4.1 Agregatane ile ilgili maddeler

2012 yılında revize edilen EN 12620 Standardı, Tek Kabul Prosedürü'ne (UAP) göre oylama için gönderilmiş ve pozitif görüş bildirilmiştir. Burada oylama öncesinde bazıları teknik değişiklik olan birkaç sayıda değişiklik yapılmıştır. Bu standart mayıs 2013'te yayımlanmıştır. Bununla birlikte, diğer agrega standartlarının bazıları ile olan problemler, CEN'i tüm yayımlanmış agrega standartlarının yeniden gözden geçirmeye yönlendirmiş ve yayımlanmış standartlar sadece metin değişikliği şeklinde düzeltme ile tekrar onaylı UAP baskı aşamasına çevrilmiştir. Bu durum EN 12620 Standardı için de söz konusu olsaydı, teknik değişikliklerin bazıları düzeltilmesi gereken teknik hatalar şeklinde ortaya çıkacaktı. Bunun sonucunda CEN tarafından, EN 12620 Standardı'nın mayıs 2013 baskısının yürürlükten kaldırılmasına karar verilmiştir.

Bu gerekçeler nedeniyle Komisyon, Resmi Bülten içinde

EN 12620 Standardı'nın 2013 baskısına atıfta bulunmamış ve bu nedenle agregaların CE-işaretlemesinde EN 12620 Standardı'nın 2002 baskısının, tadilleri (2008) de dâhil olmak üzere esas alınmasına devam edilmiştir. Bu durum muhtemelen 2015 yılı başlarında EN 12620 Standardı'nın Yapı Malzemeleri Yönetmeliği (CPR) ile uyumlu baskısının yayımlanmasına kadar devam etmiştir. CE işaretli agregaları kullanmakla yükümlü herhangi bir beton imalatçısının, yeni bir baskı yayımlanmaya ve Resmi Bülten içinde atıfta bulununcaya kadar, EN 12620 Standardı'nın 2008 baskısını kullanması gerekir.

EN 206 Standardı'nın hazırlanmasındaki zorluklardan birisi de, agrega standartlarının revizyonları ile aynı zamanda yapılmakta olmasıydı. Bir diğer sorun da "beton agregaları" standardının geniş kapsamda malzeme içermesi, özelliklerin herhangi bir değerinin veya kriterinin beyan edilebilmesi veya edilmemesi ve bu agregaların EN 12620 Standardı'na [8] uyacak şekilde olması gerektiği idi. Ancak bu şekildeki bir beyan kategorisi, EN 206 Standardına uygun olarak kullanılan herhangi bir tipteki beton için uygun olamayabilir. Bunun nedeni, CEN/TC154 Avrupa Komitesi'nin (agrega standartlarından sorumlu Avrupa Komitesi) herhangi kullanım/tüm kullanımlar için agregalara ait tek bir standardın olmasını istemesiydi. CEN'e göre bunun uygulanabilir olmaması nedeniyle, tüm agregaları kapsayan bir temel metnin adapte edilmesine karar verilmiş ve her bir uygulama (örneğin, beton) için ara sınıflarda tarif edilenler uygun olmayan olarak kabul edilmiştir. "Beton agregaları" adındaki bir standardın içinde beton için uygun olmayan kategorilerin bulunması, şartname hazırlayıcısı açısından kafa karıştırıcıdır. Bununla birlikte, standardın bu baskısının yürürlükten kaldırılması ile bu sorun ortadan kalkmıştır.

Ancak EN 12620 Standardı'nın güncel baskısına bakan bilinçli şartname hazırlayıcıları, bu standardın tüm betonlarda kullanılan agregaları kapsadığını ve bu agregaların özel durumu için "Agregalar EN 12620 Standardı'na uygun olmalıdır." ibaresinin yeterli olmayabileceğini hatırlayacaktır. Bu hazırlayıcılar, kendi şartnamelerinde betonlarında kullanılabilecek kategoriler ve malzemeler için sınırlamalar getirmek isteyecektir. Bu sınırlamaların hazırlayıcıdan hazırlayıcıya değişebilmesi nedeniyle, bu durum özellikle hazırlayıcının beton imalatçılarının "en iyi" olarak kabul ettiklerini devamlı istemesi durumunda, beton imalatçıları için yönetsel ve lojistik bir problem olacaktır. Bu karmaşıklığın önüne geçilmesi için kullanım yerinde geçerli şartlarda, betonarme ve öngerilmeli beton yapımlarına uygun olan agrega sınıfları tarif edilmelidir.

Yeni bir ek olan Ek E'de, doğal agregalar, hava ile soğutulmuş yüksek fırın cürufllu agregalar, hafif (ağırlıklı) agregalar ve geri dönüşümlü iri agregalar için uygun kategorilere yönelik kılavuz bilgi verilmiştir. Bu Ek ayrıca, betonda geri dönüşümlü agregaların kullanımına yönelik öneriler de içermektedir.

Mart 2016'da hafif beton imalatında kullanılan hafif agregalarla ilgili EN 13055 Standardı harmonize hale getirilerek yayımlanmış ve EN 206: 2017 içinde atıflar yapılmıştır.

TS 13515, Ek N'de beton karışımında kullanılacak olan farklı agrega maksimum tane büyüklükleri için agrega karışımlarının tane dağılımlarına ait zarf eğrileri verilmektedir.

5. Bir Betonda Birden Fazla Çimentonun Kullanımı

EN 206 madde 5.2.2: *Çimentonun seçimi* değiştirilmemiştir, ancak uygulanmasına yönelik kılavuz bilgilerin bazıları uygundur. Bu madde "Çimento, aşağıda verilenler dikkate alınarak uygunluğu belirlenmiş olan çimentolar arasından seçilmelidir." ifadesi ile başlar. İngilizcede bu ifade tek bir çimento veya birden fazla çimento anlamlarında kullanılabilir. Diğer dillere örneğin, Fransızcaya tercüme edildiğinde bu ifade tekil anlamdadır: "Bir çimento arasından seçilmelidir." Kamusal mütalaa aşamasında, bir betonun birden fazla çimento içerebilmesinin açıklık kazandırılması üzerine talepler gelmiştir. Hemen ardından birçok CEN üye ülkesinde aynı betonda birden fazla çimentonun karıştırma işleminin uygulandığı tespit edilmiştir. Bir beton içinde yer alabilecek çimentoların kombinasyonu değişkendir ve bu nedenle istenmeyen sonuçlar kontrol edilmeden, işlemin doğrudan yapılmasına izin verilmesi teknik açıdan uygun olmayacaktı ve EN 206 Standardı'nın revizyon aşamasının son dönemlerinde, neyin izin verilmesi gerektiğine ve neyin izin verilmemesi gerektiğine yönelik düzenleme ve olumlu bir görüş alınabilecek bir uzlaşma sağlama için yeterli zaman yoktu.

Bunların sonucunda, EN 206 madde 5.2.2'nin başındaki metin değiştirilmemiştir, ancak çimento kombinasyonunun kullanım yerinde geçerli şartlara uygun olması şartıyla, EN 206 Standardı'na uygun olan betonun birden fazla çimento ihtiva edebileceği CEN/TC104/SC1 Komitesi tarafından kabul edilmiştir.

Bir betonda iki adet çimentonun kullanılması, günümüzde bir çimento ile bir katkı kombinasyonunun kullanıldığı kombinasyonların eş değer performansı kavramının bir parçası değildir, çünkü betona veya iki adet çimento kombinasyonuna yönelik ilave deneyler yoktur. Sevki ve teslim belgesi (irsaliye)

ve diğer dokümantasyonlar açık olmalı ve burada örneğin, %40 CEM I ve %60 CEM III/B gibi iki adet çimentonun bağlı oranları rapor halinde verilmelidir.

5.1 Beton bileşimi için temel gerekler

EN 206 Standardı'ndaki bir diğer değişiklik ise, EN 206-1: 2000 Standardı'ndaki betonun ayrışma ve terlemesinin en az olacak şekilde tasarlanmasına yönelik öneriyi içeren NOT'un ana metin içerisine taşındığı madde 5.2.1'dedir. İfade değiştirilmemiştir ve dolayısıyla hâlâ bir gereklilik değil bir öneridir, ancak imalatçılar bazı şartname hazırlayıcılarının aksini düşünebileceğine dikkat etmelidir.

Belirlenmiş olan şartlar altında ayrışma ve terlemenin en aza indirilmesi iyi ve normal uygulama olmakla birlikte, EN 206 Standardı altında tedarik edilen tüm betonların "en az" terleme ve ayrışmaya sahip olacağına inanmak tamamen gerçek dışıdır. Bir İngilizce metinde yer alan "en az olacak şekilde" ifadesi, mümkün olduğunca en küçük miktara azaltmak olarak tarif edilmektedir ve beton uygulamasında bu durum sıfır terleme ve ayrışma yok anlamına gelir.

Bir öneri olsa bile ERMCO, EN 206 madde 5.2.1 (3)'e öznel ve olağan dışı olması nedeniyle karşı çıkmıştır, çünkü kelimenin tam anlamı ile dikkate alınması durumunda, çoğu betonun bir miktar terlemesi nedeniyle, Avrupa'da imal edilen çoğu beton bu öneriyi sağlayamayabilecektir.

Bu önerinin EN 206 Standardı içerisinde yer alması nedeniyle, ERMCO betonun belirlenmiş olan şartların ve ayrışma ve terlemenin en az olma ihtiyacının, beton performansı açısından kritik olan yerlere göre yorumlanmasını tavsiye etmektedir. Deney yöntemi veya uygun sınır değerler (yüksek bağlayıcı içeriği ve düşük w/c oranı) de dâhil olmak üzere, örneğin, EN 206 Ek D madde D.3.1 (1)'de gerekli olan miktara yönelik gereklilikler, şartname içerisinde yer almalıdır.

TS 13515, Ek F'de farklı çevre etki sınıfları için tasarlanacak olan beton karışım oranları ve bileşimleri ile ilgili sınır değerler (en az çimento/bağlayıcı miktarı, maksimum w/c oranı ve en az hava içeriği vb.) verilmektedir. Beton tasarımı yapılırken bu değerlerin dikkate alınması önem arz etmektedir, ancak mecburi değildir. İspatlanması şartıyla, aynı performansı verebilecek diğer beton karışımları da kullanılabilir.

5.2 Mineral katkıların kullanımı

EN 206-1: 2000 Standardı ile EN 206 Standardı arasındaki en önemli değişikliklerden bazıları, katkıların kullanımına yönelik

şartlarda yapılan değişikliklerdir. Temel değişiklikler aşağıdaki gibidir:

- k-değeri kavramı tarif edilmiştir,
- k-değeri kavramı, ince öğütülmüş yüksek fırın cürufunun kullanımını kapsayacak şekilde genişletilmiştir,
- k-değeri kavramı için uygulama kuralları, CEM I'den CEM II/A çimentolarının kullanımı kapsayacak şekilde genişletilmiştir,
- Mineral katkıların kullanımı için iki adet performans yaklaşımına ait prensipler dâhil edilmiştir.

Performans kavramları ve uygulamada nasıl kullanıldığı, CEN/TR 16563 Standardı [10] içinde tarif edilmiştir. Bu değişikliklerin etkileri aşağıdaki maddelerde tarif edilmiştir.

5.3 EN 206 ve TS 13515 Standartlarında yer alan k-değeri kavramı

k-değeri sadece dayanıklılık için belirtilmiştir ve betonun belirli bir mukavemetine ulaşılması ile doğrudan ilgisi yoktur, çünkü bu doğrudan basınç dayanımı gereksinimi ile ilgilidir.

EN 206 Standardı'nda tarif edilen k-değeri kavramında, sadece bir "A çimentosu" (normalde bir CEM I çimentosu) içeren bir betonun dayanıklılık performansının yeniden oluşturulması girişimi esas alınır. Bu yaklaşım, çoğu ulusal şartname-lerde, en büyük w/c oranı ve en az çimento içeriği için tamamı aynı gerekliliklere sahip olan, geniş bir aralıktaki çimento tiplerine izin verilmesi gerçeğini yansıtmaz [9]. Günümüzde uygulamada şartname hazırlayıcıları, dayanıklılık açısından mineral katkı (uçucu kül veya ince öğütülmüş yüksek fırın cürufu) içeren bir çimento içerikli bir beton ile aynı performansı gösteren aynı malzeme (uçucu kül veya ince öğütülmüş yüksek fırın cürufu) içerikli ve sadece "A çimentosu" içermeyen bir beton beklentisi içindedir.

Mineral katkı kullanımının "A çimentosunun" dayanıklılık performansına yönelik bazı özellikleri iyileştireceği, ancak diğer özellikleri kötüleştirebileceği unutulmamalıdır. Bu göreceli performans, silis dumanı için uygulama kuralında EN 206, madde 5.2.5.2.3 dikkate alınmıştır, ancak diğer mineral katkılar için dikkate alınmamıştır.

Kullanım yerinde geçerli şartlarda, verilen sınır değerler takımı içerisinde sadece "A çimentosuna" izin verilmesi durumunda, k-değeri kavramı için verilen prensip mantıklı olmaktadır. Bununla birlikte CEN Teknik Raporu 15868 [9], CEN üye ülkelerinin genellikle aynı sınır değerler aralığı içerisinde geniş bir çimento tipi aralığına izin verildiğini göstermiştir. Bu yaklaşımın bir sonucu, en iyi şu örnek ile gösterilebilir; Çevre

Etki Sınıfı XS3 için tipik bir şart, en büyük w/c oranının 0,45 ve en az çimento içeriğinin 340 kg/m³ olmasıdır. Kimyasal katkıların kullanıldığı ve gerekli kıvamın bu sınır değerlerde elde edildiği kabul edilir.

CEM I çimento tipi ile elde edilen serbest su içeriği 153 litredir (0,45 x 340). CEM I çimentonun karıştırıcıda %50 ince öğütülmüş yüksek fırın cürufu ile değiştirilmesi yoluyla klorür direncinin artırılmasına karar verilmesi durumunda, k-değeri kavramının ve TS 13515'de önerilen k-değeri olarak 0,8'nin kullanılması ile bağlayıcı içeriği aşağıdaki hale gelir:

$0,45 = 153 / (\text{çimento kütlesi} + 0,8 \times \text{öğütülmüş granüle yüksek fırın cürufu kütlesi})$ ve $\text{CEM I kütlesi} + 0,8 \times \text{öğütülmüş granüle yüksek fırın cürufu kütlesi} = 340 \text{ kg/m}^3$

%50 ince öğütülmüş yüksek fırın cürufu için çimento ve öğütülmüş granüle yüksek fırın cürufu kütleleri aynıdır, dolayısıyla karışım 188,9 kg CEM I çimento (340/1,8) ve 188,9 kg öğütülmüş granüle yüksek fırın cürufu içerir ve toplam bağlayıcı içeriği 37,8 kg/m³'lük bir artışla 377,8 kg/m³ olur. Karıştırıcıda öğütülmüş granüle yüksek fırın cürufu ilave edilmesi yerine, CEM III/A çimento tipinin kullanılması durumunda (aynı bağlayıcı bileşen malzemeleri), sınır değerler yeniden 0,45 ve 340'a dönmüştür.

Bu durum, ince öğütülmüş yüksek fırın cürufu için k-değerinin 0,8 alındığı k-değeri kavramı uygulanmasının bir sonucudur. Diğer taraftan, büyük kesitlerde erken yaşta ısı çatlamalarının artan riski ve maliyetler, öğütülmüş granüle yüksek fırın cürufu için k-değerinin 0,6 alındığı k-değeri kavramının uygulamada kullanılmasını imkânsız hale getirir.

Çok az sayıda CEN üye ülkesi için de, çimento tipine bağlı olarak sınır değerlerini değiştiren diğer bir sorun daha mevcuttur. Bu ülkelerin, sınır değerlerin "A çimentosu" için uygulanıp uygulanmayacağını veya diğer bazı sınır değerlerini tarif etmesi gerekir. CEN/TR 16563 Standardı'ndaki [10] öneri, "A çimentosunun" bir kısmının bir mineral katkı ile değiştirilmesi durumunda, uygulanması gereken sınır değerler "A çimentosu" için uygulanabilecek olan sınır değerlerdir şeklindedir. Bu yaklaşım, mineral katkıların kullanılmasının "A çimentosu" faydasının üzerinde bir fayda getirmez.

k-değeri kavramı tarif edilmiş bir kavramdır. k-değeri kavramında, bir A çimentosu kullanarak hazırlanan referans betonun dayanıklılık performansı (veya uygun olan yerde dayanıklılık için temsili kriter olarak dayanım) ile su/çimento oranı ve mineral katkı miktarına bağlı olarak A çimentosunun bir kısmının mineral katkı ile ikame edilmesi yoluyla elde edilen

çimentonun kullanıldığı deney betonunun dayanıklılık performansının kıyaslanması esas alınır.

TS 13515 Standardı'nda k - değeri kavramının, EN 450-1'e uygun uçucu kül, TS EN 13263-1'e uygun silis dumanı ve TS EN 15167-1'e uygun öğütülmüş granüle yüksek fırın cürufu'nun TS EN 197-1'e uygun çimento tipleri ile birlikte kullanılması durumundaki uygulama kuralları tarif edilmiş ve belirlenmiş değerler verilmiştir.

5.4 Farklı k -değeri kavramları

EN 206'da diğer k -değeri kavramları için prensipler verilmiştir. Halen Avusturya ve Finlandiya'da mineral katkı içerikli bir beton performansının, ana bileşen malzeme olarak aynı mineral katkıyı içeren bir çimento içerikli bir beton performansına benzerliğini esas alan bir k -değeri kavramı kullanılmaktadır.

Tartışmalı olan nokta, diğer k -değeri kavramlarına EN 206 Standardı kapsamı içinde izin verilip verilmeyeceğidir. Madde 5.2.5.1 (4)'e göre farklı uygulama kurallarının kullanılmasına izin verilir, ancak farklı k -değeri kavramlarının (diğer bir ifade ile farklı prensiplerin) kullanılmasına izin verilmez. Diğer k -değeri kavramlarının bazılarının sağlam bir teknik altyapıya sahip olması nedeniyle, böyle bir k -değeri kavramını kullanan bir Ulusal Standartlar Kurulu (NSB), kullanım yerinde geçerli şartlar içerisinde bu kavramı kullanmaya devam etmeye teşvik edilmelidir. Madde 5.2.5.1 (4)'e göre bir NSB'nin uçucu kül ve silis dumanı için verilen veya ince öğütülmüş yüksek fırın cürufu için önerilen değerlerden farklı k -değerleri tarif etmesine izin verilir. k -değeri seçimlerinde farklı bir k -değeri kavramının esas alınması durumunda bile, bu seçimin Avrupa Standardizasyon Komitesi CEN/TC104/SC1 tarafından sorgulanması olası görünmemektedir.

6. Performans Kavramlarının Uygulanması

EN 206 Standardı içerisinde mineral katkıların kullanımına yönelik performans yaklaşımına ait prensipler de ilave edilmiş, ancak uygulama kuralları ilave edilmemiştir. Bu kavramların kullanımına yönelik diğer kılavuz bilgiler ve mevcut uygulama örnekleri CEN/TR 16563 Standardı'nda [10] verilmiştir. Uygulamanın bazı kuralları CEN/TC104/SC1/TG5: Use of additions (Mineral katkıların kullanımı) şeklinde taslak öneri olarak verilmiş ancak bu öneri kabul edilmemiştir. Eşdeğer performans kavramlarının kullanımı için gereklilikler, EN 206 madde 5.2.5.1 (5)'te hazırlanmıştır ve bu madde "Uygunluğun belirlenmiş olduğu yerdir.". Bu maddenin altında, uygunluğun kullanım yerinde geçerli şartlardan belirlenmesi gerekmesinin önerildiği Ek L'ye atıfta bulunan bir NOT yer alır.

Kullanım yerinde geçerli şartların kullanılması, muhtemel en yaygın uygunluk belirleme yolu olması ile birlikte, sadece tek yol değildir. Örneğin, bir mamule ait bir ETA yoluyla da özel uygunluk belirlenebilir (Madde 3'e bakılmalıdır). Ayrıca diğer bir CEN üye ülkesinde standartlaştırılan ve uygulamada kanıtlanmış başarı geçmişi olan bir uygulama kuralının zaten "uygunluğu belirlemiş olduğu" da tartışılabilir. Bu nedenle bir Ulusal Standartlar Kurulu veya bir beton imalatçısı, yeni uygulama kuralları türetilmek yerine, mevcut uygulama kurallarının birini veya birkaçını tamamen adapte edebilir. Bir Ulusal Standartlar Kurulu, mevcut bir kuralı yeni bir uygulama kuralı oluşturmak üzere değiştirme serbestliğine sahip iken; bir beton imalatçısı, bu serbestliğe ve mevcut uygulama kurallarının bir kombinasyonunu kullanma serbestliğine sahip değildir, çünkü bu "hibrit kurallar" yoluyla uygunluk henüz belirlenmemiştir. Bir beton imalatçısının "uygunluğun belirlendiğini" gösteren yöntemler olarak mevcut bir uygulama kuralının adapte etmesi durumunda, imalatçının belgelendirme için gereklilikleri de kapsayacak şekilde bu kuralı bütünü ile ele alması gereklidir.

EN 206 Standardı içinde ortaya koyulmuş olan performans kavramlarına ait prensipler, mevcut uygulama kurallarının tamamını kapsar (EN 206 Standardı'ndaki prensiplerin özel olarak, mevcut uygulama kurallarının kapsayacak amaçlar ile taslak haline getirilmesi nedeniyle) ve bu uygulama kuralları değişiklik olmadan kullanılmaya devam edilebilir. CEN/TR 16563 Standardı'nda [10] bu uygulama kurallarının detayları verilmiştir. İki farklı performans kavramı mevcuttur.

6.1 Eşdeğer beton performansı kavramı

Eşdeğer Beton Performansı Kavramı (ECPC) (EN 206 madde 5.2.5.3), eşdeğerliliği tayin etmek amacıyla beton ile referans betonun dayanıklılık deneylerini kapsayan uygulama kuralını gerektirir. Deney yoluyla düzeltilmesi durumunda, ECPC ile sınır karışım oranları, örneğin w/c oranı değişebilir. Hollanda, ECPC'nin iyi derecede geliştirildiği ve kullanıldığı tek ülkedir.

6.2 Kombinasyonların eşdeğer performansı kavramı

Kombinasyonların eşdeğer performansı kavramının (EPCC) altındaki temel felsefe, bir çimento standardına uygun olan çimento içerikli herhangi bir betonun kabulüdür. Kullanım yerinde geçerli şartlarda verilen dayanıklılık gerekliliklerinin yerine getirilmesi, yeterli dayanıklılığı sağlayacaktır. Bir kombinasyon için kriterlerin aynı gereklilikleri sağlaması durumunda, tarif edilen çimento tipi için kullanım yerinde geçerli şartlarda verilen beton için eşdeğer kriterleri sağlaması şartıyla, imal edilmiş beton da yeterli dayanıklılığa sahip olacaktır. Diğer bir ifade ile en büyük W/C oranı en büyük W/(C+A)

oranı ve en az çimento içeriği en az (C+A) içeriği haline gelir, burada "C" çimento ve "A" mineral katkıdır. Bu uygulamada referans, özel çimento kaynağı değildir, ancak bir çimentoyu tarif etmede kullanılan kriterlere benzer bir kriterler takımıdır.

Öte taraftan EPCC için uygulama kuralları (EN 206 madde 5.2.5.4), çimento ile mineral katkı kombinasyonunun verilen kriterlere ulaşmasını ve betonun belirlenmiş dayanım gerekliliklerine ulaşmasını gerektirir. Bu çimento ile mineral katkı kombinasyonunun ayrı bir mamul olarak mevcut olmadığına ve kendi Avrupa Standardı'na uygun olan çimentonun pazarda yer alan bir mamul olması nedeniyle "çimento" olmadığına dikkat edilmelidir. Kombinasyonun bileşenleri (çimento ve mineral katkı), pazarda ayrı şekilde yer alan mamullerdir ve CE-işaretlidir, ancak bu malzemelerin kombinasyonu Yapı Malzemeleri Yönetmeliği ile tarif edilen bir mamul değildir. EPCC uygulamasında, kullanım yerinde geçerli şartlarda verilen sınır değerlerin doğrulanması izin verilmez.

6.3 Yeni uygulama kuralları

Bir ulusal standartlar kuruluşunun kendi uygulama kurallarına geliştirmeyi istemesi durumunda, bu kuralları, uygulamada işleyen kanıtlanmış geçmişe sahip olması nedeniyle mevcut işlemlerden birini esas alarak yapması anlamlı olabilir. CEN/TR 16563'de [10] ulusal yaklaşımlar hakkında bazı daha detaylı bilgiler verilmiştir. Hollanda'da kullanılan uygulama kuralı, kurulan tek en iyi ECPC sistemidir. Üç ülke (İrlanda, Portekiz ve İngiltere) EPCC için farklı uygulama kurallarına sahiptir. İngiltere'de kullanılan uygulama kuralı, 30 yılın üzerinde İngiliz standartları içerisinde yer almaktadır ve İngiltere içerisinde geniş alanda kullanıma ve çok başarılı bir kanıtlanmış geçmişe sahiptir. Daha yeni olan ve İrlanda ve Portekiz'de kullanılan uygulama kuralları, orijinal uygulama kuralından daha ileri seviyede geliştirilmiştir ve her iki uygulama kuralı da başarılı kanıtlanmış geçmişe sahiptir.

7. İlk Karıştırma İşleminde Sonraki Karışım Ayarlamaları

EN 206 madde 7.5'e göre bazı özel hallerde aşağıdaki şartlarda kimyasal katkıların, boyar maddelerin, liflerin veya suyun ilave edilmesine izin verilir:

- Bu işlemin imalatçının sorumluluğu altında olması,
- Betonun kıvamının ve sınır değerlerinin belirtilen değerlere uygun olmaya devam etmesi,
- Fabrika imalat kontrol sistemi içinde güvenli bir yürütmek için yazılı bir prosedürün olması ve

- Suyun ilave edilmesi durumunda, su ilave edilmiş betondan numune alınması yoluyla bir uygunluk kontrolü yapılmasının gerektiği.

Her durumda transmikserde ilave edilen kimyasal katkı, boyar madde, lifler veya suyun miktarı, sevk ve teslim belgesi üzerine kayıt edilmelidir. Betonun şantiyede yeniden karıştırılması sonrasında "uygunluk kontrolünü" kapsayan işlemler tarif edilmemiştir. Beton harmanının şartnamede verilenler gereklilikler içerisinde olduğunu göstermek amacıyla, bir kıvam deneyinin yapılması uygun olabilir.

Bu hükümler yoluyla, kontrol edilen bu koşullar altında şantiyede su ilave edilmesinin kötü bir uygulama olmadığı tartışılabilir. Kıvam için çok sıkı toleransların olduğu ve şantiyeye nakliye süresinin örneğin, trafik yükü değişimi nedeniyle değişken olduğu yerlerde, teslim noktasında gerekli performans ulaşmada bu prosedürün kullanılması zorunludur.

Yazılı bir prosedürün amacı, aşağıdaki hususlara rahat bir şekilde izin verilmesidir:

- İlk karıştırma işleminden ayrı tutulan, şantiyede ilave edilecek etkili su,
- Beton şartnamesine eklenecek kıvam sınıfına/değerine ait alt sınır değerlerin altında kalan harmanlar (bu düşük kıvamın şantiyede veya şantiyeye nakliye esnasında aşırı gecikmelerin bir sonucu olmaması şartıyla),
- Agregaya ilave edilen veya çimentonun/kombinasyonun prizini almaya başladığı ana kadar buharlaşma ile kaybolan suyun değiştirilmesi.

Belirlenmiş olan çökme sınıfını yeniden tarif etmek üzere muhtabakata varılmış bekleme süresi içerisindeki ayarlamalara yönelik işlemin sınırlandırılması nedeniyle, betonun belirlenmiş olan basınç dayanımı sınıfına ve en büyük w/c oranına ulaşmasından tamamen imalatçı sorumlu olacaktır.

Herhangi bir işlem aşağıdaki elemanları kapsmalıdır:

- Karıştırıcıya suyun veya kimyasal katkının ilave edilmesinde güvenli sonuç almaya yönelik prosedür,
- Belirlenmiş olan en büyük w/c oranına uymak amacıyla, suyun veya kimyasal katkının izin verilen en fazla ilave miktarına yönelik açık şekilde yazılı bir beyanname,
- Betona ilave edilen herhangi bir kimyasal katkının kanıtlanmış uygunluğu,
- Kıvam ayarlaması için çimentonun önce agregalara ilave edilmesinden sonra beklenen en büyük süreye (veya agregaların kuru olması durumunda suyun çimentoya ilave

edilmesinden sonra beklenen en büyük süreye) yönelik açık şekilde yazılı bir beyanname,

- Yeniden karıştırmada en küçük süreye yönelik açık şekilde yazılı bir beyanname,
- Yeniden karıştırma sonrası hedef kıvamıya yönelik açık şekilde yazılı bir beyanname,
- Yeniden karıştırma sonrası en büyük kıvamıya yönelik açık şekilde yazılı bir beyanname.

Sahada her zaman gecikmeler meydana gelebilir ve yükleniciler kendi faaliyetlerinden kaynaklanmış olan gecikmeleri de dikkate almak amacıyla, yukarıda tarif edilen işlemi kullanmak isteyebilir. İşlemin, imalatçının beton kalitesinden sorumlu olarak kalmasını gerektirmesi ve örneğin şantiyede tutulan araçlar için ilave ödenekler gibi sözleşmeye dayalı giderlerin olabilmesi nedeniyle, bu amaç doğrultusunda bu işlemin kullanımı sadece mutabakat ile olabilir.

EN 206, madde 7.5'e göre kullanıcının sorumluluğu altında liflerin ilave edilmesine izin verilmez. Yukarıda verilenlerin tamamı, sadece beton imalatçıları tarafından kendi sorumlulukları altına ilave edilen lifler ile ilgilidir. Kullanıcının şantiyede kendi sorumluluğu altında lif ilave ettiği yerlerde, beton imalatçısı liflerin ilave edilmesinden önce beton kalitesinden sorumludur. Bazı beton imalatçıları, iş sağlığı ve güvenliği açısından kullanıcının sahada lif ilave etmesine izin vermez. Kullanıcının sorumluluğu altında liflerin veya diğer herhangi bir bileşen malzemenin ilave edildiği yerlerde, kullanıcının sorumluluğu altında şantiyede bir bileşen malzemenin ilave edilmesinden önce imalatçının betonun uygunluğunu sağlamanın gerekmesi nedeniyle, şartname hazırlayıcısı betona ait rutin tanımlama deneylerini talep etmelidir. Sahada lif ilave edilmesi öncesinde tanımlama deneyine tabi tutulacak beton harmanların uygunluk deneylerinin beton imalatçısı tarafından üstlenilmesi önerilir, böylece kaliteye yönelik anlaşmazlık olması durumunda uygun sorumlu taraf belirlenebilir.

İmalatçının kalite yönetim sistemi personelinin onayı/danışmanlığı olmaksızın, şantiyede bir transmikser içinde betona kimyasal katkıların, boyar maddelerin, liflerin veya suyun ilave edilmesi durumunda, beton harmanı veya yükü "uygunsuz" olarak değerlendirilir ve bunun sonuçlarından müşteri sorumludur. Şantiyede ayarlama işlemi ile izin verilenden daha fazla suyun ilave edilmesi durumunda, yük "uygunsuz" olarak değerlendirilir. Şartname hazırlayıcısının talimatına göre suyun ilave edilmesi, şartnamede bir değişiklik olarak değerlendirilmekle birlikte, bu durum bazen standart altı performansla sahip betona ve adli vakalara neden olabilir ve EN 206'da buna izin verilmez.

8. Uygunluk ve İmalat Kontrolü

8.1 Kıvam uygunluğu

ERMCO'nun veya Türkiye'de THBB'nin görevi, beton harmanının teslim anındaki kıvamına göre kabul veya ret edilmesidir ve bu nedenle gerekli olanlar bir hedef değere yönelik sınıflar veya toleranslar için basit sınır değerleridir. EN 206-1:2000'de Çizelge 3 ile Çizelge 6'da verilen sınıf sınır değerleri ve Çizelge 18'de verilen bu sınıf sınır değerlerine yönelik sapmalar mevcuttu. Bu yaklaşımın karmaşıklığı sıklıkla, EN 206-1'da izin verilen değerleri üzerinde tartışmalara neden olmuştur. CEN/TC104/SC1 Komitesi sınıf sınır değerlerinin değiştirildiğinin düşünülmesine yol açabileceği nedeniyle, bu değerlerin basit sınır değerleri ile birleştirilmesine yönelik öneriyi kabul etmemiştir ve böylece sınıf sınır değerleri ve sınıf sınır değerlerine ait sapmalar, birbirinden ayrı tutulmuştur.

8.1.1 Sınıf ile belirlenen kıvam toleransları

Sınıf sınır değerleri değiştirilmemiştir, ancak sınıf sınır değerlerine ait izin verilen sapmalarda bazı değişiklikler yapılmıştır (EN 206 Çizelge 21: Kıvam sınıfları, KYB özellikleri, hava içeriği ve teslim noktasındaki lif dağılımı homojenliği için uygunluk değerlendirmesi). Çökme ve sıkıştırılabilirlik derecesi sınıfları için üst sınır değerleri azaltılmış ve yayılma sınıflarında alt ve üst sınır değerler düşürülmüştür. Birleştirilen sınıf değerlerindeki bu azalmanın, artık her bir harmana uygulanması durumuna göre düzenlenmesi gerekmektedir. Önceden sonuçların sadece %15'i sınıf sınır değerlerinin dışında olabilirdi. Çökme yayılma sınıfı sınır değerlerine ait sapmalar söz konusu değildir. Çizelge 1'de sınıf ile belirlenen ve ilk boşaltımdan alınan kıvamıya ait uygunluk sınıf değerleri özet halinde verilmiştir.

8.1.2 Hedef değer ile belirlenen kıvamıya ait toleranslar

Kıvamıya ait toleranslarda en önemli değişiklikler, kıvamın bir hedef değer ile belirlenmesi durumunda uygulanan kıvamıya ait toleranslarda yapılmıştır. Hedef değerlerin bazı özel hallerde belirlendiğine ve daha sıkı bir toleransın gerekli olduğuna yönelik bir görüş ifade edilmişti. Bu çok özel haller için EN 206 Standardı'nda verilen toleranslardan daha sıkı toleransların belirlenmesine izin verilmekteydi ve hala verilmektedir ve imalatçının bu sınıf değerleri ile bir sözleşmeyi kabul etmeye karar vermesi, kendi inisiyatifine bırakılmıştır. Ancak artık EN 206 Standardı'nda da sınıf sınır değerlerine ait toleranslardan daha sıkı olan hedef değerlere ait toleranslar (EN 206, Çizelge 23) mevcuttur.

EN 206, Çizelge 23, Kıvam ve viskozitenin hedef değerler için uygunluk kriterleri içinde verilen toleransların bazılarının EN

206-1: 2000 Çizelge 11'de verilmiş olan toleranslardan farklı olması ile birlikte, temel farklılık bu toleranslara ait sapmalara artık izin verilmemesidir. Hedef değerlere ait toleransların bazılarının, deney hassasiyetten daha küçük olduğu net olarak açıktır.

Örnek: Yayılma tablası deneyinde 555 mm'lik bir hedef yayılma değeri için yayılma tablası deneyi (EN 12350-5) için 69 mm bir tekrarlanabilirlik (r) değeri ve 91 mm bir uyarlık değeri söz konusudur. Bu durum, sırasıyla EN 206 Çizelge 23'e göre ± 40 mm'lik ve EN 206 madde D.3.4 (3)'e göre ± 30 mm'lik bir toleransa karşılık gelir. Esasen normal bir imalatta bu toleranslara ulaşmak mümkün değildir. EN 206 Çizelge 23 ile madde D.3.4 (3)'te bu toleransların, ilk boşaltımdan alınan

bir temsili numune veya bir spot (rastgele) numuneye uygulanıp uygulanmayacağı ifade edilmemiştir. Kullanım yerinde geçerli şartlarda bu toleransların temsili numunelere uygulanıp uygulanmayacağı açık hale getirilmelidir ve uygulanması ve deneyde ilk boşaltımdan alınan bir spot (rastgele) numunenin esas alınması durumunda, izin verilen ilave sapmalar tarif edilmelidir.

EN 206 Çizelge 23'e göre kullanım yerinde geçerli şartlarda farklı toleransların tarif edilmesine izin verilir. Yayılma tablası deneyine ait toleransların deney hassasiyetini yansıtan değerlere artırılması için bu kriterin kullanımı esnasında dikkat edilmelidir.

Çizelge.1 İlk boşaltımdan alınan spot numune ile yapılan deneyi esas alan kıvam sınıflarına ait sınır değerler

Kıvam sınıfı ^{A)}	İlk boşaltım deneyini esas alan uygunluk kriterleri (önceki EN 206-1:2000 Standardı'nda verilen değerler parantez içindedir)	
	Alt sınır değeri	Üst sınır değeri
EN 12350-2'ye uygun olarak deneye tabi tutulan çökme sınıfları		
Çökme Sınıfı S1	0 mm (0)	60 mm (70)
Çökme Sınıfı S2	30 mm (30)	110 mm (120)
Çökme Sınıfı S3	80 mm (80)	170 mm (180)
Çökme Sınıfı S4	140 mm (140)	230 mm (240)
EN 12350-8'e uygun olarak deneye tabi tutulan çökme-yayılma sınıfları		
Çökme Yayılma Sınıfı SF1	550 mm (550)	650 mm (650)
Çökme Yayılma Sınıfı SF2	660 mm (660)	750 mm (750)
Çökme Yayılma Sınıfı SF3	760 mm (760)	850 mm (850)
EN 12350-5'e uygun olarak deneye tabi tutulan yayılma tablası sınıfları		
Yayılma Sınıfı F2	330 mm (320)	430 mm (450)
Yayılma Sınıfı F3	400 mm (390)	500 mm (520)
Yayılma Sınıfı F4	470 mm (460)	570 mm (590)
Yayılma Sınıfı F5	540 mm (530)	640 mm (660)
EN 12350-4'e uygun olarak deneye tabi tutulan sıkıştırılabilme sınıfları		
Sıkıştırılabilme Sınıfı C1	1,22 (1,21)	1,49 (1,52)
Sıkıştırılabilme Sınıfı C2	1,07 (1,06)	1,29 (1,32)
Sıkıştırılabilme Sınıfı C3	1,00 (0,99)	1,14 (1,17)
Sıkıştırılabilme Sınıfı C4 ^{B)}	< 1,00 (< 0,99)	—
A)	Deney için önerilen aralıkların dışında kalan sınıflar (EN 206, Madde 5.4.1'e bakılmalıdır) verilmemiştir.	
B)	Sadece hafif betona uygulanır.	

8.2 İmalat günü

“İmalat günü” terimi, EN 206 Çizelge 17: Uygunluk değerlendirilmesi için asgari numune alma sıklığı içinde kullanılmaktadır. İmalat gününün tanımı üzerinde bir mutabakata varmak mümkün değildir. Bir tanım üzerinde ERMCO üyeleri arasında kısıtlı bir uzlaşma mevcut iken, CEN/TC104/SC1 Komitesi içerisinde yeterli seviyede bir uzlaşma söz konusu olmamıştır. Problemin bir kısmı, EN 206 Standardı’nın geniş bir aralıkta değişim gösteren imalat tesisi tiplerini kapsamasından kaynaklanmaktadır. Bünyesinde tam zamanlı teknisyen çalıştıran büyük bir şantiyede yapılabilen bir işin, birkaç hazır beton tesisine bir teknisyenin baktığı yerde yapılması mümkün değildir.

Kullanım yerinde geçerli şartlarda, “imalat gününün” anlamı tanımlanmalıdır. ERMCO aşağıda verilen tanımın kullanılmasını önermektedir:

“Bir beton ailesinden ve/veya beton ailesi dışında tasarlanan betondan, 25 m³ veya daha fazla betonun imal edildiği gün. Tek beton harmanının imal edildiği günlerde betonun 25 m³’ten az olduğu yerlerde, imalat günü aşağıdakilerden birisidir:

- Bir beton ailesinden ve/veya beton ailesi dışında tasarlanan betondan, son imalat gününden veya imalatın başlangıcından itibaren toplamda 25 m³ veya daha fazla beton imal edildiği süre içerisindeki gün veya
- Daha kısa bir süre olması durumunda, bir beton ailesinin veya tasarlanan betonun 30 günlük süre boyunca toplam imalatının 25 m³’ten az olduğu yerlerde, bu ailenin veya tasarlanan betonun bir sonraki imal edileceği gün.

8.3 Beton ailesi üyeleri için doğrulama kriteri

Uygunluğun doğrulanması için kullanılan Yöntem B ve Yöntem C yoluyla, beton ailesinin başlangıç deneyleri esnasında beton ailesi üyeleri arasındaki ilişki belirlenmelidir.

EN 206 Çizelge 18: Beton ailesine ait üyelerin doğrulama kriterleri bir beton ailesi içerisindeki tek bir beton için daha fazla sayıda deney sonucunu kapsayacak şekilde genişletilmiştir. Bir aile üyesi için 15 veya daha fazla deney sonucunun mevcut olması durumunda, her bir beton için ortalama dayanım uygunluk kriterinin ($f_{cm} \geq f_{ck} + 1,48\sigma$) uygulanması ile aileye ait üyeliğin kontrol edilmesi gerekir. Bir beton ailesine uygulanması durumundaki problem, bilinen tahmini standart sapmanın, EN 206 Çizelge 18’deki kriterlerin uygulanması ile kontrol edilen tek bir betona ait standart sapmadan genellikle daha büyük olan aileye ait standart sapma olmasıdır. EN 206

Çizelge 18’de atfedilen “ σ ” değeri, ailedeki her bir betona ait olan değerdir. Beton ailesine ait tahmini standart sapmanın kullanılmasına veya her bir betona ait standart sapmanın 15 veya daha fazla deney sonucunu ile oluşturulan örneklemin hesaplanan standart sapması (s_n) olarak izin verilebilmesi hususu, CEN/TS104/SC1 Komitesi tarafından kabul edilmiştir.

Bir beton ailesine üyelik kriterinin uygulanması, uygunluğun doğrulanması için Yöntem B’nin kullanılması durumunda uygundur. Yöntem C’nin uygulanması durumunda, imalatın kontrol dışında olması ve büyük standart sapmalar ile aile üyeleri arasında hatalı ilişkiler görülebilecektir.

8.4 Yöntem B’nin kullanılması durumunda standart sapmadaki değişimin kontrolü

Uygunluk için Yöntem B’nin kullanılması gereken yerlerde, standart sapmanın değişim değişimediğine yönelik kontrol yeniden düzenlenmiştir. EN 206-1 madde 8.2.1.3’te verilen aşağıdaki tek bağıntı yerine, değişimin meydana gelmediğini göstermek için mevcut deney sonucu adedine bağlı olarak bir sınır değerler aralığı verilmiştir (EN 206 Çizelge 19’a bakılmalıdır):

$$0,63\sigma \leq s_{15} \leq 1,37\sigma$$

EN 206-1 Standardı’ndaki orijinal değerler, 15 adet deney sonucu olması durumu için uygundu, ancak deney sonucu adedi arttıkça alt sınır değer artmakta ve üst sınır değer azalmaktadır. Sınır değerlerdeki değişimlerin göreceli olarak küçük olması nedeniyle, aynı sınır değerleri bir deney sayısı aralığına uygulanmaktadır. Esasen, verilen sınır değerler aralık içerisindeki en küçük deney sonucu adedi için geçerlidir. Örneğin 20 ila 24 deney sonucu adet aralığı için sınır değerler aşağıdaki gibidir:

$$0,68\sigma \leq s_{20} \leq 1,31\sigma$$

$$0,71\sigma \leq s_{24} \leq 1,29\sigma$$

Bu küçük farklılıklar önemli değildir ve bu nedenle EN 206 Çizelge 19’a göre 20 ila 24 deney sonucu adet aralığı için aynı sınır değerler kullanılır. EN 206 Çizelge 19, 35 adet deney sonucunda bırakılmıştır ancak daha fazla adette deney sonucu kullanılması ile değerlendirme gerekli olabilir. Bu amaç doğrultusunda bağlayıcı olan çizelge notunda, Bilgi için verilen Ek L, Satır 16’da yer alan bir bağıntıya atıf yapılır. Taslak haliyle bu bağıntı tamamıyla doğru değildir, çünkü “sigma” (mevcut standart sapma) karekök işareti içinde yer almamalıdır. CEN bu hatanın farkındadır ve EN 206 Standardı’nın gelecekteki tadillerinde bağıntı düzeltilen olacaktır. EN 206 Çizelge 19’un bağlayıcı olması nedeniyle, Ek L’de verilen bağıntı ≤ 35 deney

sonucu adedi için kullanılamaz. Bununla birlikte, 35'ten fazla deney sonucu adedi için bağıntının kullanılması gereklidir. Bir çizelgeden (internet üzerindeki) ki-kare (χ^2) değerlerine bakılması durumunda, verilen alfa (α) değerlerinin tarif edilmediği veya bu değerlerin "deney sonuçlarının üzerinde kalma olasılığı" olduğu ve "deney sonuçlarının altında kalma olasılığı" olmadığı görülebilir. Bu durumda her iki ki-kare değeri de bütünüyle değiştirilmelidir. Değerlerin hesaplanması durumunda, değişiklik ihtiyacı anlaşılır olarak görülmelidir.

Daha yalın bir ifade ile açıklanacak olursa, σ değerinin her iki sınır değer arasında kalma olasılığı %95'tir veya diğer açıdan bakıldığında σ değerinde hatalı yapılan bir değişiklik gerekliliğine ait olasılık %5'tir.

Bu değerleri hesaplamak istemeyenler için Çizelge 2'de EN 206 Çizelge 19'un deney sonucu adedi yönünden devamı verilmiştir.

Çizelge 2: Standart sapmanın doğrulanması için EN 206 Çizelge 19'un devamı

Deney sonucu adedi (n)	s_n için sınır değerler
36 ila 40	$0,78\sigma \leq s_n \leq 1,22\sigma$
41 ila 50	$0,80\sigma \leq s_n \leq 1,20\sigma$
51 ila 60	$0,82\sigma \leq s_n \leq 1,18\sigma$
61 ila 70	$0,83\sigma \leq s_n \leq 1,17\sigma$
71 ila 80	$0,85\sigma \leq s_n \leq 1,15\sigma$

8.5 Yöntem C

EN 206 Standardı'ndaki en önemli değişikliklerden birisi de, uygunluk değerlendirmesine ait bir alternatif yöntem olarak "Yöntem C" kontrol grafiklerinin kullanımının eklenmesidir. Hazır beton imalatında CUSUM kontrol grafikleri ve ön döküm endüstrisinde Shewhart kontrol grafikleri 30 yıldan uzun bir süre boyunca kullanılmaktadır. Yapı Malzemeleri Yönetmeliği, performans sabitliğinin değerlendirilmesi ve doğrulanması (AVCP) için bir işleme sahip olmak amacıyla mamul standartları gerektirir ve Yöntem C betonun kontrolünü sağlamada daha iyi bir yoldur. Betonun ortalama dayanıma uygun olmamasından çok önce, imalatçının karışım oranlarını hazırlamak üzere küçük değişiklikler yapması için kontrol grafiklerinden zaman içindeki normal değişkenlikten gerçek değişimler tespit edilir. Kontrol sisteminin kurulması ve doğru şekilde işletilmesi durumunda, betonun ortalama dayanım uygunluğunu sağlamama riski hemen hemen yoktur

ve CUSUM kontrol grafikleri ile her bir harmanın uygun olma riski, ortalama değer yaklaşık üç standart sapma altına kadar olan yükler ile sınırlandırılır.

EN 206 madde 8.3'te uygunluk yönteminin kullanılması esnasında uygulanması gereken prensipler ve EN 206 Ek H'de bazı uygulama kuralları ortaya koyulmuştur. CUSUM kontrol grafiklerine ait uygulama kuralında, 30 yıldan fazla hazır beton imalatında kullanımda olan İngiltere'deki işlem esas alınmıştır. İlave uygulama kuralları oluşturmak amacıyla yerinde geçerli şartların hazırlanmasına izin verilir, ancak bu kuralların EN 206 madde 8.3'te ortaya koyulan prensipleri sağlaması gerekir. İmalatçı EN 206 Ek H'de verilen uygulama kuralını veya ulusal şartlar içerisinde verilen uygulama kuralını kullanmada serbesttir.

Yöntem C'nin kullanımında, kontrol sisteminin hedef değerlere ulaşamadığını göstermesi durumunda, imalatçının karışım oranlarında küçük değişiklikler yapabilmesi kavramı esas alınır. Tasarım betonunun şartnamesinde, basınç dayanım sınıfına ve örneğin en büyük w/c oranı ve en küçük çimento içeriği gibi karışım oranlarının sınır değerlerine ait özellikler gereklidir. Bu nedenle, değiştirilen beton karışım oranlarının belirlenmiş olan gerekliliklere uymaya devam etmesi şartıyla, bir imalatçının bu değişiklikleri yapmasında bir engel olmamalıdır. ERMCO, mutabakata varıldıktan sonra karışım oranlarının değiştirilmesine izin vermeyen yerel şartnamele- rin de farkındadır. Böyle bir işlem, basınç dayanımına olan uygunsuzluğun önlenmesi için faaliyetin açılmasını engeller veya en azından geciktirir.

Yöntem C'nin kullanımı birçokları için yeni olacaktır ve kullanıma yönelik (aynı) kılavuz bilgi ERMCO tarafından [11] ve CEN tarafından [12] hazırlanmıştır. Yöntem C kullanımının beton kullanıcılarına ve beton imalatçılarına getirileri zamanla anlaşılacaktır. Betonun uygun olmaması kullanıcıyı veya şartnameciyi doğrudan ilgilendirmemelidir [belki deney firmalarına getiri sağlar (!)]. Ortalama dayanım uygunluğunun sağlanması için yapılan beton imalatının kontrolü, her beton imalatçısının hedefi olmalıdır ve artık EN 206 Standardı bu hedefe ulaştırabilecek araçları vermektedir.

8.6 Performans ile belirlenen lifli beton uygunluğu

EN 206 Standardı'ndaki bir diğer değişiklik de, lif tipi ve içeriğinin belirlendiği yerlerde, lifli beton için uygunluk kriterlerinin eklenmesidir. Lifli betonun bu yolla belirlenmesi durumunda, en küçük lif içeriği belirlenir. Çoğu beton harmanının en azından bu en küçük değere sahip olması gerekir. Ancak sınırlı adetteki deney sonuçlarında; betonun %5'e eşit veya küçük çelik lif ve %10'a eşit veya küçük polimer lif içermeye-

sine izin verilir (EN 206 Çizelge 22: *Lif içeriği, birim hacim kütle, en büyük su/çimento oranı ve en az çimento içeriği için uygunluk değerlendirmesine* bakılmalıdır). Daha düşük miktarlarda life sahip beton harmanı, uygunsuz olarak değerlendirilir. Belirlenmiş olan en küçük değerlerin altında olmasına, ancak izin verilen sapmalar içerisinde kalmasına izin verilen harman adedi, EN 206 Çizelge 24: *Çizelge 22’de verilen uygunluk kriterleri için kabul sayıları* içinde verilmiştir. EN 206-1 Standardı’nda olduğu gibi bu yaklaşım kıvama uygulanmış olsaydı, harman adedinin kabul sayısını aşması durumunda, imalatçının tedarik edilen tüm beton için uygunsuzluk beyanında bulunma ihtimali olmayacaktı. Bu koşullar altında imalatçıdan yapması beklenen, hedef lif içeriğini artırmasıdır, böylece gelecekteki imalatta kabul sayısı sağlanır.

EN 206 Çizelge 22’de, değerlendirmenin imalat kayıtları esas alınarak ve gerekli deneyler ile değil, bir çıkarım yoluyla yapıldığının ifade edildiği madde 5.4.4’e atıf yapılır.

EN 206 Çizelge 21: *Kıvam sınıfları, KYB özellikleri, hava içeriği ve teslim noktasındaki lif dağılımı homojenliği için uygunluk değerlendirmesinde* ayrıca, karışımın homojenliği için gereklilik de mevcuttur, ancak bu durum liflerin transmikser içinde karıştırılması durumu için geçerlidir. Liflerin merkezi bir karıştırıcıda ilave edilmesi durumunda, karıştırma işleminin karışımı homojenliğe ulaştırdığını ispat etmede başlangıç deneyi yeterlidir ve homojenlik için ilave bir deney gerekli değildir.

EN 206 Standardı’nda lifli betonarmeye ait performans sınıflarına atıf yapılır, ancak standartta bu sınıflar veya ilgili deney yöntemleri tarif edilmemiştir. Standartta basit olarak,

“Performans sınıfları kullanılması durumunda, sınıflar, deney yöntemleri ve uygunluk kriterleri belirlenmiş olmalıdır.” şeklinde ifade mevcuttur.

Yakın zamanda başlanan Eurocode 2 Standardı’nın revizyonu çalışmalarında [7], liflerin taşıyıcı olarak davrandığı lifli beton tasarımı için hükümlerin dâhil edilmesi amaçlanmıştır. Bu durumun, lifli beton için performans sınıflarının tarif edilmesine yönlendirme ihtimali söz konusudur. Hedefe yönelik kararın alındığı anda, CEN/TC104/SC1 Komitesi’nin bilgilendirilmesi gerekir, böylece komite deney yöntemlerini standartlaştırabilecek ve bu performans sınıfları için uygunluk kriterleri geliştirebilecektir.

8.7 Karışım harmanı toleransları

EN 206 madde 9.7’de 1 m³ veya daha fazla beton miktarı için karışım harmanı için toleranslar verilmiştir. EN 206 Çizelge 27’de verilen toleransların yerine kullanılması amacıyla, kullanım yerinde geçerli şartların hazırlanmasına izin vermek için standarda bir değişiklik eklenmiştir. İmalat kontrolünde karışım harmanı toleranslarında yapılan değişikliklerin, en az çimento içeriği ve en büyük w/c oranı için uygunluk gerekliliklerini geçersiz kılmadığı hatırlanmalıdır.

1 m³’ten daha az beton için gereklilik mevcut değildir ve kullanım yerinde geçerli şartlara buna yönelik gereklilikler eklenmelidir. Kullanım yerinde geçerli olan şartlara buna yönelik gerekliliklerin eklenmemesi durumunda, beton imalatçıları, istediği toleransları uygulamada serbesttir. Küçük beton harmanları için toleransların eklenmesine yönelik bir alternatif de, karıştırıcı kapasitesinin bir oranı olarak bir en küçük yükün tarif edilmesidir.

Çizelge 3: Bileşen malzemelerin karışım (harman) işlemi için toleranslar^{A)}

Bileşen malzeme	Yük başına tolerans ^{B)} , büyük olanı
Çimento ve çimento kütlelerinin %5’inden daha fazla kullanılan mineral katkı	± %3 veya (– 5 kg + 20 kg)
Toplam agregası	± %3 veya (± 50 kg)
Su ve bulamaç haldeki mineral katkılar	± %3 veya (– 5 kg + 3 kg)
Çimento kütlelerinin %5’i veya daha az miktarda kullanılan kimyasal katkı ve mineral katkı	± %5 veya ± 0,01 kg
Metal lif	± %3 veya ± 1 kg
Polimer lif	± %5 veya ± 0,5 kg

^{A)} En küçük yük büyüklüğü 0,5 m³ olmalıdır.
^{B)} Yüke bu toleransların uygulanması ile yükün birden fazla beton harmanını kapsaması durumunda, imalatçı karışım işleminden kaynaklanan hataları düzeltebilir.

Mevcut ulusal gereklilikler arasında bir uyumlaştırma ile hazırlanan Çizelge 3’teki öneriler, toleransların uygulanması gerektiği durumlarda önerilir. Çizelge 3’te, EN 206 Çizelge 27’deki yüzdelik sınır değerler kullanılmıştır ve küçük yükleri de dikka-

te almak amacıyla sayısal sınır değerler eklenmiştir. Ayrıca 0,5 metreküplük bir en küçük yük büyüklüğü de tarif edilmiştir. Bu toleranslar için teknik düzenlemeler Ek A’da verilmiştir. Çizelge 3’ün alternatifi, karıştırıcı kapasitesinin örneğin, %50’si

gibi bir oranı olarak bir en küçük beton harmanı büyüklüğünün tarif edilmesi de olabilir. Bu yaklaşımın basitliği caziptir ve yaklaşım tüm boyutlardaki karıştırıcılara uygulanabilir.

9. Tanımlama Deneyleri

EN 206 Ek B'de verilen tanımlama deneyleri kapsamı, birçok yerdeki uygulamaların yansıtılması amacıyla, EN 206-1 Standardında verilen kapsamdan daha fazla olacak şekilde genişletilmiştir.

Kıvam ve hava içeriği: Tanımlama deneyi kriterleri, uygunluk deneyinde geçerli olan sınır değerlerin aynısı ile düzenlenmiştir.

Viskozite, geçiş yeterliliği ve ayrışma direnci: Bu özellikler için de ayrıca tanımlama deneylerinin dâhil edilmesi amaçlanmıştır, ancak yayımlanmış taslak standartta gereklilikler görülmektedir. Bir sınıf ile belirlenmiş olan viskozite, geçiş yeterliliği ve ayrışma direnci için tanımlama deneyinin yapıldığı yerlerde, EN 206 Çizelge 7 ile Çizelge 11'de verilen sınır değerler uygulanır. Bu toleranslardan sapmalara izin verilmez (EN 206 Çizelge 21: *Kıvam sınıfları, KYB özellikleri, hava içeriği ve teslim noktasındaki lif dağılımı homojenliği için uygunluk değerlendirmesine* bakılmalıdır). Viskozitenin bir hedef değer olarak belirlenmiş olması durumunda, EN 206 Çizelge 23: *Kıvam ve viskozitenin hedef değerleri için uygunluk kriteri* içindeki toleranslar uygulanır, ancak bu toleransların bir temsili numuneye veya spot (rastgele) numuneye uygulanıp uygulanmayacağı hususunun da ayrıca konu ile alakalı olduğuna dikkat edilmelidir (Bu rehberde madde 10.1.2'ye bakılmalıdır).

Lifli betonun homojenliği: Bir diğer ilave de, lifli betonun homojenliği için tanımlama deneyi kriteri için yapılmıştır. Bu deney, çoğunlukla transmikserde karıştırılan lifli beton için amaçlanmıştır. Çelik lif ve Sınıf II polimer lif içerikli betonlar için Avrupa deney işlemleri mevcuttur, ancak Sınıf Ia ve Sınıf Ib polimer lif içerikli beton için bir Avrupa deneyi yoktur. Mevcut deney yöntemlerinin CEN/TC104/SC1/TG8 yoluyla yeniden gözden geçirilmesi sonucunda, taze beton için uygun olan bir Avrupa deney işlemi üzerine, yakın gelecekte bir mutabakata varılması konusunda çok az şansın olduğu görülmüştür. Bu lif tipleri ile uygulanacak yöntemin belirlenmesi problemi, "kullanım yerinde geçerli şartlara" bırakılmıştır.

10. EK D

Özel geoteknik uygulamalarda (fore kazıklar, diyafram duvarlar, yerinde dökümlü deplasman kazıkları ve mini kazıklar) kullanılacak beton için ilave gereklilikler tamamı ile yenidir.

Buradaki amaç, CEN/TC288 Komitesi altındaki standartlardan betona ait mevcut gerekliliklerin alınması ve EN 206 Standardı içerisine dâhil edilmesiydi. Gereklilikler oldukça sınırlayıcı görülebilir, ancak bu elemanlar yeraltında bulunacaktır ve kolaylıkla muayene edilemeyecektir. Bu Ek ayrıca, CEN/TC104 Komitesi ile CEN/TC288 Komitesi arasında bir bağlayıcı metin olması ve öyle kalacak olması nedeniyle, farklı bir özelliğe sahiptir.

Bu Ek'te yer alan maddelerin çoğu, EN 206 madde 6 altında beton imalatçısına tarif edilmesi gereken özelliklere yönelik gereklilikler/bilgiler içermektedir.

10.1 Çimento tipleri

EN 206, madde D.2.1'de, Ek D'de kapsanan geoteknik uygulamalarda kullanım için uygunlukları belirlenmiş olan çimentolar liste halinde verilmiştir. Kullanım yerinde geçerli şartlarda, bu listeye bu uygulamalar için uygunlukları belirlenmiş olan ilave çimentolar eklenebilir. Beton şartnamesinde özel çimento tiplerinin liste halinde verilmemesi durumunda ve kesinlikle zorunlu olmadıkça verilmemesi gerektiği durumlarda, beton imalatçısı EN 206 madde D.2.1'de veya kullanım yerinde geçerli şartlarda liste halinde verilen çimentolardan herhangi birini, **bu çimentolara kullanım yerinde geçerli şartlarda belirlenmiş olan çevre etki sınıfları için de izin verilmesi şartıyla**, seçmede özgürdür. Örneğin, Çevre Etki Sınıfı XA3'te çimentolar sülfata dayanıklı olmalıdır ve bu gereklilik EN 206 madde D.2.1'de liste halinde verilen çimentoların bazılarının belirlenmiş olan gerekliliklere uygun olmayabileceği anlamına gelir.

10.2 Agregalar

Tüm betonlarda olduğu gibi D_{upper} ve D_{lower} belirlenmiş olmalıdır ve EN 206 madde D.2.2'de şartname hazırlayıcısının seçimi ve daha sonra D_{upper} 'i belirlemesi ile ilgili gereklilikler yer almaktadır. En az çimento içeriğinin ve en az ince malzeme içeriğinin agregata tane büyüklüğü ile ilişkili olması nedeniyle, bir D_{lower} değerinin belirlenmesi zorunludur. Üç takım elek göz açıklığına izin verilmesi nedeniyle, EN 12620 Standardı en çok yardımcı olan standartlardan birisi değildir. Neyse ki üç takım elek göz açıklıkları için 8 mm, 16 mm ve 32 mm ortak göz açıklıklarıdır ancak bir takımda elek göz açıklığı 20 mm iken diğer bir takımda ise bu açıklık 22 mm'dir. Uygulamaya dayalı ve ekonomik nedenlerden ötürü, D_{upper} ve D_{lower} beton imalatçısı tarafından depolanması gereken agregata tane büyüklükleri olmalıdır. Bu özel uygulamada betonda özel bir tane büyüklüğünün gerekli olması durumunda, D_{upper} ile D_{lower} 'in aynı değerde kullanılması gerekli olabilir. Bir diyafram duvar için D_{upper} ile D_{lower} arasında bir aralığın verilmesi ve ayrıca en az çimento içeriğinin belirlenmiş olması durumunda, beton

imalatçısı belirlenmiş olan en az çimento içeriğini, kendisi tarafından seçilmiş olan D_{max} değeri için Çizelge D.2'de verilen en az çimento içeriğine eşit veya daha büyük olduğunu görmek amacıyla, Çizelge D.2 yoluyla kontrol etmelidir. Belirlenmiş olan en az çimento içeriğinin bu değerden küçük olması durumunda, imalatçı, şartname hazırlayıcısının belirlemiş olduğu en küçük değere veya Çizelge D.2'deki değere olan uygunluk isteyip istemediğini kontrol etmede ihtiyatlı olabilir.

EN 206 madde D.2.2 (1)'de şu ifade yer almaktadır: "Betonda ayrışmayı en az düzeye indirmek için agregaların tane büyüklüğü dağılımı sürekli olmalı (kesikli olmamalı) ve yuvarlak şekilli agregalar tercih edilmelidir.". Bu bir tercihtir ve imalatçı için gereklilik değildir. Aşırı yassı agregaların bu uygulamalar için uygun olamayacağı nedeniyle, EN 12620 Standardı'nda [8] verilen Yassılık İndeksi kategorilerinden ve Şekil İndeksi kategorilerinden birisi kullanılarak agregaların yassılığı için bir sınır değer belirlenmesi uygun olacaktır. Bununla birlikte, bu durum halen EN 206 Ek D'ye ait bir gereklilik değildir.

10.3 Beton karışımı tasarımı

ERMCO'nun EN 206 madde 5.2.1 için yorumu aşağıdaki gibidir:

(3) *Beton, aksi belirtilmemişse, taze betonun ayrışması ve terlemesi en az olacak şekilde tasarlanmalıdır* ifadesi madde 7'de verilmiştir. Özel geoteknik uygulamalar için bu önerinin uygulanması EN 206 madde D.3'te açıklanmıştır.

EN 206 madde D.3, aşağıdakilerin dikkate alındığı bir beton şartnamesini gerektirir:

- Ayrışmaya karşı yüksek dirence sahip olma ihtiyacı,
- Yeterli akışkanlığa ve iyi kohezyona sahip olma ihtiyacı,
- İyi derecede akıcı olma ihtiyacı,
- Yer çekimi etkisiyle yeterli derecede sıkışabilme ihtiyacı,
- Herhangi geçici muhafazayı çıkarma işlemi de dâhil, yerleştirme işlemi süresince yeterli işlenebilirliğe sahip olma ihtiyacı.

Şartname hazırlayıcısı için bu açık olmayan gereklerin beton imalatçısına doğrudan aktarılması kabul edilebilir değildir. Bu faktörlerden bazıları öznel ve ERMCO'nun politikası öznel gereklilikler içeren şartnameleri kabul etmemektir. Bu özelliklerin bazıları miktara dayalı olarak belirlenebilir ve belirlenmelidir. Örneğin, "iyi derecede akıcı olma" ihtiyacı, belirlenmiş olan kıvam sınıfı ile kapsanmalıdır. Yerleştirme işlemi süresince yeterli işlenebilirliğe sahip olma ihtiyacı, harman karışım işlemi sonrası belirlenmiş süre (birkaç saat)

sonundaki kıvam ile belirlenebilir. Viskozite, ayrışma direnci ve geçiş yeterliliği, kendiliğinden yerleşen beton için EN 206 Standardı'nda verilen kategoriler kullanılarak belirlenebilir.

Bunların yanı sıra, burada hala öznel gereklilikler mevcuttur. Örneğin, EN 206 madde D.3.1 (2)'deki çözüm yolu, karışımın imalat işleminden önce onaylanması gerektiğidir. Ekte karışımın nasıl onaylanacağı tarif edilmemiştir. Bir karışımın onaylanması için kullanılan işlemde; önerilen karışım tasarımının önceki başarılı şekilde kullanımı, laboratuvar deneme karışımlarının gözlemi, tam ölçekli deneme karışımları/yerleştirilmesi veya karışım oranlarının detaylı bir yeniden gözden geçirilmesi esas alınabilir.

Karışım tasarımının kabulü, daha sonra betona ait miktara dayalı olmayan (öznel) gerekliliklerin de kabulü anlamına gelir. Miktarla dayalı gereklilikler, kıvam, basınç dayanımı vb. imalat esnasında, EN 206 Standardı'nda verilen uygunluk kriterleri kullanılarak doğrulanır.

10.4 En büyük su-çimento oranı

En büyük w/c oranı, belirlenmiş olan çevre etki sınıfları için kullanım yerinde geçerli şartlar ile gerekli olan orandan ve 0,60'tan küçük olanıdır. EN 206, madde D.3.1'de tarif edilen özelliklerin dikkate alınması gerektiği betonlar için 0,6 değeri biraz yüksek görünmektedir.

10.5 Taze beton

EN 206 madde D.3.4, kıvamın bir hedef değer olarak belirlenmesini gerektirir. Önerilen değerler, yayılma ve çökme için verilmiş, ancak çökme-yayılma için verilmemiştir. Bu betonlar için yayılma gerekliliklerinin dikkate alınması ve kıvamın çökme-yayılma ile belirlenmesi iyi bir yaklaşımdır, ancak EN 206, Ek D'nin taslak halde hazırlanması sırasında hangi hedef değerlerin önerilmesi gerektiği üzerine bir uzlaşma sözü konusu değildi. ERMCO, EN 206 Standardı'nın bir sonraki revizyonu içerisine önerilen değerler ekleme hedefi ile hangi çökme-yayılma değerlerinin uygulamada belirlenmekte olduğu (ve bilinen yerlerde başarılı olup olmadığı) hakkında bilgi toplamalıdır.

Yayılma için hedef değer toleransının EN 206, Çizelge 23: *Kıvam ve viskozitenin hedef değerler için uygunluk kriterleri* içinde verilen toleranslardan bile daha küçük olduğu ve deney hassasiyetinden önemli derecede küçük olduğu hatırlatılmalıdır. Bu toleranslar ile ilgili hususlar, bu rehberde madde 10.1.2'de tarif edilmiştir.

11. TS 13515 Standardı ile gelen en önemli değişiklikler

EN 206 harmonize bir standart değildir. Bu nedenle üzerinde genel olarak uzlaşılmış konuları içerir. Daha detaylı uygulamalar hatta bu Standart'ta yazılanlar dışındaki uygulamalara ülkelerin ulusal eklerinde yer verilmiştir. TS 13515 Standardı genel olarak Alman Standardı DIN 1045-2 göz önüne alınarak hazırlanmış ancak birçok ilave mevcuttur.

Genel olarak EN 206 ve TS 13515'de yapılan değişiklikler:

- Beton sınıfları ve çevresel etki sınıfları yeniden düzenlendi,
- Betonda lif kullanımı eklendi,
- Mineral katkıları ve farklı çevresel etkilerde kullanılacak çimentolar eklendi,

TS 13515 Çevresel Etki Sınıfları

X0	Korozyon veya zararlı etki tehlikesi olmayan etki sınıfları,
XC1 ila XC4	Karbonatlaşmanın sebep olduğu korozyon tehlikesi olan etki sınıfları,
XD1 ila XD3	Deniz suyu dışındaki klorürlerin sebep olduğu korozyon tehlikesi olan etki sınıfları,
XS1 ila XS3	Deniz suyundaki klorürlerin sebep olduğu korozyon tehlikesi olan etki sınıfları,
XF1 ila XF4	Zararlı donma çözülme etkisine sahip etki sınıfları,
XA1 ila XA3	Zararlı kimyasal etkiye sahip olan etki sınıfları,
XM1 ila XM3	Aşınma sınıfları (yeni eklenmiştir),
XWF ila XWS	Alkali agregat reaktivitesi sınıfları (yeni eklenmiştir),
	Bileşen çevre etkilerinin değerlendirilmesi yapılmıştır.

Beton yapının inşa edileceği çevre şartları belirlenir ve buna uygun olarak kaç adet çevre etki sınıfı varsa belirlenir. Belirlenen bu çevre etki sınıfları arasından hangisinin şartları diğerlerinden daha baskınsa veya ağırsa bu çevre etki sınıfına göre beton tasarımında sınır değerler tayin edilir.

EN 206'nın birçok bölümünde, kullanım yerinde geçerli şartlar/hükümler'e atıf yapılmakta ve şartlar ve hükümlerin hangi maddeler içinde verildiği Ek M'de gösterilmektedir. Özellikle çimento ve mineral katkıların kullanımı, betonda sınır değerler, ASR ile ilgili veya EN 206 tarafından kapsanmayan durumlar Millî Ek'ler halinde verilebilmektedir. Örneğin, betonun şantiyeye nakliyesi, alkali karbonat reaksiyonu, yeraltı suyundan kaynaklı sülfat etkileri ve önlemleri gibi durumlar kullanım yerinde geçerli şartlarla belirlenebilir.

TS 13515 Standardı'nın TS EN 206 ile birlikte kullanılması ile ilgili bilgi TS EN 206 içinde Millî Önsöz'de verilmektedir. TS 13515 ile belirlenen ve EN 206 tarafından kapsanmayan hu-

- k-değeri kavramı ile ilgili yeni kurallar geliştirildi,
- Beton sıcaklığı için sınır değerler belirlendi,
- Kütle betonu tanımı yapılarak bu konuda sınırlamalar getirildi,
- Su altı beton dökümü ile ilgili kriterler getirildi,
- Yüksek dayanımlı beton için ilave şartlar konuldu,
- Su geçirgenliğine karşı direnç ile ilgili sınırlar konuldu,
- ASR ile ilgili çevre etki sınıfı ve sınırlamalar ilave edildi,
- Basınç dayanımının 28 günden farklı yaşlarda da tanımlanabilmesine imkân sağlandı,
- Taze betonun 120 dakika taşıma süresi ve katkı ilave etme imkânı sağlandı,
- Uygunluk değerlendirme işlemleri değiştirildi,
- Betonun yerinde uygunluğu için nitelik değerlendirme ile ilgili Ek B-1 oluşturuldu.

suslar kullanım yerinde geçerli hükümlerdir. TS 13515 içinde verilen atıf yapılan bazı Türk Standartları da buna örnektir.

Kullanım yerinde geçerli hükümler bazen yasal bir yönetmelik veya teknik şartname de olabilmektedir. TS 13515, Ek B1 ülkemiz şartları için ilave edilmiş bir ek olarak yer almıştır ve aşağıdaki gibi uygulanmaktadır.

Ek B1, yapıda kullanılan betonun denetim ve gözetiminde; üretim sınıfı ile betonun yapı projesine ve şartnamesine uygunluğunun tespiti için uygulanacak kurallar ve betonun bu şartlara uygunluğunun belirlenmesi amacıyla yapılacak nitelik deneylerinin ayrıntılarını kapsar.

Nitelik deneyleri, belirli bir hacimdeki betonun belirli bir beton sınıfına ait olduğunu belirlemek için yapılır. Nitelik deneyleri, beton kıvamının ve 28 günlük ortalama basınç dayanımının belirlenmesini kapsar ve incelenen hacimdeki betonun, üretim sınıfı ile yapının projesine ve şartnameye uygun olarak üretilip üretilmediğini gösterir.

Çizelge B1.1 - Numune alma planı

1. Kriter	2. Kriter	Numune alınacak asgari beton yükü veya transmiksör sayısı
Üretim birimine giren beton miktarı (m ³)	Üretim birimi için kat döşeme alanı veya perde (tek yüzey) alanı (m ²)	
0 - 24	-	2
25 - 100	< 450	3
101 - 150	451 - 650	4
151 - 200	651 - 850	5
201 - 250	851 - 1050	6
251 - 300	1051 - 1250	7
301 - 400	1251 - 1450	8
401 - 500	1451 - 1650	9
501 - 600	1651 - 1850	10
> 600	> 1850	İlave her 200 m ³ hacim veya ilave her 200 m ² alan için yukarıdaki sayılara 1 ilave edilir

Çizelge B1.2 - Basınç dayanımı deney sonuçları ile denetim kriterleri

Belirli hacimdeki betondan elde edilen deney sonucu adedi "n"	1. Kriter	2. Kriter
	"n" adet deney sonucu ortalaması (f_{cm}) N/mm ²	Herhangi tek deney sonucu (f_i) N/mm ²
1	Uygulanmaz	$\geq f_{ck}$
2 - 4	$\geq f_{ck} + 1,0$	$\geq f_{ck} - 4,0$
5 ve daha fazla	$\geq f_{ck} + 2,0$	$\geq f_{ck} - 4,0$

Ek A: Çizelge 3'te verilen toleransların düzenlenmesi

A.1 Giriş

Bu toleransların teknik düzeltilmesinde aşağıdaki gerekçeler esas alınmıştır. Hedef w/c oranı, belirlenmiş olan en büyük w/c oranından 0,02 daha küçüktür ve en olumsuz durumda toleranslar, w/c oranının 0,04'ten büyük bir artışa neden olmamalıdır. En olumsuz durum, aşağıdaki durumların bir arada olması ile söz konusudur:

- Agregaların miktarının en büyük pozitif sınır değerinde olması,
- Çimento ve mineral katkının en büyük negatif toleransın üzerinde olması,
- Suyun en büyük pozitif toleransın üzerinde olması,
- Harman büyüklüğünün en küçük boyutlarda olması.

w/c oranının 0,04'ten fazla olacak şekilde artmaması kriterine ait deney için numune aralığının alt sınıra yakın olan bir taşıyıcı beton numunesi seçilmiştir. Değerleri aşağıdaki gibidir:

Çimento 300 kg/m³ (bağıl yoğunluk 3,12)
 Serbest su 180 kg/m³ (bağıl yoğunluk 1,0)
 Agregalar 1940 kg/m³ (bağıl yoğunluk 2,7)
 Bu değerlerin toplamı 995 litrelik bir hacme karşılık gelir. Toplamda bir metreküp beton için geri kalan 5 litre, hapsolmuş hava miktarıdır.

A.2 EN 206, Çizelge 27'deki mevcut sınır değerlerin w/c oranı üzerine etkisi

Bir metreküp hacminde bir beton seçilmiştir. Olumsuz sapmalar toplam hacimde aşağıdaki değişimlere neden olacaktır:
 Agregaların + %3'ü toplam hacmi 21,6 L artıracaktır,
 Çimentonun - %3'ü toplam hacmi 2,9 L azaltacaktır,
 Suyun + %3'ü toplam hacmi 5,4 L artıracaktır.
 Bu karışım oranlarının toplam hacmi 1.024 litredir.
 Bu olumsuz toleransların uygulanması sonucunda, 1,024 metreküp hacmindeki bir beton içinde 291 kg'lık bir çimento içeriği, 185,4 kg'lık bir su içeriği ve bunun sonucunda 0,64'lük bir w/c oranı elde edilir. Bu hesaplama, EN 206 Çizelge 27'deki toleransların, w/c oranının 0,04'ten büyük olacak şekilde bir

artışa neden olma ihtimalinin olmadığını göstermektedir.

EN 206, Çizelge 27'deki yüzdelik sınır değerler, Çizelge 3'te de yer almaktadır ve bir metreküp bir beton hacminde bu değerler Çizelge 3'teki kontrol sınır değerleridir. Dolayısıyla Çizelge 3'te, bir metreküp veya daha fazla hacimdeki beton harmanı büyüklükleri için EN 206, Çizelge 27'deki mevcut değerlerden farklı değerler verilmemiştir.

Bu hesaplamada, çimento içeriği 284 kg/m³'e düşürülmüştür, ancak burada daha önemli olan parametre w/c oranıdır.

A.3 Çizelge 3'teki sayısal sınır değerlerin etkisi

Bir metreküp ile yük büyüklüğünün sınır değeri olan 0,5 metreküp arasında, kontrol toleransları yüzdelik rakamlardan sayısal değerlere değişmektedir. En olumsuz durum, yük büyüklüğünün 0,5 m³ olması ve toleransların sayısal değerler olarak uygulanması durumları olacaktır.

Çizelge 3'te verilen toleranslar toplam hacimde aşağıdaki değerlere neden olacaktır:

Agregaların + 50 kg'ı (bağlı yoğunluk 2,7 iken) toplam hacmi yaklaşık 18,5 L artıracaktır,

Çimentonun - 5 kg'ı toplam hacmi 1,6 L azaltacaktır,

Suyun + 3 kg'ı toplam hacmi 3 L artıracaktır.

Bu karışım oranlarının toplam hacmi 520 litredir (hedef harman büyüklüğü 0,5 m³tür).

0,5 m³'lük bir yük için karışım oranları, 150 kg'lık bir çimento içeriği ve 90 kg'lık bir su içeriğine karşılık gelir. Bu olumsuz toleransların uygulanması sonucunda, 0,52 metreküp hacmindeki bir beton içinde 145 kg'lık bir çimento içeriği, 93 kg'lık bir su içeriği ve bunun sonucunda 0,64'lük bir w/c oranı elde edilir.

Bu toleranslar, w/c oranının 0,04'ten büyük olacak şekilde bir artmama kriterini sağlamaktadır ve w/c oranı üzerindeki en olumsuz durum etkisi, EN 206, Çizelge 27'de verilenin aynısıdır.

Çimento içeriği 279 kg/m³'e düşmesi nedeniyle, çimento içeriği üzerinde hafif bir olumsuz etki söz konusudur. Ancak dayanıklılık açısından w/c oranı üzerindeki etki çok daha önemli olup, bu etki EN 206, Çizelge 27'de verilen toleransların aynısıdır.

Kaynaklar

[1] EUROPEAN STANDARDIZATION COMMITTEE, Concrete – Part 1: Specification, performance, production and conformity, EN 206-1, 2000. (AVRUPA STANDARDİZASYON KOMİTESİ, Beton – Bölüm 1: Özellik, Performans, İmalat ve Uygunluk).

[2] EUROPEAN STANDARDIZATION COMMITTEE, Concrete – Part 9: Additional Rules for Self Compacting Concrete, EN 206-9, 2010. (AVRUPA STANDARDİZASYON KOMİTESİ, Beton – Bölüm 9: Kendiliğinden Yerleşen Beton için İlave Kurallar).

[3] EUROPEAN STANDARDIZATION COMMITTEE, Concrete – Specification, Performance, Production and Conformity, EN 206, 2013. (AVRUPA STANDARDİZASYON KOMİTESİ, Beton – Özellik, Performans, İmalat ve Uygunluk).

[4] EUROPEAN STANDARDIZATION COMMITTEE, Hydraulically Bound Mixtures – Specifications (In 14 Parts), EN 14227. (AVRUPA STANDARDİZASYON KOMİTESİ, Hidrolik Bağlayıcı Karışımlar – Bölüm 1: Özellikler (14 Bölüm halinde)).

[5] EUROPEAN STANDARDIZATION COMMITTEE, Screed Material and Floor Screeds – Screed Material – Properties and Requirements, EN 13813, 2002. (AVRUPA STANDARDİZASYON KOMİTESİ, Şap Malzemeleri ve Zemine Uygulanan Şaplar – Şap Malzemeleri – Özellikler ve Gereklilikler).

[6] COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, The Construction Products Regulation (EU) No 305/2011 adopted on the 9 March 2011. (AVRUPA BİRLİĞİ KOMİSYONU, Yapı Malzemeleri Yönetmeliği (EU) No 305/2011, 9 Mart 2011 tarihinde adapte edilmiştir).

[7] EUROPEAN STANDARDIZATION COMMITTEE, Eurocode 2. Design of Concrete Structures. General - Common Rules for Building and Civil Engineering Structures, EN 1992-1-1, 2004. (AVRUPA STANDARDİZASYON KOMİTESİ, Eurocode 2: Beton Yapıların Tasarımı. Genel – Binalara ve İnşaat Mühendisliği Yapılarına Uygulanacak Genel Kurallar).

[8] EUROPEAN STANDARDIZATION COMMITTEE, Aggregates for Concrete, EN 12620, 2013. (AVRUPA STANDARDİZASYON KOMİTESİ, Beton Agregaları).

[9] EUROPEAN STANDARDIZATION COMMITTEE, Survey of National Requirements Used in Conjunction with EN 206-1:2000, CEN Technical Report 15868, 2009. (AVRUPA STANDARDİZASYON KOMİTESİ, EN 206-1:2000 ile Birlikte Kullanılan Ulusal Gerekliliklere Genel Bakış, CEN Teknik Raporu 15868, 2009).

[10] EUROPEAN STANDARDIZATION COMMITTEE, Use of k-value Concept, Equivalent Concrete Performance Concept and Equivalent Performance of Combinations Concept, CEN Technical Report 16563, 2013. (AVRUPA STANDARDİZASYON KOMİTESİ, k-değeri Kavramı, Eşdeğer Beton Performansı Kavramı ve Kombinasyonların Eşdeğer Performansı Kavramının Kullanımı, CEN Teknik Raporu 16563, 2013).

[11] GIBB, I and HARRISON T A, Use of control charts in the production of concrete, October 2010. Available for free-downloading from the ERMCO website. (Beton imalatında kontrol grafiklerinin kullanımı, Ekim 2010. ERMCO web sayfasından bedava indirilebilir).

[12] EUROPEAN STANDARDIZATION COMMITTEE, Use of control charts in the production of concrete, CEN Technical Report 16369, 2012. (AVRUPA STANDARDİZASYON KOMİTESİ, Beton imalatında kontrol grafiklerinin kullanımı, CEN Teknik Raporu 16369, 2012).