

BETONUN DONU, BUGUNU, YARINI

Ferruh KOCATAŞKIN

Prof. Dr.

İstanbul Teknik Üniversitesi

İstanbul, Türkiye

ÖZET

Bu bildiride "beton" adı verilen yapı malzemesinin nereden gelip, nereye gittiği konusu özetlenmiştir. Önce bağlayıcı maddelerin 5000 yıllık geçmişi alçı-kireç-puzzolan-su kireci-tabii çimento-portland çimentosu-özel çimentolar-katkı maddeleri-bağlayıcı atıklar sırasında açıklanmış, sonra 1850' li yıllarda betonarmenin icadı ile başlayan ve yönetmelikler-karışım hesabı metodları-öngerilmeli beton-vibrasyon-elastik teori-taşıma gücü-endüstriyel beton üretimi-prefabrikasyon sırasında günümüze kadar hızla süregelen gelişmelere değinilmiştir.

1990' lı yıllarda sayılabilen 28 çeşit özel beton türü veya özel üretim metodu açıklandıktan sonra, bunlar arasından "yüksek mukavemetli beton" üzerinde ayrıca durulmuştur. 1990' lı yıllarda kompozit malzeme kurallarının, karışım optimizasyonunun ve bilgisayarın betona uygulanması, çimento-agrega ara bölgesinin özellikleri, mukavemetin üst sınırı, kusurlardan arındırılmış çimento, geopolimer betonu, ay üssü için beton üretimi ve gereken yeni araştırmalar konularına da değinilmiştir.

Sonuçta, kalıcılık (dürabilite) dışında, beton için beklentilerin hep pozitif yönde olacağına ve ülkemiz için de benzer gelişmelerin bekleneceğine işaret edilmiştir.

1. GİRİŞ

Çimento, agrega, su ve gerektiğinde bir katkı maddesini harmanlayarak elde edilmiş ve oranları dikkatli ayarlanmış bir karışımı, istenen şekil ve

boyutta kalıplar içine boşluksuz olarak yerleştirmek ve uygun bakım koşulları altında sertleştirmek yolu ile elde edilen ve "beton" adı verilen bu önemli kompozit malzememizin nereden gelip, nereye gitmekte olduğu, kaynak listesinde sunulan yayınlardan faydalınarak bu bildiride özetlenmiştir.

2. Ca-ESASLI BAĞLAYICILARIN TARİHSEL GELİŞİMİ

Betonda en önemli bileşen olan bağlayıcı maddelerin geçmişi Çizelge I de görüldüğü gibi günümüzden 5000 yıl öncelere kadar gitmekte ve eski Mısır kalıntılarında rastlanan alçı harçları ile başlayıp, eski Yunan ve Roma kalıntılarında rastlanan kireç harcı ile devam etmekte, yine eski Roma kalıntılarında rastlanan ve suda de sertleşebilen "kireç-puzzolan" harç ve betonlarından geçerek yakın çağlara kadar gelmektedir. Kimyasal analiz metotlarının geliştirildiği yeni çağlarda ise su-kireci, tabii çimento, portland çimentosu gibi yüksek kaliteli bağlayıcı maddelerin hızla geliştiği, bunlarda gerçek bileşimlerin ve kristal yapıların araştırmalarla ortaya konduğu, ama- ca uygun özel portland çimentoları ve özel çimento türlerinin geliştirildiği, yine araştırmalarla hidrasyon ürünleri, hidrasyon ısısı, priz ve sertleşme, hacim genişlemesi, ve rötre ve sünme (jel suyu termodinamiği) gibi olayların açıklandığı da görülmektedir. Son yıllarda ise bu gelişmeleri "katkı maddelerinin kullanılması" ve "uçucu kül, silis dumanı, piriç kabuğu külü" gibi bağlayıcı atıkların kullanılması yenilikleri izlemiştir.

3. BETON VE BETONARMENİN TARİHSEL GELİŞİMİ

Günümüzde betonun en yaygın kullanımı, 1850' li yıllarda "betonarme" nin icadı ile başlamıştır. Beton ve betonarmenin bu gelişimi Çizelge II' de görülen bazı kilometre taşları yardımı ile özetlenecektir. Çelik çubuklarla donatılmış beton konusunda ilk yayın 1855' de François Coignet tarafından yazılmıştır. Betonarme elemanlar için ilk patent birkaç yıl sonra Joseph Monier tarafından alınmıştır. Avrupa ve Amerika'da betonarmenin gelişmesi bunu hızla izlemiştir. 1900'ü izleyen yıllarda betonarme ile ilgili yönetmelikler, beton karışım hesapları ile ilgili mukavemet ve su formülleri, ideal granülometri eğrileri, ilk öngerilmeli beton sistemleri ve ilk etkili vibrasyon geliştirilmiş, Türkiye' de de ilk betonarme yapılar inşa edilmiş ve ilk Türk Portland Çimento Standardı yayınlanmıştır. 1950'yi izleyen

ÇİZELGE I. Ca-Esaslı Bağlayıcıların Tarihsel Gelişimi

Yıllar	Gelişmeler	Kaynak
M.Ö.	ESKİ ÇAĞLAR	
3000	Alçı (havada sertleşen, Mısır, Babil)	[1]1-3
2000	Kireç (havada sertleşen, Yunan, Roma)	[2]3-5
1000	Kireç+Puzzolan (Suda sertleşen, Etrüks, Roma) (Pantheon,Colisseum,Pont du Gar)	[3]1-11 [4]1-3
M.S.	ORTA ÇAĞLAR	
500-1500	(Puzzolanların unutulması, kirecin iyi pişmemesi, kalitesiz yapılar)	
M.S	YENİ ÇAĞLAR	
1700-1900	Su Kireci (1756 Smeathon) Tabii Çimento (1818 Vicat)	[1]3-10
	Portland Çimentosu (1824 Aspdin)	[2]6-10
	Döner Fırın (1885 Ransome), P.Ç. Fabrikaları	[4]3-5
	C ₃ S, C ₂ S, C ₃ A bileşenleri (1887 Le Châtelier)	
	Klinker Minerolojisi (1897 Törnebohm)	
1900 lü yıllar	Türkiye'de ilk P.Ç. Fabrikası (1913 Darıca)	
	CaO-SiO ₂ -Al ₂ O ₃ Faz Dengesi (1915 Rankine ve Wright)	
	C ₄ AF Bileşeni (1928 Bogue ve Arkadaşları)	
	P.Ç.Tipleri(Yük.Mük.;Hidr.Isısı Az;Sülfata Day.)	[1]10-54
	Özel Çimentolar (Alüminli;Demirli;Traslı;Yüks.Fır.)	[2]14-230
	CaO-SiO ₂ -Al ₂ O ₃ -Fe ₂ O ₃ Faz Dengesi (1939 Lea ve Parker)	
	C ₂ F,C ₄ AF,C ₆ AF ₂ , v.s. Bileşenleri (1952 Londra)	[3]308-482
	Türkiye'de P.Ç. Endüstrisinin Gelişmesi (1952)	[4]6-69
	Hidratasyon Ürünleri, Hidratasyon Isısı, Priz ve Sertleşme, Hacim Genişlemesi, Jel Suyu Termodinam. (Rötre ve Sünme) Araştırmaları (1960'lı yıllar).	[5]901-929
	Katkı Maddeleri (Priz Ayarlayan; Hava Sürükleyen; Akışkanlaştırıcı, v.s.)	[6]45-56 [7]297-327
	Puzzolanik ve Bağlayıcı Mineral Atıklar(Yüksek Fırın Cürufu, Ucucu Kül, Silis Dumanı, Pirinc Kabuğu KÜLÜ)	[8]175-200 [9]1-46

Çizelge II. Beton ve Betonarmenin Tarihsel Gelişimi

Yıllar	Gelişmeler	Kaynak
1852	İlk Betonarme Yapı (François Coignet)	[10]84-86
1860	İlk Alman Çimento Standardı	
1867	Betonarme İçin İlk Patent (Joseph Monier)	
1880	Almanya ve Avusturya'da Betonarmenin Gelişmesi (Aktiengesellschaft für Beton und Monierbau)	
1897	Fransa'da Betonarmenin Gelişmesi (Hennebique) Ponts et Chaussées'de İlk Betonarme Dersi (Rabut) Avusturya'da Melan Kemer Sistemi (Emperger)	
1900	Beton Mukavemet Formülü (Féret.R)	[11]
1906	İlk Alman Betonarme Şartnamesi	[12]VII
1907	Fuller Parabolü (İlk İdeal Granülometri)	[13] 183
1913	American Concrete Institute (ACI) Kuruluşu ve İlk Amerikan Yönetmelikleri	[14]409-435
1918	Agrega Yüzey Alanları Metodu (Edwards ve Young)	[15]236
1918	Mukavemet Formülü, İncelik Modülü (Abrams)	[16]
1919	Çimento İnceliğinin Etkisi (Abrams)	[17]
1920'ler	Türkiye'de İlk Betonarme Yapılar	
1921	Harç Boşlukları Metodu (Talbot ve Richards)	[18]940-963
1926	Bolomey Formülleri ve Parabolü	[19]41
1928	İlk Üngerilmeli Beton Sistemi (Freysinet, E)	[20]3
1930	Graf Formülü ve İdeal Granülometrisi	[21]
1930	Etkili Vibrasyon Uygulanışı	[22]36-53
1933	"Particle Interference" Kavramı (Weymouth)	[23]818
1937	İlk Türk P.Ç. Standardı (2/5826 sayılı kararname, Resmi Gazete 5.3.1937)	
1939-1949	ACI Karışım Hesabı Metodu (ACI-613)	[24]-[26]
1940	Magnet Üngerme Sistemi (Metal Ankrajlı)	[20]4
1943	Alman DIN 1045 Betonarme Yönetmeliği (Elastik)	[27]
1948	Vibrasyonla İlgili Temel Araştırma (L'Hermite)	[28]
1950	Türkiye'de İlk Üngerilme	[29]
1953	İlk Türk Betonarme Şartnamesi (Elastik)	[30]
1956	American ACI 318 Betonarme Standardı (Taş.G)	[31]
1957	Betonda İstatistik Kalite Kontrolü (ACI-214)	[32]
1962	Türk Betonarme Standardı TS 500 (Elastik)	
1963	Olasılık Yaklaşımının Taşıma Gücüne Uygulanışı	[33]
1963	American ACI 318 Betonarme Standardı (Taşıma Gücü)	[31]
1978	Alman DIN 1045 Betonarme Standardı (Taşıma Gücü)	[34]
1982	Türk Betonarme Standardı TS 500 (Taşıma Gücü)	
1980'ler	Ölkemizde Beton Kalitesinde Gelişme, Endüstriyel Beton Üretimi ve Prefabrikasyon	[35]-[42]

yıllarda Avrupa ve Amerika' da betonarme yönetmelikleri gelişerek elastik teoriden, taşıma gücü metoduna geçilmiş, 1970-80' li ve onları izleyen yıllarda endüstriyel beton üretiminin ve prefabrikasyonun dünyada ve ülkemizde geliştiği görülmüştür.

4. ÖZEL BETON TURLERİ VE ÖZEL ÜRETİM METOTLARI

İçinde bulunduğumuz 1990'lı yıllarda Çizelge III' de görüldüğü gibi betonun sayısı 28' e varan özel türü veya özel üretim metodu geliştirilmiş bulunmaktadır. Bunların adları alfabetik olarak çizelgede sıralanmıştır. 27 ci sırada yer alan "Yüksek Mukavemetli Beton" ile ilgili konular aşağıda ayrıca ele alınacaktır.

5. YÖKSEK MUKAVEMETLİ BETON

Günümüzün aktüel konusu olan "Yüksek Mukavemetli Beton" Çizelge IV' de ayrı olarak tekrar ele alınmıştır. Süper akışkanlaştırıcı katkı, silis dumanı ve yüksek mukavemetli agrega gerektiren bu özel beton türü üzerinde karışım hesabı, kısa ve uzun süreli yüklemdeki davranış, bakım sıcaklığının etkisi, rötre ve sünmesi, aşınma mukavemeti, özel yapılarda kullanım örnekleri gibi konulardaki yayınlara işaret edilmiş, henüz yeni olan ve yeterince tanınmayan bu malzeme üzerinde yeni araştırmalar yapılmasına ihtiyaç duyulan konular da belirtilmiştir.

6. GELECEĞE YÖNELİK OLUŞUMLAR

İçinde bulunduğumuz 1990' lı yıllarda malzeme bilimindeki ve deney tekniklerindeki yeni gelişmeler sonucunda, Çizelge V' de belirtilmiş olduğu gibi, "kompozit malzeme kurallarının-karışım optimizasyonunun-bilgisayarın betona uygulanması", "çimento-agrega ara bölgesi özelliklerinin araştırılması", "çimento kompozitlerinde mukavemet üst sınırının araştırılması", "makro kurlardan arındırılmış çimento geliştirilmesi", "nükleer radyasyondan uzun ömürlü koruma için geopolimer betonu geliştirilmesi", ve "ayda kurulacak üs için ay malzemeleri ile beton üretilmesi" gibi konular üzerinde sağlanan ilerlemelere ve halen araştırılması gereken konulara işaret edilmiştir.

Çizelge III. Betonun Özel Türleri ve Üretim Metotları

Sıra No	Türler ve Metotlar (Alfabetik)	Kaynak
1	Ağır Beton	[43], [44]
2	Akıtma Beton	[45], [46]
3	Brüt Beton (Cephe Betonu)	[47], [48]
4	Derz Betonu	[49], [50]
5	Enjeksiyon Harcı (Ankraj Harcı)	[51], [52]
6	Ferrocement	[53], [54]
7	Geçirimsiz Beton	[55], [56]
8	Genç Beton (Yeşil Beton)	[57], [58]
9	Hafif Beton	[59], [60]
10	Hazır Beton (Endüstriyel Beton)	[61], [62]
11	Kalıcı Beton (Dürabilite)	[63], [64]
12	Kütle Betonu (Massif Beton)	[65], [66]
13	Liflerle Donatılı Beton	[67], [68]
14	Polimer İçeren Beton	[69], [70]
15	Pompa Betonu	[71], [72]
16	Prefabrik Beton ve Isıl İşlem	[73], [74]
17	Prepakt Beton	[75], [76]
18	Püskürtme Beton	[77], [78]
19	Rötresi Dengelenmiş Beton	[79], [80]
20	Sıcakta Beton Dökümü	[81], [82]
21	Silindirlenmiş Beton	[83], [84]
22	Soğukta Beton Dökümü	[85], [86]
23	Su Altında Beton Dökümü (Tremi Betonu)	[87], [88]
24	Vakum Betonu	[89], [90]
25	Yenibaştan Çevrimlenmiş Beton	[91], [92]
26	Yol ve Uçak Pisti Betonu	[93], [94]
27	Yüksek Mukavemetli Beton (Çizelge IV'e bakın)	
28	Yüksek Sıcaklığa Dayanımlı Beton (Refrakter)	[95], [96]

Çizelge IV. Yüksek Mukavemetli Beton

Sıra No	Yüksek Mukavemetli Betonla İlgili Konular	Kaynak
1	YMB'un Geçmişi, Bugünü, Geleceği	[97], [98]
2	YMB'un Karışım Hesabı ve Özellikleri	[99], [100]
3	YMK' Konusunda Özet Raporlar	[101], [102]
4	YMB'un Kısa Süreli Yüklemedeki Özellikleri	[103] - [106]
5	YMB'da Mikroçatlaklar ve Zamana Bağlı Özellikler	[107] - [109]
6	YMB'a Bakım Sıcaklığının Etkisi	[110]
7	YMB' un Rötne ve Sünmesi	[111]
8	YMB'un Aşınma Mukavemeti	[112]
9	YMB'a Kırılma Mekanizması Uygulanışı	[113]
10	YMB'un Yüksek Yapılara Pompalanışı	[114]
11	YMB'un Petrol Platformlarında Uygulanışı	[115]
12	Avrupa'da YMB Uygulamaları	[116], [117]
13	<u>YMB için araştırma önerileri</u> - Agrega özelliklerinin etkisi, - Aşınma mukavemeti, - Donatının korozyondan korunuşu, - Donma dayanımı için gerekli hava miktarı, - Döşeme ve kirişlerde uzun süreli çökmeler, - Ekonomik üretilebilirliği, - Mekanik özellikleri, rötne ve sünmesi - Yangın ve yüksek sıcaklığa dayanımı, - Yüksek mukavemetli çimento şerbeti, - Yüksek mukavemetli hafif beton, - Yüksek mukavemetli liflerle donatılı beton.	[118]

Çizelge V. Geleceğe Yönelik Oluşumlar

Sıra No	Yeni Gelişmeler	Kaynak
1	Kompozit Malzeme Kurallarının Betona Uygulanması	[119] , [120]
2	Lineer Optimizasyonunun Beton Karışım Hesaplarına Uygulanması	[121] , [122]
3	Beton ve Betonarmede Bilgisayar Uygulamaları	[123] , [124]
4	Çimento-Agrega Ara Bölgelerinin Araştırılması	[125]
5	Çimento Kompozitlerinde Mukavemetin Ost Sınırı	[126]
6	Makro Kusurlardan Arındırılmış Çimento	[127] - [129]
7	Kırılma Mekanizmasının Betona Uygulanması	[130] , [131]
8	Nükleer Radyasyondan Koruma İçin Uzun Ömürlü Geopolimer Betonu	[132] , [133]
9	Ay Össü İçin Beton Üretimi ve Yapı Tasarımı	[134]
10	<u>Yeni Araştırma Çağrılar</u> -Betonarme yapıların bakım ve tamiri, -Betonda bilgisayar uygulamaları, -Çimento ve beton özelliklerini kestirme modelleri, -Genleşme derzleri ve mafsallar, -Hafif agregalı taşıyıcı betonun davranışı, -Kazan külünün betonda kullanılışı, -Liflerle donatılı beton ve ferrocement kullanımı, -Malzeme bilimi kavramlarının betona uygulanışı, -Ön gerilmeli betonun kalıcılığı (dürabilite), -Polimer içeren betonlar, -Uçucu kül, silis dumanı, cüruf içeren betonlar, -Yüksek mukavemetli betonarmede boyutlama, -Yüksek mukavemetli betonun yangın dayanımı.	[135]
11	<u>Gelecek İçin Beklentiler</u> -Betonun gelecekte en çok kullanılan, en az enerji tüketen, en iyi çevre koruyan, en ekonomik yapı malzemesi olmayı sürdüreceği, -Malzeme bilimindeki gelişmeler sonucu betonda mukavemetin, E-modülünün, tokluğun artacağı, -Gelecekte artacak olan talebin, agrega-kil-kalker ve fosil yakıt kaynaklarının karşılanacağı, -Teknolojinin daha değişik türler, daha yüksek mukavemetler, duktilite eksikliğine karşı daha iyi önlemler sağlayacağı; daha az enerji gerektiren malzeme, üretim ve yerleştirmede otomasyon ve bilgisayarlı yönetim kullanacağı; prefabrik eleman ve üretim ve montajını daha geliştireceği, -Normalin dışındaki kullanım şartları altında kalıcılık (dürabilite) probleminin yeni araştırmalar ile çözülmesi gerektiği, -Betonarmenin boyutlama metodlarında da büyük gelişmeler beklendiği	[136] - [144]

Betonun geleceği için açıklanan beklentiler ise Çizelge V' in son sırasında görüldüğü gibi şöyle özetlenebilmektedir :

"Beton gelecekte de en ekonomik, en çok kullanılan, en az enerji gerektiren, ve en iyi çevre koruyan yapı malzemesi olmayı sürdürecektir. İlerde artacak olan tüketim, zengin agrega-kil-kalker-fosil yakıt kaynaklarınca yeterince karşılanabilecektir. Malzeme bilimindeki yeni gelişmelerle daha değişik türler, daha yüksek mukavemetler, süneklik eksikliğine karşı daha iyi önlemler sağlanabilecektir. Betonarmedeki boyutlama metotlarında da yeni gelişmeler beklenmektedir. Bunlara karşılık, normalin dışındaki ortam şartlarındaki kalıcılık (dürabilite) probleminin ise yeni araştırmalarla çözümlenmesi gerekecektir".

Açıklamalarımın sonucu olarak benzer gelişmelerin ülkemizde de, belki belirli bir faz farkı ile bekleneceği kanımı belirtmek yanlış olmayacaktır.

7. KAYNAKLAR

Ca-Esaslı Bağlayıcıların Tarihsel Gelişimi

1. Postacıoğlu, B., "Beton, Bağlayıcı Maddeler, Agregalar", Beton Cilt 1, Bağlayıcı Maddeler, Teknik Kitaplar Yayınevi, 1st., s.1-3.
2. Blanks, R.F., Kennedy, H.L., "The Technology of Cement and Concrete", Vol.1, Concrete Materials, Wiley, New-York 1955, pp.3-5.
3. Lea, F.M., Desch, C.H., "The Chemistry of Cement and Concrete" St. Martins Press Inc., New-York 1956, pp.1-11.
4. Kocataşkın, F., "Çimento ve Özellikleri Hakkında Ne Biliyorsunuz", İTÜ Yayını, Sayı 627, İstanbul 1965, s.1-3.
5. ACI Committee 225: "Guide to the Selection and Use of Hydraulic Cements" ACI Journal, Nov.-Dec.1985, pp.901-929.
6. Özturan, T., "Beton Katkı Maddelerinin Genel Özellikleri, Sınıflandırılmaları, İşlenebilme Özelliğine Etkiyen Katkılar", DSI Beton Semineri, 6-10 Şubat 1984 Ankara, S.45-56.
7. ACI Committee 212: "Chemical Admixtures for Concrete", ACI Materials Journal, May-June 1989, pp.297-327.
8. Akman, S., "Beton Teknolojisinde Silica Fume Kullanılması", İTÜ İnş.Fak., Yapı Malzemesi Semineri 1985, s.175-200.
9. Mehta, K., "Puzzolans and Cementitious Byproducts as Mineral Admixtures for Concrete-A Critical Review", Fly Ash, Silica Fume, Slag and Other Mineral Byproducts in Concrete, ACI SP-79, Vol.I, 1983, pp.1-46

Beton ve Betonarmenin Tarihsel Gelişimi

10. Anonim . "The Brith of Reinforced Concrete", Concrete and Constructional Engineering, Dec.1949, Türkçe Çevirisi : İTÜ Dergisi, Cilt 7, Sayı 3-4 (1949), s.84-85.
11. Féret, R., "Etude Expérimentale du Ciment Armé", Paris 1906.
12. Schleicher, F., "Taschenbuch für Bauingenieure", Dischinger, F., "Massivbau", s.1319, Springer Verlag, Berlin 1949, Türkçe Çevirisi : İTÜ Yayını, Sayı 231, 1950, s.VII-VIII.
13. Taylor and Thompson , "Concrete, Plain and Reinforced", 1912 Fuller, W.B., "Proportioning Concrete", p.183.

14. Maples, W.A., Wilde, R.E., "A Story of Progress, Fifty Years of the American Concrete Institute", Proc. ACI Vol.50(Feb.1954), pp.409-436.
15. Edwards, L.N., "Proportioning the Materials of Mortars and Concretes by Surface Areas of Aggregates", Proc.ASTM Vol.18(1918), P.II, p.236.
16. Abrams, D.A., "Design of Concrete Mixtures" Bulletin 1, Structural Materials Research Lab., Lewis Institute, Chicago 1921.
17. Abrams, D.A., "Effect of Fineness of Cement", Bulletin 4, Structural Materials Research Lab., Lewis Institute Chicago 1919.
18. Talbot, N., "A Method of Estimating the Density and Strength of Concrete and of Proportioning the Materials by the Experimental and Analytical Consideration of the Voids in Mortar and Concrete, Proc.ASTM, Vol.21(1921), pp.940-963.
19. Bolomey, J., "Bestimmung der Druckfestigkeit von Mörtel und Beton", Schweizerische Bauzeitung 1926, Bnd.88, S.41.
20. Lin, T.Y., "Design of Prestressed Structures", John Wiley and Sons, New-York 1963, pp.1-10.
21. Graf, O., "Der Aufbau des Mörtels und des Betons", Springer Verlag Berlin 1930, SS.30, 64, 82, 88.
22. ACI Committee 309: ACI 309.1R-81 Behavior of Fresh Concrete During Vibration, Journal of ACI, Jan.-Feb.1981, pp.36-53.
23. Weymouth, C.G.A., "Designing Workable Concrete", Engineering News Record, Dec.29, 1938, p.818.
24. Lyse, I., "Simplifying Design and Control of Concrete Mixes", Proc.ACI Vol.26(1930), p.831.
25. Walker, S., "How to Design Concrete Mixtures", Proc.ACI Vol.35(1939),p.211.
26. ACI Committee 613: Recommended Practice for the Design of Concrete Mixes, ACI 613-49, American Concrete Institute.
27. DIN 1045(1949): Bestimmungen des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton, Wilhelm Ernst und Sohn, Berlin 1949.
28. L'Hermite, R., Tournon, G., "La Vibration du Béton Frais, Recherches Théoriques et Expérimentales", Annales l'ITBTP, Serie Béton-Béton Armé, No.1, Février 1948.
29. Yazarın hatırlarında kaldığına göre Ankara-Çankırı karayolundaki köprü
30. Türkiye Köprü ve İnşaat Cemiyeti Betonarme Şartnamesi, Ankara 1953.

31. Winter, G., "Development of a National Building Code for Reinforced Concrete 1908-1977", Concrete International, Dec.1982, pp.27-37.
32. ACI Committee 214: ACI 214-57 Recommended Practice for Quality Control of Concrete, Proc.ACI Vol.53(1957), pp.561-579.
33. Reese, R.C., Allen, D.E., Cornell, C.A., Esteva, L., White, R.N., Sexmith, R.C., Winter, G., "Probabilistic Approaches to Safety", Proc.ACI Vol.73 (1976), pp.37-49.
34. DIN 1045 (1978): Bestimmungen des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton Wilhelm Ernst und Sohn, Berlin 1978.
35. ODTÜ İnş.Müh.Böl.: "Türkiye'de Üretilen Çimento ve Betonların Standartlara Uygunluk Araştırması", TC Bayındırlık Bakanlığı, Yapı İş.Gn.Md. 1981, Ankara
36. Akyüz, S., Uyan, M., "İstanbul Çevresindeki Betonların Niteliği Üzerine Bir Araştırma", 1ci Ulusal Beton Kongresi Bildiriler Kitabı, s.160-171, 1989, İstanbul.
37. Özbeki, H., "Beton Dosyası 89", İnşaat Malzemeleri ve Uygulamaları, Nisan 1989, s.15-38.
38. Anonim: "Türkiye'de Hazır Beton", İnşaat Malzemeleri ve Uygulamaları, Nisan 1989, s.24-33.
39. Tunçağ, M., "Onüçüncü BIMB Kongresi", Prefabrik Birliği, Yıl 4, Sayı 16 (Ekim 1990), s.10-13.
40. İkinci, C.E., "Türkiye'de Uygulanan Prefabrikasyona Genel Bakış" Prefabrik Birliği, Yıl 4, Sayı 16 (Ekim 1990), s.28-29.
41. TMMOB, İnş.Müh.O.İstanbul Şubesi : 1ci Ulusal Beton Kongresi Bildiriler Kitabı, 24-26 Mayıs 1989, İst.
42. Kıbrıs Türk MMOB, İnş.Müh.Odası: Kuzey Kıbrıs 1ci Beton Kongresi "İyi Beton", 26-28 Eylül 1990, Lefkoşa.

Betonun Özel Türleri ve Üretim Metotları

43. Akyüz, S., "Gamma Işınlardan Korunmada Barit Agregalı Ağır Beton", ITOD, Cilt 35, Yıl 35, Sayı 5(1977), s.59-69.
44. ACI Committee 304: ACI 304-75, High Density Concrete, Measuring, Mixing, Transporting and Placing, ACI Journal Aug.1975, pp.407-414.
45. Özturan, T., "Süperakışkanlaştırıcı Katkı Maddelerinin Taze ve Sertleşmiş Beton Özelliklerine Etkileri", ITÜ İnş.Fak.Yapı Malzemesi Seminerleri 1982, s.61-76.

46. Bonzel, V.J., Siebel, E., "Fließbeton und Seine Anwendungsmöglichkeiten", Betontechnische Berichte 1974, Beton-Verlag, Düsseldorf, s.21-44.
47. Gonzales, L.T., "The Twentieth Century Stone", Concrete International, Jan.1984, pp.21-31.
48. ACI Committee 303: ACI 303-74, Guide to Cast-in-Place Architectural Concrete Practice, ACI Journal, July 1974, pp.317-346.
49. Özkul, H., "Yapılarda İş Derzleri", Yapılarda Derz Sempozyumu, Bildiri No.8, Yapı Endüstri Merkezi, 1988 İstanbul.
50. ACI Committee 504: ACI 504-82, State-of-the-Art Report on Sealing Joints in Tunnels, Concrete International, June 1982, pp.17-29.
51. Kocataşkın, F., "Ankraj Harcı", Türkiye'de İnşaat Mühendisliğinde Gelişmeler Kongresi, 21-23 Mayıs İstanbul, s.151-158.
52. Benz, ., "Einpress Mörtel", Chemische Fabrik Grünau, Illertissen 1975.
53. Özdemir, N., Kocataşkın, K., "Ferrocementin Tanıtılması ve Türkiye'de Uygulama Alanları", İTÜ İnş.Fak.Yapı Malzemesi Seminerleri 1984, s.1-8.
54. ACI Committee 549: State-of-Art Report on Ferrocement, Concrete International, Aug.1982, pp.15-35.
55. Kocataşkın, F., "Betonların Geçirimsizliği ve Tecridi", İTÜ Yayını, Sayı 429, 1960 İstanbul.
56. Wishers, G., Krumm, E., "Zur Wirksamkeit von Betondichtungsmitteln", Betontechnische Berichte 1975, Beton-Verlag, Düsseldorf, s.105-141.
57. Wiering, H.J., "Eigenschaften von "grünem, jungem" Beton", Beton, 3-68, s.94-101, 1968.
58. Wischers, G., "Einfluss der Zusammensetzung des Betons auf seine Frühfestigkeit", Betontechnische Berichte 1963, Beton-Verlag Düsseldorf, s.137-168.
59. Taşdemir, M.A., "Taşıyıcı Hafif Agregalı Betonların Elastik ve Elastik Olmayan Davranışları", Doktora Tezi, İTÜ İnş.Fak. 1981.
60. ACI Committee 304: ACI 304.5R-82, Batching, Mixing and Job Control of Lightweight Concrete, Concrete International, Sept.1982, pp.88-96.
61. Anonim: "Türkiye'de Hazır Beton", İnşaat Malzemeleri ve Uygulamaları, Nisan 1989, Sayı 17, s.24-33.
62. ACI Fall Convention, Ottawa, Ont. Canada: Symposium on Industrialized Concrete Construction, ACI Journal, Jan.1974, p.N4.

63. ACI Committee 201: ACI 201-77, Guide to Durable Concrete, ACI Journal, Dec.1977, pp.573-609.
64. Güner, A., "Kimyasal Zararlı Ortamda Beton, Üretim, Bakım ve Önlemler", DSI Beton Semineri, 1984 Ankara, s.83-110.
65. Bursalı, S., Dağdeviren, H., Mutlu, M., "Atatürk Barajı ve HES İnşaatında Beton Kalitesi ve Denetimi", 1ci Ulusal Beton Kongresi, 24-26 Mayıs 1989, İnş.Müh.Odası, İst. Şubesi, Bildiriler Kitabı, s.264-299.
66. ACI Committee 207: ACI 207-70, Mass Concrete for Dams and Other Massive Structures, ACI Journal, April 1970, pp.273-309.
67. Uyan, M., "Lifli Betonların Genel Özellikleri ve Gelişimi", İTÜ İnş.Fak. Yapı Malzemesi Semineri 1984, s.121-132.
68. ACI Committee 544: ACI 544-82, State-of-the-Art Report on Fiber Reinforced Concrete, Concrete International, May 1982, pp.9-30.
69. ACI Committee 546: ACI 546.1R-80, Guide for Repair of Concrete Bridge Superstructures, Concrete International, Sept.1980, pp.69-88.
70. Cremaschi, J., "Polymer Concrete Overlays", Concrete International, May 1986, pp.58-60.
71. ACI Committee 304: ACI 304-71, Placing Concrete by Pumping Methods ACI Journal, May 1971, pp.327-345.
72. Sargın, M., "Beton Yapım, Döküm, ve Bakım Kuralları", DSI Beton Seminerleri, 6-10 Şubat 1984, s.251-254.
73. ACI Committee 533: ACI 533-70, Fabrication, Handling and Erection of Precast Concrete Wall Panels, ACI Journal, April 1970, pp.310-340, ACI 533-71, Design of Precast Concrete Wall Panels, ACI Journal, July 1971, pp.504-513.
74. Uyan, M., "Betona Isıl İşlem Uygulaması ve Beton Özelliklerine Etkisi ve Beton Boru Üretiminde Isıl İşlem Uygulaması Esasları", DSI Beton Semineri, 6-10 Şubat 1984 Ankara, s.139-150.
75. Sargın, M., "Beton Yapım, Döküm ve Bakım Kuralları", DSI Beton Semineri, 6-10 Şubat 1984, Ankara, s.256-257.
76. ACI Committee 304: ACI 304-69, Preplaced Aggregate for Structural and Mass Concrete, ACI Journal, Oct.1969, pp.785-797.
77. Kocataşkın, F., "Püskürtme Beton Tünel Kaplaması", Türkiye'de İnşaat Mühendisliği Alanında Gelişmeler Kongresi, 21-23 Mayıs 1984 İstanbul, s.147-151.

78. ACI Committee 506: ACI 506-66, Recommended Practice for Shotcreting ACI-SP 14, 1968, pp.193-217.
79. ACI Committee 223: Expansive Cement Concretes-Present State of Knowledge, ACI Journal, Aug.1970, pp.583-610.
80. ACI Committee 223: ACI 223.1R, Standard Practice for the use of Strickage Compansating Concrete, Concrete International, Jan.1983, pp.40-74.
81. ACI Committee 305: ACI 305R-89, Hot Weather Concreting.
82. Özkuş, H., "Sıcak ve Soğuk Ortamda Beton, Üretim-Bakım-ve Önlemler", DSI Beton Semineri, 6-10 Şubat 1984 Ankara, s.77-82.
83. ACI Committee 207: ACI 207-80, Roller Compacted Concrete, ACI Journal, July-Aug.1980, pp.215-236.
84. Tatro, S.B., Schrader, E.R., "Thermal Considerations for Roller Compacted Concrete, ACI Journal, March-April 1985, pp.119-128.
85. Özkuş, H., "Soğuk Havalarda Beton Üretimi", DSI Beton Semineri, 6-10 Şubat 1984 Ankara, s.68-77.
86. ACI Committee 306: ACI 306.1, Proposed Standard Specification for Cold Weather Concreting, ACI Journal, Nov.-Dec.1986, pp.1043-1047.
87. Sargın, M., "Beton, Yapım, Döküm, Bakım Kuralları", DSI Beton Semineri, 6-10 Şubat 1984, Ankara, s.257.
88. Troxel, Davis, Kelly, "Composition and Properties of Concrete", McGraw-Hill, 1968, pp.364-374.
89. Malinovski, R., Wenander, H., "Factors Determining Characteristics and Composition of Vacuum Dewatered Concrete", ACI Journal, March 1975, pp.98-101.
90. Pickard, S.S., "Vacuum Dewatered Concrete", Concrete International, Nov.1981, pp.49-55.
91. Özturan, T., "Eski Beton Kırığı Agregalı Betonlar", İTÜ İnş.Fak.Yapı Malzemesi Semineri 1987.
92. Foster, S.W., "Recycled Concrete as Aggregate", Concrete International, Oct.1986, pp.34-40.
93. Akman, S., "Hava Alanı Betonlarının Üretim ve Denetim Sorunları", İTÜ Yapı Malzemesi Seminerleri 1984, s.19-39.

94. ACI Committee 316: ACI 316-73, Recommended Practice for Construction of Concrete Pavements and Concrete Bases, ACI Journal, Aug.1973, pp.545-570.
95. ACI Committee 547: ACI 547-79, Refractory Concrete, State-of-the-Art Report, Concrete International, May 1979, pp.62-85
96. Kordina, Meyer-Ottens, "Betonbrandschutz Handbuch", Beton-Verlag, Düsseldorf 1981.

Yüksek Mukavemetli Beton

97. Özturan, T., "Yüksek Mukavemetli Beton Teknolojisi", İTÜ İnş.Fak. Yapı Malzemesi Seminerleri 1984, s.171-182.
98. Saucier, V.L., "High Strength Concrete, Past, Present, Future", Concrete International, June 1980, pp.46-50.
99. Tognon, G., Ursella, P., Coppetti, G., "Desing and Properties of Concretes With Strength Over 1500 kgf/cm²", ACI Journal, May-June 1980, pp.171-178.
100. Bürge, T.A., "14000 psi in 24 Hours", Concrete International, Sept.1983, pp.36-41.
101. Shah, S.P., "High Strength Concrete-A Workshop Summary", Concrete International, May 1981, pp.94-98.
102. ACI Committee 363: State-of-the-Art Report on High Strength Concrete", ACI journal, July-Aug.1984, pp.364-411.
103. Carrasquillo, R.L., Nilson, A.H., Slate, F.O., "Properties of High Strength Concrete Subjected to Short-term Loads", ACI Journal, May-June 1981, pp.171-178.
104. Carrasquillo, R.L., Slate, F.O., Nilson, A.H., "Microcracking and Behavior of High Strength Concrete Subjected to Short Term Loading", ACI Journal, May-June 1981, pp.179-186.
105. Aitchin, P.C., Sarkar, S.L., Laplante, P., "Long Term Characteristics of a Very High Strength Concrete", Concrete International, Jan.1990, pp.40-44.
106. Hwee, Y.S., Rangen, B.V., "Studies on Commercial High Strength Concretes", ACI Materials Journal, Sept.-Oct.1990, pp.440-445.
107. Ngab, A.S., Slate, F.O., Nilson, A.H., "Microcracking and Time-Dependent Strains in High Strength Concrete", ACI Journal, July-Aug. 1981, pp.262-268.

108. Smadi, M.M., Slate, F.O., Nilson, A.H., "High-,Medium-, and Low-Strength Concretes Subjected to Sustained Overloads-Strains, Strengths, and Failure Mechanisms", ACI Journal, Sept.-Oct.1985, pp.657-664.
109. Smadi, M.M., Slate, F.O., "Microcracking of High and Normal Strength Concretes Under Short-and Long-term Loadings", ACI Materials Journal, March-April 1989, pp.117-127.
110. Aitchin, P.C., Riad, N., "Curing Temperature and Very High Strength Concrete", Concrete International, Oct.1988, pp.69-72.
111. Ngab, A.S., Nilson, A.H., Slate, F.O., "Shrinkage and Creep of High Strength Concrete", ACI Journal, July-Aug.1981, pp.255-261.
112. Gjrv, O.E., Bearland, T., Rnning, H.H., "Abrasion Resistance of High Strength Concrete Pavements", Concrete International, Jan.1990,pp.45-48.
113. Shah, S.P., "Fracture Toughness for High Strength Concrete", ACI Materials Journal, May-June 1990, pp.260-265.
114. Page, K.M., "Pumping High-Strength Concrete on World's Tallest Concrete Building", Concrete International, Jan.1990, pp.26-28.
115. Ronnenberg, H., Sandvick, M., "High Strength Concrete for North Sea Platforms", Concrete International, Jan.1990, pp.29-34.
116. Aitchin, P.C., "Les Btons a Haute Resistance", Bulletin de Liason des Laboratoires des Ponts et Chaussées, No.162, Juillet-Août 1989, pp.55-60.
117. Seminaires et Colloques Orgniss par l'E.N.P.C. Sous la Direction d'Yves Malier:Les Btons A Hautes Preformances-Du Matériau  L'ouvrage, Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, Paris 1990
118. ACI Committee 363: Research Needs for High Strength Concrete, ACI Materials Journal, Nov.-Dec.1987, pp.559-561.

Geleceğe Yönelik Oluşumlar

119. Kocataşkın, F., "Beton zeliklerinin Kompozit Malzeme Kuralları ile İncelenmesi", İT İnş.Fak.Yapı Malzemesi Seminerleri 1985, s.41-65.
120. Kocataşkın, F., zturan, T., Ersoy, H.Y., "A Composite Materials Approach for the Prediction of Concrete Properties", İT Bulletin, Vol.41, No.2, pp.333-347.
121. Kocataşkın, F., "Beton Karışımlarının Optimizasyonu", İT İnş.Fak. Yapı Malzemesi Seminerleri 1982, s.139-142.

122. Nichols, R., "Composite Construction Materials Handbook", Prentice-Hall, New Jersey 1976, pp.248-266 Mix Optimization
123. ACI Publications SP-16: Computer Applications in Concrete Design and Technology (A Collection of 8 Articles). American Concrete Association. 1967.
124. Computers In Concrete (A Collection of 5 Articles), Concrete International, Dec.1990, pp.29-53.
125. Mehta, K., "Concrete", Vol.1, Chapt.2, pp.36-43, Transition Zone in Concrete, Prentice Hall 1986.
126. Shah, S.P., "What is the Upper Limit of the Fracture Strength of Cement Based Materials?", Cementing the Future, Spring 1989, pp.1-4, Science and Technology Center for Advanced Cement Base Materials News Letter.
127. Birchall, J.D., Kelly, A., "New Inorganic Materials" Scientific American, May 1983, pp.88-95.
128. Berg, M., Young, J.F., "Introduction to Macro-Defect Free Cement Composites", Cementing the Future, Fall 1989, Vol.1, No.2, pp.1-4. Science and Technology Center for Advanced Cement Base Materials News Letter (See also Concrete International, No.1990, pp.88)
129. Garboczi, E.J., Bentz, D.P., "Cement in the Computer Age", Cementing the Future, Winter 1990, Vol.2, No.1, pp.1-4, Summer 1990, Vol.2, No.2, pp.5, Fall 1990, Vol.2, No.3, pp.1-4.
130. Shah, S.P., "Fracture Toughness of Cement Based Materials", Materials and Structures, RILEM, March 1988, No.122, pp.145-150.
131. Elfgren, L. (Editor), "Fracture Mechanics of Concrete Structures, From Theory to Applications", A RILEM State-of-the-Art Report, Chapman and Hall, London 1989.
132. Davidovits, J., Comrie, P.C., Peterson, J.H., Ritay, D.J., "Geopolymeric Concretes for Environmental Protection", Concrete International, July 1990, pp.30-40.
133. Davidovits, J., "Ancient and Modern Concretes, What is the Real Difference?", Concrete International, Dec.1987, pp.23-35.
134. ACI: Nov.11-15, 1990 Fall Convention Program, Philadelphia, Nov.11- Lunar Concrete Session.
135. Yeni Araştırma Ünerileri, Concrete International, May 1990, pp.90-91, June 1990, pp.110-111, Aug.1990, pp.82-84.

136. McLaughlin, J.F., Dolch, W.L., Diamond, S., Scholer, C.H., "Concrete Today and Tomorrow", Civil Engineering, Aug.1969, pp.42-44.
137. Philleo, R.E., "Versatility and High Strength in Concrete Materials", Concrete International, Feb.1984, pp.41-47.
138. Mehta, K., "Concrete", Vol.2, Chapt 12, pp.431-440, The Future of Concrete, Prentice Hall 1986.
139. Idorn, G.M., "Concrete Energy and Durability", Concrete International, Feb.1984, pp.13-20.
140. Clifton, J.R., "Methods for Predicting the Service Life of Concrete", pp.361-373, in Durability of Building Materials and Components, Proc. of the Fifth International Conference, Brighton, U.K. 7-9 Nov.1990, Chapman Hall, London 1991.
141. Moavenzadeh, F., "Global Prospects for Concrete Construction", Concrete International, Feb.1984, pp.24-35.
142. Gerwick, B.C.Jr., "The Future of Concrete in North America, Glowing Success or Ultimate Failure", Concrete International, Feb.1984, pp.36-40.
143. McGregor, J.G., "Challenges and Changes in the Design of Concrete Structures", Concrete International, Feb.1984, pp.48-52.
144. ASCE-ACI: Proceedings of the International Symposium, Flexural Mechanics of Reinforced Concrete, Miami Fla. Nov.10-12, 1964, ACI SP-12, 1965.