

BETON



HAKKINDA

YANLIŞ
BİLİNENLER
VE
GERÇEKLER

2025

	YANLIŞ BİLİNEN	GERÇEK
1	“Beton tamamen gevrek bir malzemedir.”	Beton gerçekte yarı-gevrek davranış gösterir. Mikro çatlaklar ilerlerken enerji soğurur, bu da kısmi süneklik sağlar. Çimento hamuru ve agrega arasındaki arayüzey, çatlak ilerlemesini sınırlar. Lif takviyeleri (çelik, polipropilen vb.) bu davranışı daha da sünek hâle getirir. Sonuç olarak beton, cam gibi saf gevrek değildir.
2	“Beton sadece basınca çalışır.”	Betonun çekme dayanımı basınç dayanımına oranla düşük olsa da oldukça önemlidir. Çekme dayanımı, genellikle basınç dayanımının %8–12’si civarındadır. Bu değer çatlak kontrolü ve rijitlik açısından dikkate alınır. Lifli betonlarda çekme dayanımı belirgin şekilde artar.
3	“Beton su geçirmezdir.”	Hiçbir beton mutlak su geçirmez değildir. Gözenekler, mikro çatlaklar ve arayüzey, su ve iyon difüzyonuna izin verir. Düşük su/bağlayıcı oranı, yeterli kür ve mineral katkıları (uçucu kül, yüksek fırın cürufu, silis dumanı) ile geçirgenlik katsayısı önemli ölçüde düşürülebilmektedir.
4	“Betonun basınç dayanımı yüksekse kalitesi de yüksektir.”	Basınç dayanımı, betonun sadece bir yönüdür. Yüksek dayanımlı beton; yüksek elastisite modülü, düşük deformasyon kapasitesi ve termal çatlak eğilimiyle daha kırılğan davranabilir. Betonun kalitesi, sadece dayanım performansı ile değil ne kadar uzun ömürlü, kararlı ve öngörülebilir davrandığıyla ölçülür.
5	“Beton yaşlandıkça otomatik olarak güçlenir.”	Betonun hidratasyonu zamanla azalarak yavaşlar; aynı zamanda karbonatlaşma süreci pH’ı düşürür ve donatı korozyon riskini artırır. Bu nedenle yaşlanma her zaman dayanım artışı anlamına gelmez. Bu nedenle beton tasarımında sadece dayanım değil dayanıklılık odaklı bir yaklaşım uygulanmalıdır.
6	“Beton ne kadar çok çimento içerirse o kadar dayanıklıdır.”	Aşırı miktarda çimento kullanımı, hidratasyon ısısını, rötre ve termal çatlama riskini artırır. Fazla çimento aynı zamanda sürdürülebilirlik açısından yüksek CO ₂ salımı demektir. En iyi performans, optimum bağlayıcı oranıyla sağlanır. Dayanım, dayanıklılık ve çimento miktarı arasında doğrudan bir ilişki yoktur.
7	“Su ne kadar az olursa beton o kadar dayanıklıdır.”	Çok düşük su/bağlayıcı oranı işlenebilirliği düşürür, vibrasyonla yerleştirme yetersiz kalır ve boşluk oluşur. Bu da geçirgenliği artırır. Uygun su/bağlayıcı oranı hem dayanım hem dayanıklılık için en önemli parametredir.
8	“Beton prizini aldıktan sonra artık bakım gerekmez.”	Priz alma sadece hidratasyonun başlangıcıdır. Hidratasyonun devamı için betonun yüzeyi nemli tutulmalıdır. Kür yapılmazsa hidratasyon erken yaşta durur/yavaşlar, yüzey çatlakları oluşur ve geçirimsizlik artar.
9	“Kür uygulaması sadece yazın gereklidir.”	Kür, tüm mevsimlerde gereklidir. Kışın da betonun hidratasyonu için nem gerekir. Soğukta hidratasyon yavaşladığından ısıtılmalı veya buharlı kür tercih edilir.
10	“Yeni dökülmüş betonu sabah-akşam sulamak yeterlidir.”	Sadece sabah-akşam sulamak yetersizdir. Beton en az 7 gün boyunca sürekli nemli tutulmalı, yüzeyi kuru bırakılmamalıdır. Özellikle ilk 24 saat kurumaya kesinlikle müsaade edilmemelidir.

	YANLIŞ BİLİNEN	GERÇEK
11	“Soğuk havada beton dökülemez.”	Doğru önlemlerle (beton bileşenlerinin ısıtılması, uygun çimento miktarı, uygun priz hızlandırıcı katkı, uygulama alanının çevresel koşullara karşı korunması gibi) 0°C'nin altındaki hava koşullarında bile güvenli bir şekilde beton dökümü ve uygulaması yapılabilir.
12	“Sıcak havada beton dökülmemelidir.”	Agrega ve suyun soğutulması, buz veya sıvı nitrojen kullanımı, buharlaşmayı önleyen kür uygulamaları ve priz geciktirici katkılarla sıcak hava koşullarında beton dökümü mümkündür. Bu kapsamda TS 1248 Standardında belirtilen hususlar dikkate alınmalıdır.
13	“Mineral katkıları betonu zayıflatır.”	Aksine, puzolanik katkıları (uçucu kül, yüksek fırın cürufu, silis dumanı) kalsiyum hidroksiti, C-S-H jel fazına dönüştürür, boşlukları doldurur, uzun vadede dayanıklılığı yükseltir. Erken yaş dayanımı bir miktar düşebilir ama nihai dayanım ve dayanım gelişimi daha yüksek olur.
14	“Geri dönüştürülmüş agrega kalitesizdir.”	Geri dönüştürülmüş agregalar, uygun kırma-eleme, sınıflandırma ve karışım optimizasyonu ile yapısal betonlarda kullanılabilir. TS EN 206'da belirlenen sınırlara uyulması yeterlidir. Kullanılan geri dönüştürülmüş agrega, TS 706 EN 12620'ya uygun olmalıdır.
15	“Düşük karbonlu betonlar dayanıksızdır.”	Tam aksine düşük karbon hedefine uygun olarak mineral katkı içeren betonlar düşük hidrasyon ısı, puzolanik reaksiyon ve düşük iyon geçirgenliğiyle oldukça dayanıklıdır. Klorür ve sülfat direnci genellikle Portland çimentolu betondan daha yüksektir ancak mineral katkı oranı arttıkça karbonatlaşma hızının da artabileceği unutulmamalıdır.
16	“Betonun karbon ayak izi sadece çimentodan gelir.”	Üretim, nakliye, agrega kırma, enerji kullanımı, kimyasal katkı üretimi ve şantiye süreçleri toplam emisyonun yaklaşık %10-20'sini oluşturur. Betonun karbon etkisi bütünsel değerlendirilmelidir.
17	“Karbon yakalama sadece çimento tesislerinde olur.”	Betonun kendisi de (hidrate çimento pastası) CO ₂ tutabilmektedir. Mineral karbonatlaşma ve CO ₂ enjeksiyonu teknolojileri doğrudan taze beton içinde CO ₂ 'i kimyasal olarak bağlamaktadır. Buna yeniden karbonatlaşma denilmektedir.
18	“Düşük karbonlu beton daha yüksek maliyetlidir.”	Düşük klinkerli çimentolar, bölgesel olarak temin edilebilen ham maddeler ve iyi optimize edilmiş karışımlar çoğu durumda ek bir maliyet oluşturmaz. Hatta enerji fiyatlarının arttığı ve karbon fiyatlandırmasının yaygınlaştığı bir dönemde, bu tip betonlar geleneksel karışımlara kıyasla daha ekonomik hale gelmektedir. Üstelik sürdürülebilir karışımlar, hem daha düşük CO ₂ emisyonu sağlar hem de performans açısından güncel standartları rahatlıkla karşılar.
19	“Beton sertleştikçe daha dayanıklı olur.”	Sertlik (yüksek elastisite modülü), darbe ve termal gerilmelere karşı kırılabilirliği artırabilir. Dayanıklılık; yoğunluk, geçirgenlik ve mikro yapının sürekliliğiyle ilgilidir, sadece sertlikle ilgili değildir.
20	“Beton yüzeyindeki çatlaklar yapısal sorun belirtisidir.”	Yüzey çatlakları genellikle plastik rötre veya termal gerilme kaynaklıdır ve çoğu durumda yapısal değildir, ancak sürekli veya derin çatlaklar donatı korozyonu açısından mutlaka incelenmelidir.

	YANLIŞ BİLİNEN	GERÇEK
21	“Yüksek dayanımlı beton her zaman dayanıklıdır.”	Yüksek dayanımlı beton düşük gözeneklidir ama yüksek elastisite modülü nedeniyle termal çatlama ve gevrek kırılma riski fazladır. Her yüksek dayanım yüksek dayanıklılık anlamına gelmez.
22	“Beton tamamen cansız bir malzemedir.”	Beton artık “aktif” bir malzeme olarak geliştirilebilmektedir. Kendi kendini onaran (iyileştiren) bakteriyel sistemler, fotokatalitik yüzeyler (TiO ₂), CO ₂ emici bağlayıcılar bu dönüşümün örnekleridir.
23	“Betonun dayanıklılığı sadece malzeme kalitesine bağlıdır.”	Kür işlemi, döküm yöntemi, işçilik, çevresel koşullar en az malzeme kadar etkilidir. Bu nedenle TS EN 206 ve TS 13515 Standartları çevresel maruziyet sınıflarını zorunlu kılar (XC, XD, XS, XF, XA vb.).
24	“Donma-çözülme sadece soğuk iklimlerde olur.”	Yüksek nemli bölgelerde bile gözeneklerdeki suyun genişmesi mikro hasar yaratabilir. Bu nedenle hava sürükleyici katkı, yalnızca kış mevsiminde değil nemli iklimlerde de önerilir.
25	“Beton, dijitalleşmeden etkilenmez.”	Beton üretimi ve izlenmesi artık sensör, IoT ve yapay zekâ sistemleriyle yönetilebilmektedir. Beton basınç dayanımı için yapay zekâ tabanlı yazılımlar günümüzde kullanılmaktadır. Beton, dijital dönüşümden doğrudan etkilenen bir malzemedir.
26	“Su azaltıcı kimyasal katkı, suyun yerini alır.”	Kimyasal katkılar suyun hidrasyon için gerekli rolünü değiştirmez, sadece işlenebilirlik için gereken miktarı azaltır. Hidrasyon için minimum su miktarı daima gereklidir.
27	“Betonun karbonatlaşması sadece dış yüzeyde olur.”	Karbonatlaşma, ortam CO ₂ 'in gözenek suyundaki Ca(OH) ₂ ile tepkimesidir. Bu reaksiyon difüzyon kontrollüdür; nem oranı %50–70 civarındaysa 5–10 cm derine kadar ilerleyebilir. pH 12'den 9'a düştüğünde donatı pasifliği bozulur.
28	“Sülfat dayanımı sadece çimentoya bağlıdır.”	Sülfat dayanımı hem bağlayıcı kimyasına hem de betonun geçirgenliğine ve agreganın kimyasal kararlılığına bağlıdır. Bu nedenle çevresel maruziyet sınıfına göre uygun çimento türü seçilmelidir.
29	“Donatı korozyonu yalnızca klorür iyonlarından kaynaklanır.”	Klorür iyonları korozyonun önemli bir tetikleyicisidir ama tek neden değildir. Karbonatlaşma, oksijen difüzyonu ve nem döngüleri de pasif tabakayı zayıflatabilir. Bu nedenle yalnızca klorür analizi yeterli değildir.
30	“ASR (alkali-silika reaksiyonu) sadece yüksek alkali çimentoda olur.”	Düşük alkali çimento bile kullanılsa, reaktif silisli agrega ve yeterli nem varsa ASR gelişebilir. Kritik etken sistemin yani betonu oluşturan tüm bileşenlerdeki toplam çözünebilen alkali miktarıdır.

	YANLIŞ BİLİNEN	GERÇEK
31	“Klorür difüzyonu ve betonun su geçirgenliğiyle aynı şeydir.”	İki mekanizma birbirinden farklıdır. Geçirgenlik basınç etkili akış, difüzyon ise iyon konsantrasyon farkına bağlı taşınımdır. Beton yoğunluğu ikisini de etkiler ama aynı anlama gelmez.
32	“Klorür iyonları betonda kimyasal olarak tamamen serbesttir.”	Klorürlerin bir kısmı C-S-H ve Friedel tuzu fazları tarafından kimyasal olarak bağlanır (toplam klorür ≠ serbest klorür). Korozyon açısından serbest klorür kritik parametredir.
33	“Rötre sadece su buharlaşmasından kaynaklanır.”	Rötre; plastik, oturma, otoklav ve kuruma olmak üzere farklı tipler içerir. Su kaybı dışında, kimyasal büzülme ve termal etkiler de önemli rol oynar.
34	“Sülfat saldırısı sadece toprakta olur.”	Deniz suyunda bulunan sülfatlar da etkilidir. Ayrıca içsel sülfat (alçı fazı, katkı artıkları) da genleşme ve çatlamaya yol açabilir. Dışsal ve içsel sülfat etkileri birlikte değerlendirilmelidir.
35	“Hava sürükleyici katkı, betonda mikro boşluklar oluşturduğu için betonun geçirimliliğini artırır.”	Hava sürükleyici katkı, betonun geçirimliliğini artırmaz; tam tersine, doğru miktarda kullanıldığında geçirimliliği azaltabilir. Bunun nedeni, sürüklenen mikro hava kabarcıklarının betonun genel işlenebilirliğini artırması ve aynı kıvamda daha düşük su ihtiyacı sağlamasıdır. Su miktarı azaldığında, çimento hamurunda daha yoğun bir matris oluşur ve bu da kapiler boşlukların azalmasına yol açar.
36	“Deniz suyu etkisine karşı sülfata dayanıklı çimento kullanılmalıdır.”	Deniz suyundaki kimyasal etki yalnızca sülfat kaynaklı değildir; aynı zamanda klorür iyonları, magnezyum iyonları ve karbonat iyonları da etkilidir. Sülfata dayanıklı (SR) çimento, klorür ve Mg^{2+} etkisine karşı yeterli koruma sağlamaz. Bu tür ortamlarda “düşük geçirgenlik + uygun katkı + yoğun kür” en az çimento seçimi kadar önemlidir.
37	“Sıcaklık betonun dayanımını sadece erken yaşta etkiler.”	Yüksek sıcaklıkta erken dayanım artar ama geç dayanım düşer. Bu durum, hidrasyon ürünlerinin daha iri kristaller oluşturmasından kaynaklanır. Termal kür bu nedenle dikkatli uygulanmalıdır.
38	“Renk değişimi mutlaka bozulma belirtisidir.”	Renk; bağlayıcı tipi, agrega cinsi, su/çimento oranı, katkı rengi, nem ve karbonatlaşma düzeyine bağlı olarak değişir. Açık renkli yüzey her zaman bozulmuş, koyu yüzey her zaman sağlıklı değildir.
39	“Betonun ısıl genleşmesi ihmal edilebilir.”	Betonun lineer genleşme katsayısı ($\alpha \approx 10 \times 10^{-6}/^{\circ}C$) çelikle benzerdir ancak uzun elemanlarda sıcaklık farkları termal çatlak riskini artırır. Genleşme derzleri bu yüzden kritik öneme sahiptir.
40	“Geçirgenlik sadece boşluk miktarıyla ilgilidir.”	Aynı boşluk hacmine sahip iki betonun geçirgenliği farklı olabilir çünkü iyon taşınımını belirleyen asıl unsur gözeneklerin bağlantısallığı ve geometrisidir. Mikro yapı morfolojisi kritik rol oynar.

	YANLIŞ BİLİNEN	GERÇEK
41	“Klorür geçiş direnci sadece çimento tipine bağlıdır.”	Klorür difüzyonunu belirleyen; mikro yapı yoğunluğu, su/bağlayıcı oranı, mineral katkı oranı ve kür koşullarıdır. Öğütülmüş yüksek fırın cürufu ve uçucu kül, iyonların geçiş yollarını uzatarak geçirgenliği azaltır.
42	“Donma-çözülme dayanımı sadece hava sürükleyici katkıya bağlıdır.”	Hava sürükleme çok önemli olsa da dayanıklılığı asıl belirleyen doygunluk oranı, gözenek çapı dağılımı ve su/bağlayıcı oranıdır. Mikro kabarcık sistemi tek başına yeterli değildir.
43	“Betonda alkali kaynakları sadece çimentodadır.”	Kimyasal katkılar, mineral katkılar (özellikle bazı uçucu küller) ve agregalardaki çözünür tuzlar da sistemin toplam alkaliliğine katkı yapar. Toplam Na ₂ O eş değeri bu yüzden dikkate alınır.
44	“Hava sürükleme sadece donma-çözölmeye karşı korur.”	Mikro kabarcık sistemi aynı zamanda terleme kontrolü, işlenebilirlik ve ayrışma direnci açısından da etkilidir. Yani sadece dayanıklılık değil, taze beton performansını da iyileştirir.
45	“Çimentonun sülfat direnci yüksekse (SR), dayanıklılık garanti edilir.”	Eğer beton geçirgense, SR çimento bile sülfat iyonlarının girişini engelleyemez. Gerçek dayanıklılık “mikro yapı + düşük su/bağlayıcı oranı + çevresel yönetim” kombinasyonu ile sağlanır.
46	“Hidratasyon ısı sadece çimento tipine bağlıdır.”	Hidratasyon ısı bağlayıcının inceliği, katkı türü, su oranı ve ortam sıcaklığıyla değişir. İnce öğütülmüş veya yüksek C ₃ A’lı çimentolar ısı artışını hızlandırır.
47	“Termal çatlama riski sadece sıcaklık farkına bağlıdır.”	Risk, “sıcaklık farkı × elastisite modülü / çekme dayanımı” oranına bağlıdır. Malzemenin elastisite modülü ve rötre kapasitesi de aynı derecede etkilidir.
48	“Çatlak oluşumu sadece rötreyle bağlıdır.”	Rötre önemli bir etkendir ancak termal gerilmeler, yük etkisi, bağlayıcı tipi, kür yetersizliği ve kısıtlama koşulları da çatlak gelişimine yol açabilir.
49	“Donatı korozyon hızı sadece klorür miktarına bağlıdır.”	Aynı klorür içeriğinde bile nem döngüleri ve betonun elektriksel direnci farklıysa korozyon hızı değişir. Yani iyon miktarı kadar çevresel ve elektrokimyasal faktörler de etkilidir.
50	“Magnezyum sülfat etkisi, diğer sülfatların etkisiyle aynıdır.”	Magnezyum sülfat, klasik Na ₂ SO ₄ etkisinden farklı olarak hem genişleme hem de bağlayıcı bozulması (dekalsifikasyon) yaratır. Mg ²⁺ iyonu C-S-H fazını bozar, M-S-H jel oluşur ve dayanım hızla düşer. Yani MgSO ₄ saldırısı çift etkili (kimyasal + yapısal çözölme) bir mekanizmadır.



www.thbb.org

www.thbbakademi.org

