



THBB AKADEMİ

TEKNİK BÜLTEN

21

SICAK HAVA KOŞULLARINDA BETON UYGULAMASINDA YAPILAN KRİTİK HATALAR

TÜRKİYE HAZIR BETON BİRLİĞİ YAYINIDIR.
Haziran 2026

GİRİŞ

Beton teknolojisi alanında sıcak hava uygulamaları, yıllar içinde kapsamlı biçimde araştırılmış, belgelenmiş ve standartlara yansımış bir konu olmakla birlikte, sahada yapılan hatalar hâlâ büyük bir sorun olmaya devam etmektedir. Türkiye'nin iklim koşulları değerlendirildiğinde, birçok bölgede yaz mevsimi boyunca TS 1248'in belirttiği aşırı sıcak hava koşulları hâkim olmaktadır.

Sıcak hava koşullarında betonun taze ve sertleşmiş özelliklerini etkileyen mekanizmalar THBB Akademi Teknik Bülten 18'de ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Bu bülten ise söz konusu koşulların sahaya yansımada gözlemlenen hataları, her hatanın teknik mekanizmasını ve neden olduğu riskleri bir arada sunmayı amaçlamaktadır.

Belirtilen on kritik hata, üretim, nakliye, yerleştirme, yüzey işlemi, numune yönetimi ve kürlenme aşamalarını kapsamakta olup tümü birbiriyle bağlantılı bir zincir oluşturmaktadır. Zincirin herhangi bir halkasındaki zayıflık, beton kalitesini ve yapısal güvenliği tehdit etmektedir.

HATA 1: Betona Şantiyede Su Eklenmesi

X YANLIŞ UYGULAMA

Sıcak havada kıvam kaybeden betona, işlenebilirliği geri kazandırmak amacıyla şantiyede su eklemek

✓ DOĞRU UYGULAMA

Beton döküm programına özen göstermek ve kıvam kaybı yaşandığında üretici firmanın bilgisi ve kontrolü dâhilinde redoz uygulaması yapmak

Sahada gözlemlenen en yaygın ve en tehlikeli hata, kıvam kaybına karşı anlık çözüm olarak betona su eklenmesidir. Bu uygulama teknik açıdan yasak olmakla birlikte, sıcak havalarda betonun işlenebilirlik kaybı nedeniyle şantiye ekipleri tarafından sıklıkla başvuru olan bir yol hâline gelmektedir.

Betonun su/çimento (S/Ç) oranı, dayanım ve dayanıklılık açısından en temel parametredir. Neville (2011), su ilavesi yoluyla kıvam geri kazandırmanın kaçınılmaz biçimde dayanım kaybına neden olduğunu belirtmektedir. Raporlanan kayıp %7–10 düzeyinde olmakla birlikte eklenen su miktarına bağlı olarak çok daha yüksek değerlere ulaşabilmektedir [1]. Mehta ve Monteiro (2014), su/çimento oranı ile geçirimsizlik arasındaki ilişkinin doğrusal olmadığını, 0,50'nin üzerindeki S/Ç değerlerinde geçirgenliğin ani bir artış gösterdiğini belirtmektedir [2].

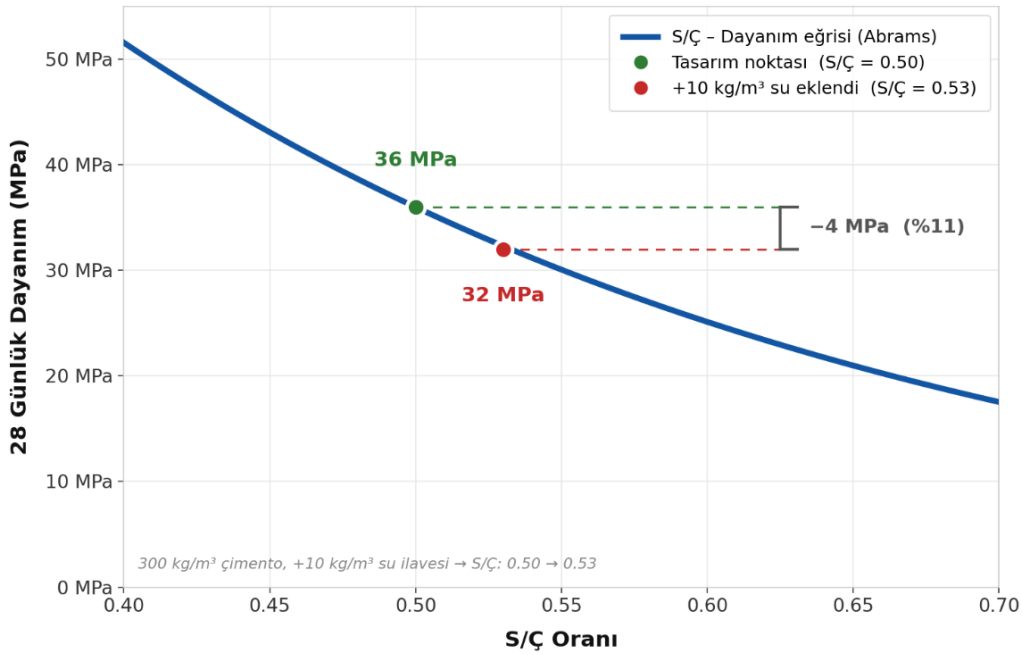
TS EN 206+A2:2021'e göre beton boşaltma yerine ulaştıktan sonra, S/Ç oranının artırılmasını gerektiren herhangi bir su ilavesine kesinlikle izin verilmez [3]. TS 13515:2025 ise şantiyede beton bileşiminde onaysız değişiklik yapılmasını açıkça yasaklamaktadır [4].

Şantiyede beton kıvamını ayarlamak için katkı ilave edilmesi (redoz uygulaması) TS EN 206 ve TS 13515 Standartlarında ve Betonarme İşleri Genel Teknik Şartnamesinde yer almaktadır. TS 13515 Standardında redoz uygulaması ile ilgili aşağıdaki bilgiler yer almaktadır [4]:

- ✓ Transmiklere ilave edilen herhangi su, kimyasal katkı, boyar madde veya fiber (fiber miktarı belirtilmişse) miktarı ve bunu talep eden taraf (kullanıcı veya imalatçı), tüm durumlarda teslim fişine (irsaliye) kaydedilmelidir.
- ✓ Transmikser içerisindeki tekrar karıştırma süresi, her 1 m³ beton hacmi için en az 1 dakika olmalıdır. Asıl karıştırma işleminden sonra kimyasal katkı ilave edilmesi durumunda beton, en az 5 dakika süreyle daha karıştırılmalıdır.

⚠ ÖNEMLİ NOT

TS EN 206+A2:2021, Madde 7.5: Beton boşaltma/döküm yerine ulaştıktan sonra su/bağlayıcı oranının artmasına neden olacak herhangi bir su ilavesine izin verilmez. Bu kural şantiyede hiçbir gerekçeyle esnetilemez.



Şekil 1. Su/çimento oranı ile 28 günlük basınç dayanımı arasındaki ilişki - şantiyede su eklenmesi sonucu oluşan dayanım kaybının gösterimi

HATA 2: Beton Dökümünün Öğle Saatlerinde Yapılması

✗ YANLIŞ UYGULAMA

Şantiye programı gereği ya da vardiya düzeni nedeniyle beton dökümünün günün en sıcak saatlerinde (11:00–16:00) gerçekleştirilmesi

✓ DOĞRU UYGULAMA

Döküm erken sabah saatlerine veya akşam/gece serinliğine alınmalı, zorunlu durumlarda ek soğutma ve koruma önlemleri devreye sokulmalıdır.

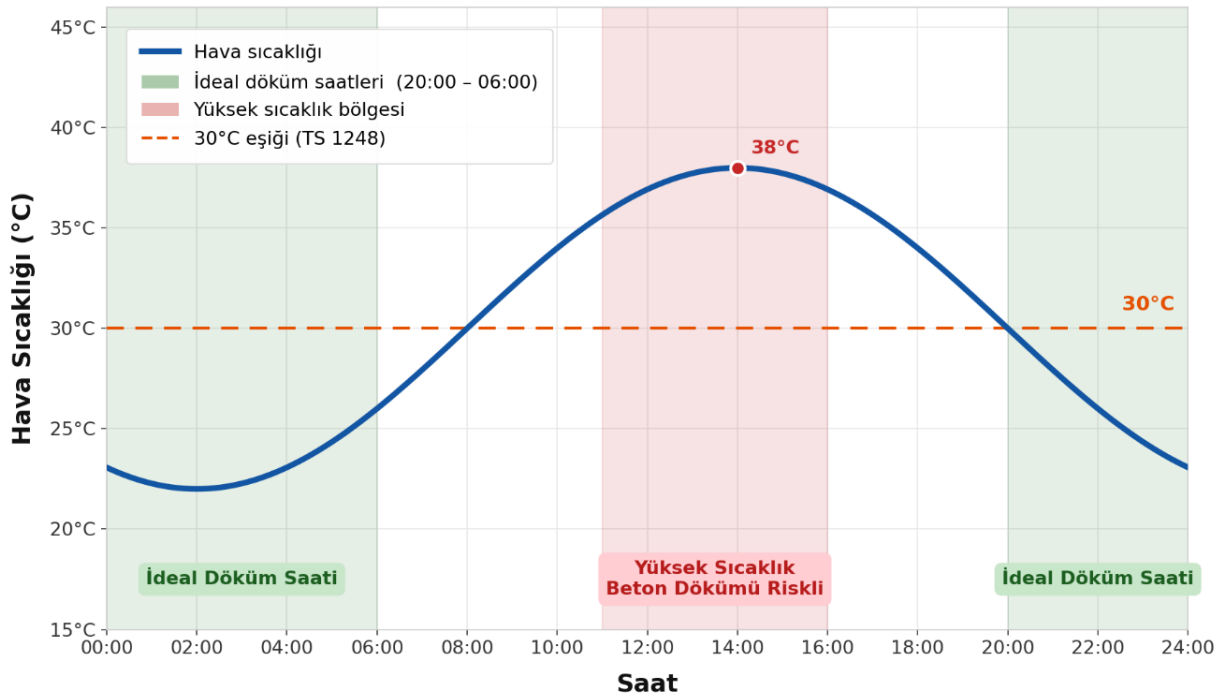
TS 1248'e göre art arda üç günlük ortalama hava sıcaklığının 30°C'yi aşması sıcak hava koşulu olarak tanımlanmaktadır [5]. Türkiye'nin özellikle Ege, Akdeniz ve Güneydoğu bölgelerinde haziran-ağustos döneminde bu eşik sürekli olarak aşılabilmekte ve öğle saatlerinde hava sıcaklığı 40-45°C'ye kadar ulaşabilmektedir.

Yüksek ortam sıcaklığı, çimento hidratasyonunu hızlandırarak priz süresini ve işlenebilirlik süresini kısaltmaktadır. 1:2 çimento-kum harcı üzerinde yapılan deneyler, beton sıcaklığının 28°C'den 46°C'ye yükselmesinin priz başlangıç süresini yaklaşık yarıya indirdiğini ortaya koymaktadır. Bu etki S/Ç oranı 0,4–0,6 aralığında tutarlı biçimde gözlemlenmektedir [1]. Bu durum, öğle saatlerinde döküm yapıldığında yeterli sıkıştırma ve yüzey bitirme için kullanılabilir süreyi tehlikeli biçimde kısaltmaktadır.

TS 13515, herhangi bir soğutma tedbiri alınmayan durumlarda taze betonun sıcaklığının 35°C'yi aşmamasını zorunlu kılmaktadır [4]. TS 1248, beton dökümünün sabah erken saatlerde veya akşam/gece saatlerinde planlanmasını tavsiye etmektedir [5].

⚠ ÖNEMLİ NOT

Herhangi bir soğutma tedbiri alınmadığında taze beton sıcaklığı 35°C'yi aşmamalıdır. Her transmikser şantiyeye vardığında termometre ile ölçüm yapılmalı ve kayıt tutulmalıdır.



Şekil 2. Tipik bir yaz gününde saatlik sıcaklık profili ve önerilen beton döküm pencereleri

HATA 3: Kalıp ve Donatının Islatılmaması

X YANLIŞ UYGULAMA

Döküm öncesinde kalıpların ve donatıların ıslatılmadan bırakılması, güneş altında yüksek sıcaklıktaki yüzeylere taze beton dökülmesi

✓ DOĞRU UYGULAMA

Döküm başlamadan kısa süre önce kalıplar ve donatılar iyice ıslatılmalı, yüzeyde su birikintisi oluşturmadan nemli kalmaları sağlanmalıdır.

Sıcak yaz günlerinde doğrudan güneş ışığına maruz kalan çelik kalıplar ve donatılar, ortam sıcaklığının çok üzerinde yüzey sıcaklıklarına ulaşmaktadır. Bu koşullarda sıcak yüzeylerle temas eden taze betonda su kaybı hızlanmakta ve bu durum, çimento hamuru ile yüzey arasındaki aderansı zayıflatan erken kurumaya yol açmaktadır [6].

TS EN 13670:2010, beton dökümünden önce kalıp ve donatıların aşırı ısınmaya yol açan koşullardan arındırılmasını şart koşmaktadır [7].

Neville (2011) ile Neville ve Brooks (2010), beton yerleştirilmesinden önce kalıpların soğutulmasının zorunlu olduğunu ve bunun için kalıpların su ile ıslatılması gerektiğini özellikle vurgulamaktadır [1,8].

ACI 305R-20 ve Kosmatka & Wilson (2011), beton dökülecek yüzeylerin hafif nemli bırakılması; ancak serbest su birikintisi oluşmamasına dikkat edilmesi gerektiği şeklinde uyarılmaktadır. Birikmiş su üzerine yapılan beton dökümleri bölgesel S/Ç oranını artırmakta ve tüm önceki hazırlığı işlevsiz kılmaktadır [6,9].

HATA 4: Kütle Beton Kriterlerinin İhmal Edilmesi

X YANLIŞ UYGULAMA

Asgari boyutu 100 cm'yi aşan beton elemanlar (radye temel, köprü tabliyesi, kalın perde, büyük kolon) için kütle beton kriterlerinin görmezden gelinmesi, uygun olmayan beton tasarımı sipariş edilmesi, ısıl analiz yapılmaması, beton çekirdek (merkez) sıcaklığının ve çekirdek–yüzey sıcaklık farkının izlenmemesi

✓ DOĞRU UYGULAMA

Eleman asgari boyutu 100 cm'yi aşıyorsa kütle beton kapsamında değerlendirilerek mineral katkı (uçucu kül veya yüksek fırın cürufu) karışım tasarımı sipariş edilmeli, döküm öncesinde mock-up (deneme dökümü) yapılarak ısıl analiz yapılmalı, gömülü sensörlerle çekirdek sıcaklığı ve çekirdek–yüzey sıcaklık farkı sürekli izlenmelidir.

TS 13515, en küçük kesit kalınlığı 100 cm'nin üzerinde olan yekpare yapıları kütle betonu olarak tanımlamakta ve TS 13815'te belirtilen hükümlerin uygulanmasını zorunlu kılmaktadır [4]. Kütle betonu uygulamalarında bağlayıcı malzemenin hidrasyon ısı 7 günde en fazla 52,5 cal/g (220 kJ/kg), 28 günde ise en fazla 70 cal/g olacak şekilde düşük ısı çimento veya çimento ile birlikte uygun mineral katkı kullanılması zorunludur [4]. TS 13515, bu tedbirlerin beton kullanıcısının (müşteri/şantiye) sorumluluğunda olduğunu açıkça belirtmektedir [4].

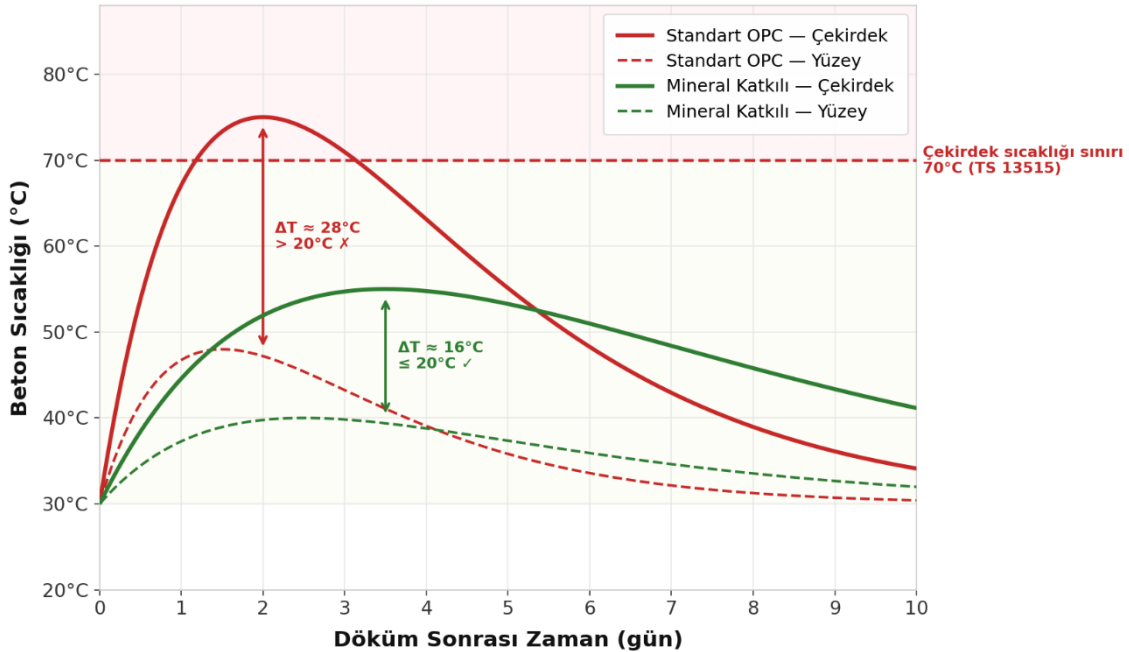
TS 13515, kütle betonunda beton kütlenin merkezindeki çekirdek sıcaklığının hiçbir durumda 70°C'nin üzerinde olmaması gerektiğini şart koşmaktadır. Çekirdek ile yüzey arasındaki sıcaklık farkı

(ΔT) donatısız betonda 20°C'yi, donatılı betonda ise 25°C'yi aşmamalıdır [4]. Sıcak hava koşullarında yüksek ortam sıcaklığı, betonun başlangıç sıcaklığını artırarak bu eşiklere çok daha kısa sürede ulaşılmasına neden olur. Neville (2011), yüksek başlangıç sıcaklığında gerçekleşen hidrasyonun mikro yapısal kusurlar oluşturduğunu ve uzun vadeli dayanımı olumsuz etkilediğini belirtmektedir [1].

Yüksek klinker içeren çimentolar ve bağlayıcı kompozisyonlar, yüksek hidrasyon ısısından kaynaklanan sıcaklık problemlerine karşı tercih edilmemelidir. Mineral katkı olarak uçucu kül toplam bağlayıcının %30–40'ı, öğütülmüş yüksek fırın cürufu ise toplam bağlayıcının %50-70'i oranında kullanılabilir. TS 13515 ayrıca, kütle betonunda 28 günlük dayanım sonuçlarının yetersiz kalabileceğini belirterek karşılıklı mutabakat ile 56 veya 90 günlük basınç dayanımı sonuçlarının esas alınabileceğini öngörmektedir [4].

⚠ ÖNEMLİ NOT

TS 13515 - Kütle betonu kriterleri (en küçük kesit ≥ 100 cm): (1) Çekirdek sıcaklığı hiçbir durumda 70°C'yi aşmamalıdır. (2) Çekirdek–yüzey ΔT : donatısız $\leq 20^\circ\text{C}$, donatılı $\leq 25^\circ\text{C}$. (3) Hidrasyon ısısı: 7 günde $\leq 52,5$ cal/g, 28 günde ≤ 70 cal/g. (4) Portland çimentosu tek başına kullanılmamalı; yüksek oranda katkıli çimento veya Portland çimentosu ile birlikte mineral katkı kullanımı şarttır. (5) Bu tedbirler beton kullanıcısının (şantiye/müşteri) sorumluluğundadır.



Şekil 3. Kütle beton dökümünde çekirdek ve yüzey sıcaklığının zamana göre değişimi; standart Portland çimentolu ve mineral katkıli karışım tasarımı karşılaştırması ile $\Delta T = 20^\circ\text{C}$ ve çekirdek sıcaklığı = 70°C kritik eşikleri.

HATA 5: Plastik Büzülme (Rötre) Önlemi Alınmaması

✗ YANLIŞ UYGULAMA

Döküm tamamlandıktan sonra herhangi bir yüzey koruma önlemi alınmadan taze betonun açıkta bırakılması

✓ DOĞRU UYGULAMA

Döküm tamamlanır tamamlanmaz yüzey koruma başlatılmalı; rüzgâr kırıcılar, sisleme sistemi ve/veya buharlaşma önleyici kimyasallar derhâl devreye alınmalıdır.

Plastik büzülme çatlakları, taze beton yüzeyinden su buharlaşma hızının, betonun yüzeyine çıkan terleme suyu hızını aşması sonucunda meydana gelmektedir. Sıcak hava, düşük bağıl nem ve rüzgârın bir araya geldiği koşullarda bu kritik eşik kolayca aşılmaktadır [10].

Uno (1998) tarafından geliştirilen ve ACI 305R-20'de standart referans olarak yer alan ampirik formül (Menzel denklemi ile birleştirilmiş hâli), hava sıcaklığı, beton sıcaklığı, bağıl nem ve rüzgâr hızı parametrelerine dayalı olarak birim zamandaki buharlaşma miktarını hesaplamaya olanak tanımaktadır [6,10].

BUHARLAŞMA HIZI FORMÜLÜ

$$E = 5 \cdot ([T_c + 18]^{2.5} - r \cdot [T_a + 18]^{2.5}) \cdot (V + 4) \times 10^{-6}$$

E = buharlaşma hızı (kg/m²/saat) / T_c = beton yüzeyi sıcaklığı (°C) / T_a = hava sıcaklığı (°C)

V = rüzgâr hızı (km/sa) / r = bağıl nem oranı (RH / 100)

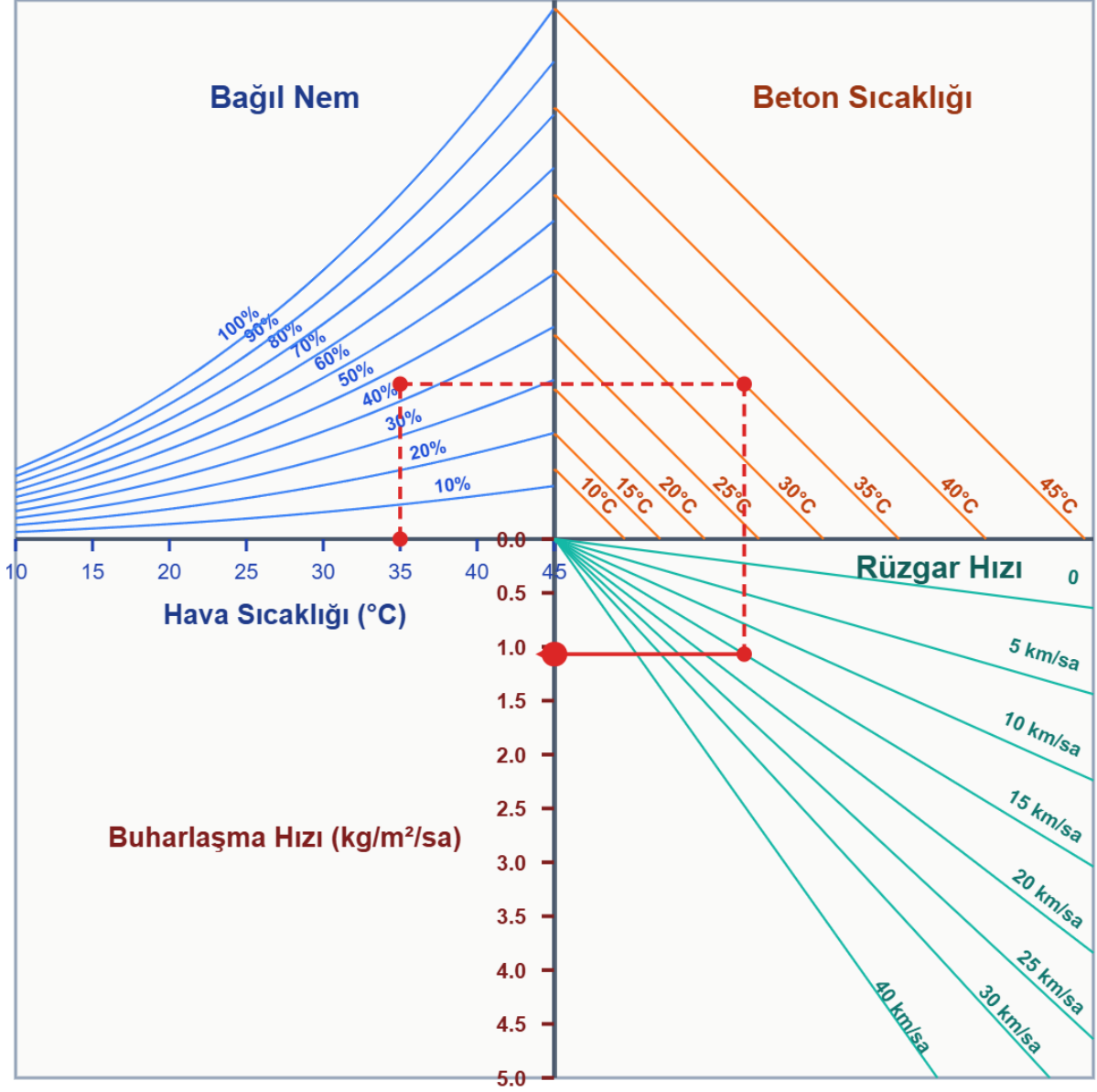
ACI 305R-20 ve Neville (2011), buharlaşma hızının 1,0 kg/m²/saat değerine ulaşması durumunda hemen hemen tüm beton karışımlarının plastik rötre çatlağı riski altında olduğunu ortaya koymaktadır [1,6].

Neville ve Brooks (2010) ise yeterli kür ve plastik rötre önlenmesi açısından buharlaşma hızının 0,25 kg/m²/saat değerini aşmaması gerektiğini belirtmektedir [8].

Mehta ve Monteiro (2014), tipik plastik büzülme çatlaklarının birbirine 0,3–1,0 m aralıklarla oluştuğunu ve 25–50 mm derinliğe ulaşabildiğini bildirmektedir. Bu çatlaklar betonun geçirgenliğini artırarak zararlı maddelerin nüfuzunu kolaylaştırmakta, uzun vadeli dayanıklılığı ciddi biçimde tehlikeye atmaktadır [2].

⚠ ÖNEMLİ NOT

Buharlaşma hızı 0,50 kg/m²/saat değerini aştığında önlem zorunludur. 1,0 kg/m²/saat eşğinde ise mümkünse döküm ertelenmeli, zorunluysa rüzgâr kırıcı, sisleme ve buharlaşma önleyici kimyasal gibi tüm önlemler eş zamanlı uygulanmalıdır. Bu değerlerin sahada hızla hesaplanması için Şekil 4'teki nomogramdan yararlanılabilir.



Şekil 4. Farklı sıcak hava senaryolarında buharlaşma hızı ve plastik rötre risk bölgeleri

HATA 6: Terleme Tamamlanmadan Yüzey Bitirme İşlemi Yapılması

X YANLIŞ UYGULAMA

Yüzey bitirme (matar çekme, perdah) işlemlerinin terleme henüz sürerken ya da yüzey görsel olarak kuru görüldüğünde erken uygulanması

✓ DOĞRU UYGULAMA

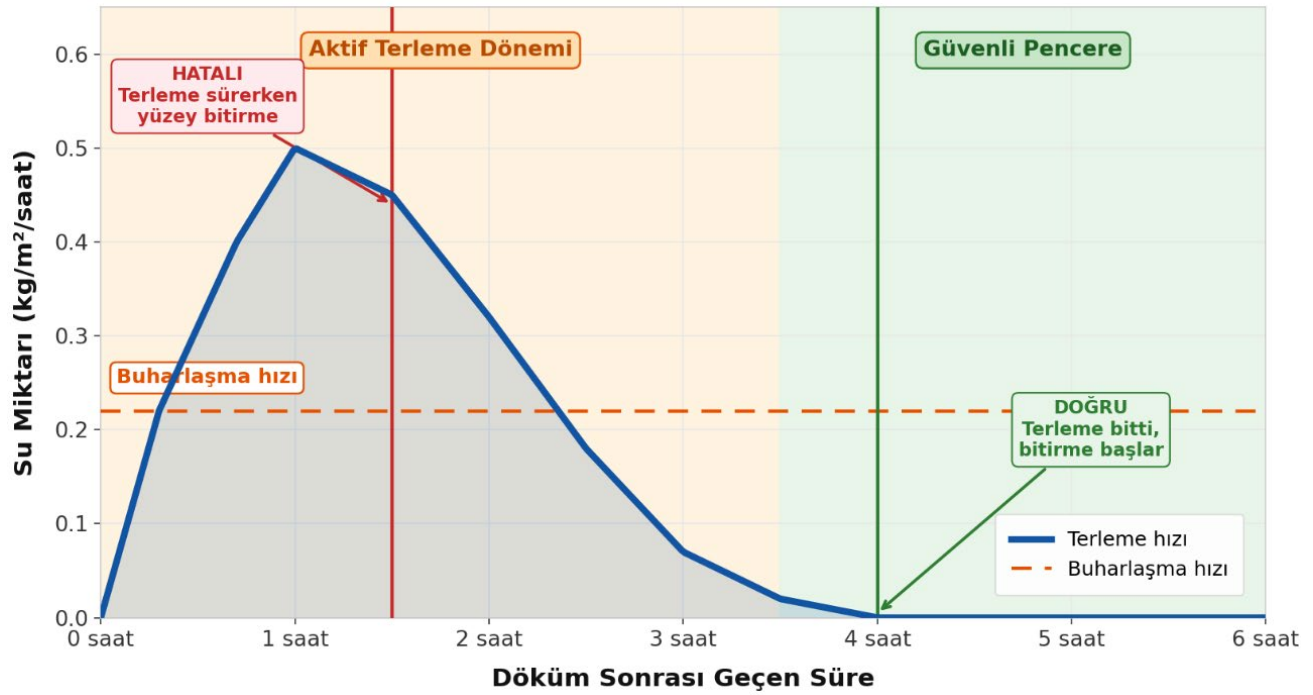
Yüzey bitirme işlemi, terleme tamamen tamamlanıp yüzey parlaklığı kaybolana kadar beklenmeli ve bu süreç izlenmeden operasyona başlanmamalıdır.

Terleme, taze beton içindeki fazla suyun, iri ve daha yoğun malzemelerin çökmesiyle birlikte yüzeye çıkması sürecidir. Sıcak havada bu süreç daha erken başlar ancak yüksek buharlaşma hızı nedeniyle

yüzeyle çıkan su hemen buharlaşır. Bu durumda yüzey kuru görünse de beton hâlâ plastik hâdedir ve yüzey bitirme işlemine hazır değildir [9].

Terleme tamamlanmadan yapılan yüzey bitirme işlemi, terleme suyunun beton içine kilitlenmesine neden olmakta ve bu durum yüzey tabakasında S/Ç oranı son derece yüksek olan zayıf bir bölge oluşturmaktadır [9]. Söz konusu zayıf tabaka; tozuma, yüzey soyulması ve aşınmaya karşı yüksek hassasiyet göstermektedir [6].

TS 1248, sıcak ve rüzgârlı havalarda terleme süresinin çok kısalabildiğini, yüzey görsel olarak kuru görünse bile betonun hâlâ plastik hâlde olabileceğini vurgulamaktadır [5]. Bu nedenle yüzey bitirme zamanlaması yalnızca görsel değerlendirmeye değil, betonun fiilî hazırlık durumuyla belirlenmeli; gerektiğinde parmak bastırma testi uygulanmalıdır.



Şekil 5. Döküm sonrası terleme hızının zaman içindeki değişimi ve güvenli yüzey bitirme penceresi

HATA 7: Transmikser Bekleme Süresinin Aşılması

X YANLIŞ UYGULAMA

Şantiyede koordinasyon eksikliği, pompa arızası veya trafik nedeniyle transmikserin uzun süre bekletilmesi, betonun kıvam kaybına uğramasına izin verilmesi

✓ DOĞRU UYGULAMA

Nakliye süresi ve şantiye bekleme süresi dâhil toplam süre TS EN 206 ve TS 13515 sınırları içinde tutulmalı, şantiye lojistiği transmikser düzeni ve pompa kapasitesine göre planlanmalıdır.

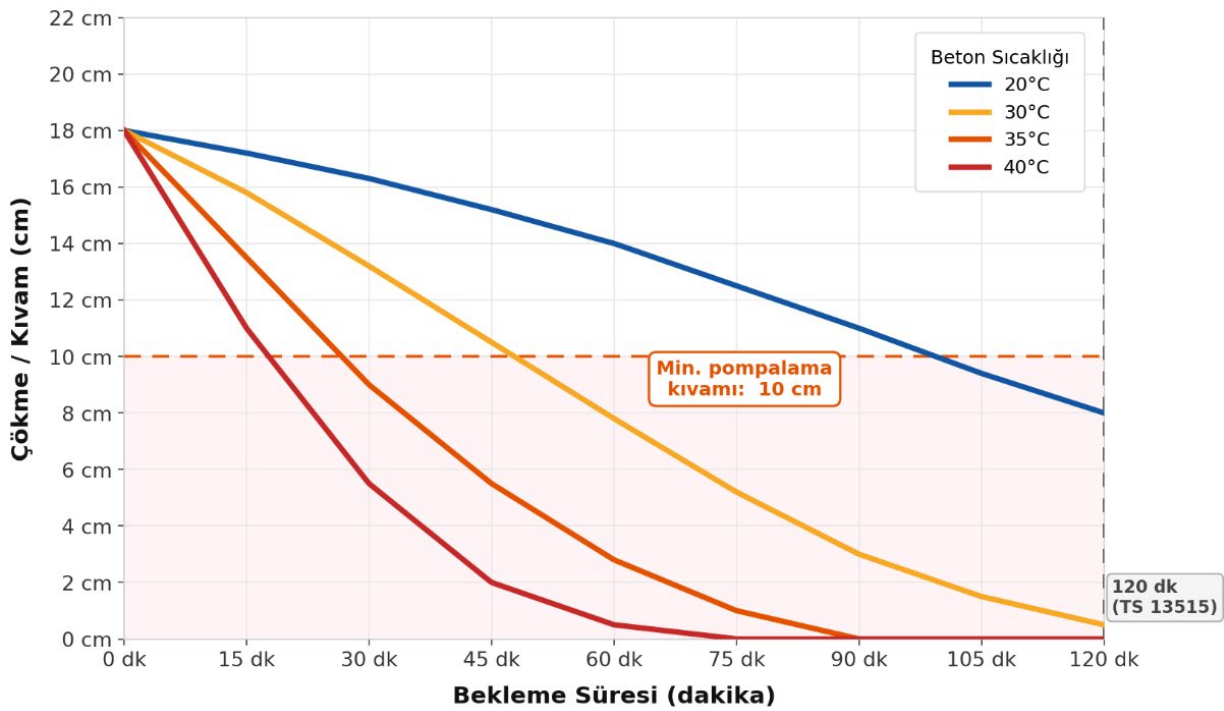
TS 13515, betonun çimento ile suyun ilk temasından itibaren 120 dakika içinde dökülmesini esas almaktadır [4]. Normal şartlar esas alınarak belirlenen bu süre uygulanırken, hava koşulları veya

kimyasal katkı kullanımından kaynaklanan priz hızlanması ya da gecikmesi göz önünde bulundurulmalıdır.

Bekleyen betonda iki olumsuz süreç eş zamanlı ilerlemektedir: 1) hidrasyon devam etmekte ve 2) buharlaşma nedeniyle su miktarı azalmaktadır. Her iki etki de kıvam kaybını hızlandırmaktadır [8]. Bu noktada şantiyede yapılan tipik hata, kıvam kaybını gidermek amacıyla betona su eklenmesidir ve bu da Hata 1'in tetiklenmesine yol açmaktadır.

TS 1248, sıcak hava koşullarında uzun nakliye sürelerinin priz geciktirici katkı kullanımını zorunlu kılacağını belirtmekte; priz geciktirici ve uzatılmış kıvam tutma özellikli katkıların bu durumlarda tercih edilmesini önermektedir [5].

Şantiyede pompanın veya iletim ekipmanının arızalanması hâlinde uygulanacak yedek plan da nakliye koordinasyonunun bir parçası olarak önceden hazırlanmalıdır.



Şekil 6. Farklı beton sıcaklıklarında bekleme süresine bağlı kıvam kaybı ve minimum pompalama kıvamı

HATA 8: Numune Alma ve Saklama Hataları

✗ YANLIŞ UYGULAMA

Alınan beton numunelerinin güneş altında, sıcak şantiye kulübelerinde ya da yüksek sıcaklıklı ortamda muhafaza edilmesi, soğutma önlemi alınmaması

✓ DOĞRU UYGULAMA

Numuneler TS EN 12350-1 ve TS EN 12390-2'ye uygun olarak alınmalı, 16–72 saat arasında $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ortamda muhafaza edilmeli ve ardından $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ suda kürde bekletilmelidir.

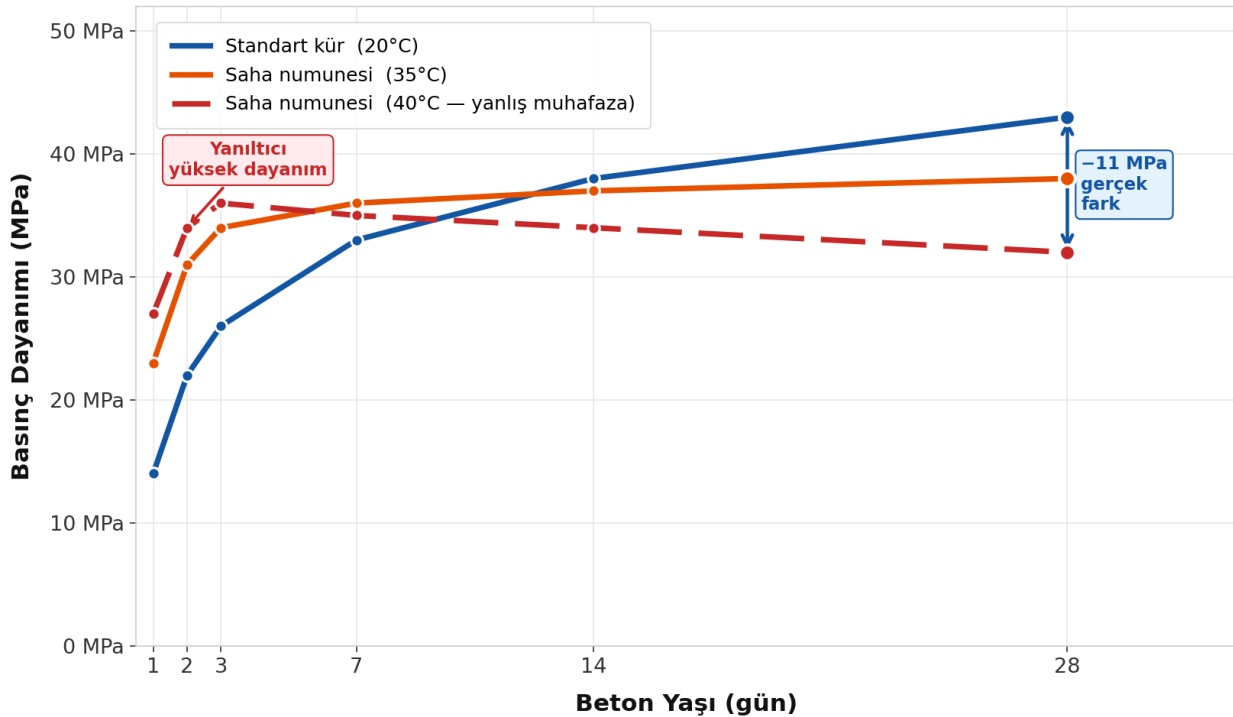
Taze beton numunelerinin alınması ve saklanması, betonun gerçek performansının belirlenmesinde kritik bir faktördür ancak özellikle yaz mevsiminde şantiyede bu konuya gereken özen çoğu zaman gösterilmemektedir. Güneş altında ve yüksek sıcaklıkta bekleyen numuneler, sahadaki betonun gerçek performansını yansıtmaktan uzaklaşmaktadır.

Sıcak ortamda muhafaza edilen numunelerde erken hidratasyon hızlanmakta ve 1–2 günlük dayanım değerleri yanıltıcı biçimde yüksek çıkmaktadır. TS 1248, 38°C'de gerçekleştirilen 24 saatlik başlangıç kürünün 28 günlük numune dayanımını standart koşullara kıyasla %10–15 oranında düşürebileceğini belirtmektedir [5].

TS 13515, numunelerin alınmasından kalıptan çıkarılmaya kadar geçen 16–72 saatlik süre içinde (20 ± 5)°C sıcaklık aralığında (sıcak iklimlerde (25 ± 5)°C) tutulmasını zorunlu kılmaktadır [4]. Kalıptan çıkarma sonrasında numuneler TS EN 12390-2 gereğince $20^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklıkta kirece doymun su içinde veya eşdeğer kür odasında bekletilmelidir [11]. TS EN 12350-1 ise taze beton numunesi alma ve nakliyesine ilişkin prosedürleri tanımlamaktadır [12].

⚠ ÖNEMLİ NOT

Şantiyede numuneleri saklayacak gölgeli, havalandırmalı ve tercihen taşınabilir soğutma ortamı (izolasyonlu sandık veya seyyar saklama dolabı) sağlanmalıdır. Standart dışı koşullarda saklanan numunelerin sonuçları, beton kalitesini değil numune yönetimini yansıtıyor olabilir; bu durum yanlış teknik kararlara zemin hazırlamaktadır.



Şekil 7. Kür sıcaklığının beton yaşına göre basınç dayanımı gelişimine etkisi

HATA 9: Kürün Erken Sonlandırılması veya Yapılmaması

✗ YANLIŞ UYGULAMA

Beton yüzeyinin görsel olarak sertleştiği gözlemlendiğinde kürün sonlandırılması ya da “beton sertleşti” gerekçesiyle kür uygulamasının hiç başlatılmaması

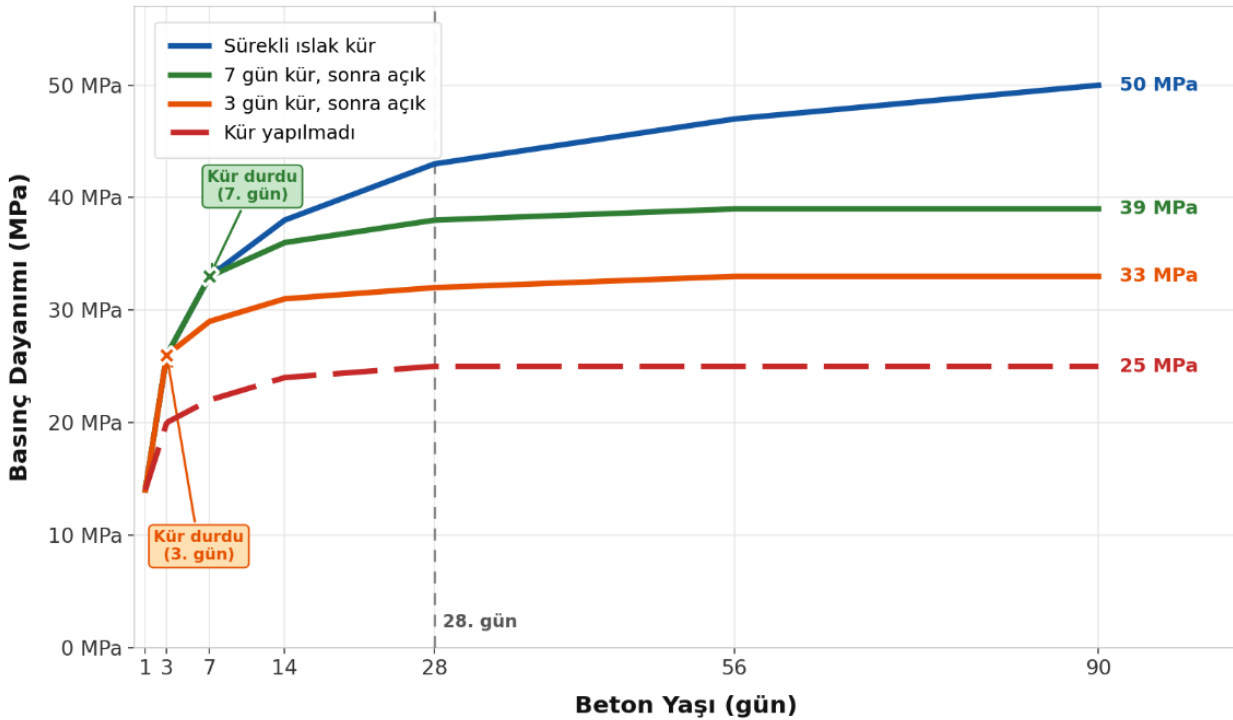
✓ DOĞRU UYGULAMA

Kür, TS 1247 ve TS 1248'e uygun süre ve yöntemle uygulanmalı, sıcak havada standart süreler uzatılmalıdır.

Kür, çimento hidratasyonunun tamamlanması için gerekli nemin ve uygun sıcaklığın korunmasını amaçlayan süreçtir [13]. Sıcak havada bu sürecin önemi daha da artmaktadır çünkü hem yüzeyden buharlaşma hızlanmakta hem de hidratasyon yüksek sıcaklıkta hızla başlayıp erken durmaktadır.

TS 1248, yeterli kür uygulanmayan betonun dayanım ve dayanıklılık açısından ciddi kayıplar yaşadığını ortaya koymaktadır [5]. ACI 305R-20'de aktarılan araştırma verileri, başlangıç kürünün 38°C'de yapılması durumunda 28 günlük dayanımın standart kür koşullarına kıyasla %10–15 oranında düşebildiğini göstermektedir [6]. Şekil 8'de görüleceği üzere sürekli nemli kürde elde edilen dayanım, sürekli havada bırakılan betona kıyasla 28 günde ve sonrasında belirgin biçimde yüksek kalmaktadır. Kür süresi kısaltıldıkça uzun vadeli dayanım düşmektedir [8].

TS EN 13670:2010, çevresel etki sınıfına ve kullanılan çimento tipine bağlı olarak minimum kür sürelerini tanımlamakta; sıcak ve kuru havalarda bu sürelerin uzatılması gerekebileceğini belirtmektedir [7]. TS 1248, ıslak çuval, kür bileşiği, su yağmurlama ve polietilen örtü gibi etkin kürlenme yöntemlerini kapsamlı biçimde ele almaktadır [5].



Şekil 8. Kür süresinin uzun vadeli basınç dayanımına etkisi; farklı kür sürelerinde dayanım gelişim eğrileri

HATA 10: Gecikmeli/Plansız Döküm ve Soğuk Derz Oluşumu

✗ YANLIŞ UYGULAMA

Döküm planlaması yapılmadan ya da koordinasyon eksikliğiyle beton dökümünün kesintiye uğraması; bir tabakanın priz almaya başlaması ve üzerine taze beton dökülmesi.

✓ DOĞRU UYGULAMA

Döküm öncesinde detaylı lojistik planı hazırlanmalı; transmiksler sayısı, döküm sırası ve pompa kapasitesi kesintisiz döküme göre ayarlanmalı, yedek ekipman bulundurulmalıdır.

Soğuk derz, döküm sürecindeki bir kesinti nedeniyle önceki tabakanın kısmi priz almaya başlaması ve üstüne dökülen taze betonla yeterli bağ oluşturamaması durumunda meydana gelmektedir [1]. Sıcak havada priz süresi dramatik biçimde kısaldığından, normal koşullarda sorun yaratmayacak kısa bir gecikme bile soğuk derz oluşumuna neden olabilmektedir [6]. Sıcak hava, soğuk derz oluşum potansiyelini doğrudan artıran bir etkidir [9]. Soğuk derzler; görsel açıdan renk farklılığı ve yüzey kusuru şeklinde kendini gösterirken yapısal açıdan kayma direncinin azalması, geçirimsizlik artışı ve uzun vadeli dayanıklılık kaybı biçiminde sonuç vermektedir [8].

TS EN 13670:2010, döküm kesintilerinin yönetimini düzenlemekte ve soğuk derz riskinin söz konusu olduğu durumlarda yüzey pürüzlendirme, temizleme ve ek yapısal önlemler alınmasını şart koşmaktadır [7]. Soğuk derz oluşumunu önlemenin temel kuralı: her tabakanın tam sıkıştırılması ve bir sonraki tabakanın, alttaki tabaka henüz plastik hâldeyken yerleştirilmesidir [8].

⚠ ÖNEMLİ NOT

Sıcak havada beton döküm planı; kaç transmiksler kullanılacağı, transmikslerin hangi aralıklarla geleceği, döküm sırası ve pompa kapasitesi gibi sorulara yazılı olarak yanıt vermelidir. Şantiyede yedek vibratör ve yedek pompa bağlantısı bulundurulmalı, transmiksler gecikmesi durumunda uygulanacak prosedür döküm öncesinde ekiple paylaşılmalıdır.



Şekil 9. Soğuk derz oluşum mekanizması; gecikmeli döküm sonucu kısmi priz almış tabaka ile taze beton arasındaki zayıf bağ bölgesinin kesit görünümü

SONUÇ VE GENEL DEĞERLENDİRME

Sıcak hava koşullarında beton uygulaması, standartların belirlediği sınırları aşan fiziksel ve kimyasal süreçlerin devreye girdiği, her aşamada özel dikkat gerektiren bir süreçtir. Yukarıda ele alınan on kritik hata, birbirinden bağımsız olgular değil; zincirin birbirine bağlı halkaları olarak değerlendirilmelidir.

Beton kalitesini gerçek anlamda güvence altına almak için üretici, nakliyecisi ve şantiye ekibinin ortak bir hazırlık ve izleme planı doğrultusunda hareket etmesi gerekmektedir. Mevsimsel geçişlerde reçete revizyonu, sıcaklık ölçümü, kayıt tutma ve kür yönetimi, teknik zorunluluk olduğu kadar yasal ve sözleşmesel bir yükümlülüktür.

Sıcak hava dönemlerinde yaşanan beton sorunlarının büyük çoğunluğu, sahadaki zaman ve iş programı baskısı altında alınan kısa vadeli kararların sonucudur. Oysa uzun vadede bu kararların bedeli: dayanım kayıpları, erken bozulma, onarım maliyetleri ve yapısal güvenlik riskleri olarak geri dönmektedir.

KAYNAKLAR

1. Neville, A.M. (2011). Properties of Concrete, 5th Edition. Pearson Education Limited, Harlow.
2. Mehta, P.K. & Monteiro, P.J.M. (2014). Concrete: Microstructure, Properties, and Materials, 4th Edition. McGraw-Hill Education, New York.
3. TS EN 206+A2:2021: Beton – Özellik, Performans, Üretim ve Uygunluk. Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.
4. TS 13515:2025: Hazır Beton – Özellikler, Üretim, Taşıma ve Uygunluk Kriterleri. Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.
5. TS 1248: Sıcak ve Soğuk Hava Koşullarında Beton Uygulaması. Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.
6. ACI Committee 305 (2020). ACI 305R-20: Guide to Hot Weather Concreting. American Concrete Institute, Farmington Hills, MI.
7. TS EN 13670:2010: Beton Yapıların İmalatı. Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.
8. Neville, A.M. & Brooks, J.J. (2010). Concrete Technology, 2nd Edition. Pearson Education Limited, Harlow.
9. Kosmatka, S.H. & Wilson, M.L. (2011). Design and Control of Concrete Mixtures, 15th Edition. Portland Cement Association, Skokie, IL.
10. Uno, P.J. (1998). Plastic Shrinkage Cracking and Evaporation Formulas. ACI Materials Journal, 95(4), 365–375.
11. TS EN 12390-2:2019: Sertleşmiş Beton Deneyleri – Bölüm 2: Dayanım Deneyleri için Numune Yapımı ve Kürlenmesi. Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.
12. TS EN 12350-1:2019: Taze Beton Deneyleri – Bölüm 1: Numune Alma. Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.
13. ACI Committee 308 (2016). ACI 308R-16: Guide to External Curing of Concrete. American Concrete Institute, Farmington Hills, MI.



www.thbb.org

www.thbbakademi.org

