

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığınca Sektöre Yeni Bir Soluk Getiren Elektronik Beton İzleme Sisteminin İncelenmesi*

İrşade Aydoğdu Gürbüz¹

Özet

Betonun kalitesi, üretim özelliklerinin yanı sıra basınç dayanımı ile doğrudan ilişkilidir. Buna bağlı olarak inşaat sektöründeki hazır betonların kalitesi ve nitelikli üretimi son yıllarda ön plana çıkmıştır. Ülkemizin deprem ülkesi olması, 4708 sayılı Yapı Denetimi Hakkında Kanun kapsamında birçok revizyonları ve yeniliği zorunlu kılmıştır [1]. Bu da beton sınıflarının dayanımı üzerindeki hassasiyeti arttırmıştır. Bakanlığımız tarafından geliştirilen ve yönetilen, kelime açılımı olarak "Elektronik Beton İzleme Sistemi"nin baş harflerinden oluşan EBİS, beton santrallerinde üretilen ve şantiye sahasında dökülen betonun online olarak takibini sağlayarak, sektördeki kullanıcılara kolaylık ve ulaşılabilirlik sağlayan bir uygulamadır. Elektronik Beton İzleme Sistemi (EBİS), Türkiye'de Yapı Denetimine tabi tüm inşaatlarda ilgili mevzuat kapsamında belirtilen standartlara uygun şekilde beton dökümü, beton numunesi alım süreci, numunelerin uygun şartlarda muhafaza edilmesi, test süreçleri ve diğer aşamaların uzaktan, anlık ve kolay şekilde yönetimi ile denetiminin sağlanması için gerekli altyapı ve araçları sunmaktadır. EBİS kapsamında, Radyo Frekansı ile Tanımlama Teknolojisi (RFID) kullanılmaktadır. RFID ile kimliklendirme ve izleme araçlarının kullanımı sağlanarak, beton numunesi alımı, numunelerin laboratuvara taşınması, beton

Investigation of The Electronic Concrete Monitoring System Bringing a New Breath to the Sector by the Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change

The quality of concrete is directly related to its compressive strength as well as its production procedures. Accordingly, the quality and qualified manufacturing of ready-mixed concrete in the construction sector has come to the fore in recent years. The earthquake proneness of our country necessitated many amendments and renewals within the scope of Law No. 4708 on Building Inspection [1]. This has increased the sensitivity of the strength of concrete classes. Consisting of the initials "Electronic Concrete Monitoring System" as EBİS word expansion; It is an application prepared by the Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change for the control and monitoring of the concrete produced in concrete plants, providing convenience and accessibility to users and manufacturers in the sector by recording it with an online system.

numunelerinin kürlenmesi, test edilmesi ve raporlanması sürecinin takibi sağlanmıştır. Böylelikle sürecin etkin ve güvenli şekilde yönetilmesi mümkün hâle gelmiş, standart dışı ya da mevzuata aykırı uygulamaların önüne geçilmesi sağlanmıştır. Makalede EBİS'in gelişim süreci, sektöre sağladığı yararlar ve diğer ülkelerle yapılan iş birliğinden bahsedilmiştir.

1.GİRİŞ

1.1 Türkiye'de Hazır Beton

Ülkemizin geneli tektonik olarak hareketli bir zemin üzerinde bulunmaktadır. Bu hareketlilik özellikle son yıllarda gerçekleşen depremlerle kendini iyice hissettirmektedir. Özellikle Elâziğ ve İzmir'de gerçekleşen depremler bir kez daha beton kalitesinin bina güvenliği için ne kadar önemli olduğunu ortaya koymuştur. Bu durum hazır beton üretim ve şantiye safhalarında denetim ve takip sürecinde yapılan yeniliklerin önemini göstermiştir.

Hazır beton, şantiyede programlanan beton planı doğrultusunda isteğe bağlı şekilde üretilen (katkılı), mekanikleştirilmiş bir işlem ile beton üretimi yapan beton santralinden sipariş edilen betondur. Aynı zamanda iş gücünü, saha denetim maliyetini ve proje süresini azaltır böylece ham madde kullanımında tasarruf, uygun kalite ve ekonomi sağlanır. Ayrıca kısa sürede temin edilerek hızlı inşaat yapılmasına olanak verir [2].

¹ irsadeaydogdu@gmail.com, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Yapı İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara
(*) Türkiye Hazır Beton Birliği tarafından düzenlenen BETON 2023 Hazır Beton Kongresi'nde sunulmuştur.

Ülkemizde ise ilk olarak 1970'li yıllarda hazır beton üretimi yapılmış 1990'lı yıllarda yaygınlaşmıştır [3]. 2021 yılı itibarıyla Türkiye yıllık üretim miktarının 105 milyon metreküp seviyesine ulaşmasıyla Avrupa lideri konumuna yükselirken, dünyada da Çin ve ABD'den sonra en büyük hazır beton üreticisi konumundadır [4].

Türkiye'de beton üretimi, şantiye sahasında ilkel beton üretimi seviyelerinden, kalite güvence sistemli hazır beton üretimi seviyesine gelmiştir [5]. Hazır betonun kalitesini belirleme işlemi 5 temel aşamadan oluşmaktadır [2]:

- Tasarım
- Üretim
- Taşıma
- Yerleştirme
- Bakım ve Kür

Bunlardan ilk üç aşama hazır beton üreticisi, son iki aşama ise tüketici tarafından yerine getirilmektedir.

Türkiye'nin bir deprem kuşağı ülkesi olması afetlere dirençli şehirler üretilmesini zorunlu kılmış ve bir dönüşüm seferberliği başlatılmıştır. Bu aşamada şehirlerimizin dönüşümünü can ve mal güvenliğini temin eden yapılar ile sağlarken yapı güvenliği açısından ilk akla gelen ise yapıda kullanılan betonun kalitesidir.

Ülkemizde kullanılan betonların durumu ise hazır beton teknolojilerinin kullanılmasıyla birlikte memnun edici gelişmeler göstermeye başlamıştır. Hızlı, daha kolay ve sürdürülebilir kalitede beton üretimi sağlanmıştır. 06.03.2007 tarihinde yürürlüğe giren deprem yönetmeliğinde, yapı kalitesinin yükseltilmesi ve depreme dayanıklı binalar üretilmesi için deprem bölgelerinde kullanılacak en düşük beton dayanım sınıfını C20/25 olarak belirlenmiştir [6].

2018 yılında yayımlanarak 2019 yılında yürürlüğe konulan yeni bina deprem yönetmeliği yapı güvenliğinin sağlanması ve depreme dayanıklı binalar yapılabilmesi için deprem bölgelerinde yapılacak tüm betonarme binalarda kullanılacak en düşük beton dayanım sınıfını C25 olarak belirlemiştir [7].

Böylelikle beton konusunda gerek üreticilerin gerek mal sahiplerinin bilinçlenmesinin yanı sıra son yıllarda üretilen betonların kalitesinde de önemli bir artış gözlenmiştir.

Betonun istenilen seviyedeki performans ve dirençte üretilmesi, gerekli özelliklerin elde edilebilmesi betona belirli standartların yerleştirilmesi ile yakından ilgilidir. Bununla birlikte beton üzerine uygulanan basınç deneyleri ile beton kalitesindeki değerler önceden tahmin edilebilmektedir [8].

1.2 Elektronik Beton İzleme Sistemi (EBİS)

Beton, dünyada sudan sonra en yaygın kullanılan malzemedir. Ayrıca açık ara dünyanın en çok kullanılan yapı malzemesidir. Küresel olarak yılda yaklaşık 4 milyar ton çimento tüketilmektedir ve bu çimentonun yüzde 80'i ile beton üretildiği varsayılırsa karşımıza 10 milyar m³ gibi devasa bir beton

üretim miktarı çıkmaktadır. Bu, neredeyse dünyadaki her insan başına yıllık 1,3 m³ beton üretimi demektir. Türkiye'de ise 2021 yılında 105 milyon m³'ün üstünde hazır beton üretimi gerçekleşmiştir [4].

Yapıların afetler karşısında can ve mal güvenliğini sağlayacak şekilde üretilmesinde ilk akla gelen unsur kullanılan betonun kalitesidir. Bu kadar çok beton üretilmesi beraberinde bazı zafiyetleri de ortaya çıkarmaktadır. Sektörü takip edenler, bu zafiyetler içindeki en önemli konunun sahte beton test raporları olduğunu çok iyi bilmektedirler [9].

Tüm bu koşullar Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığınca göz önüne alınmış ve 18.12.2018 tarihinde 4708 sayılı Yapı Denetimi Hakkında Kanun Kapsamında Denetimi Yürütülen Yapılara Ait Taze Betondan Numune Alınması, Deneylerinin Yapılması, Raporlanması Süreçlerinin İzlenmesi ve Denetlenmesine Dair Tebliğ yayın-

lanmış ve akabinde 25.12.2018 tarihinde Elektronik Beton İzleme Sistemi (EBİS) uygulanmaya başlamıştır [10].

Söz konusu Tebliğ'de adı geçen EBİS 04.01.2018 tarihinde imzalanan protokol kapsamında Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığınca bağlı Yapı İşleri Genel Müdürlüğü ve Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayi Başkanlığı adına AselsanNET Ltd. Şti. tarafından birlikte yürütülmektedir. Bu Tebliğ hükümlerine göre; beton dökümünün ilgili yapı denetim kuruluşu tarafından en az bir gün önce laboratuvara bildirileceği, ilgili standardına uygun olarak alınan her bir taze beton numunesinin içerisine bir adet beton etiketi yerleştirileceği, etiketsiz numunelerin kırımının beton kırım cihazınca gerçekleştirilemeyeceği belirtilmiştir [11].

Electronic Concrete Monitoring System (EBIS) provides the necessary platform and tools for the remote, instant and easy management of control of concrete casting, core sampling, keeping samples under appropriate conditions, test processes and other stages in accordance with the standards specified in the relevant legislation in all constructions subject to Building Inspection in Turkey. Within the scope of EBIS, Radio Frequency Identification Technology (RFID) is used. By providing the use of identification and tracking tools with RFID, the process of taking concrete samples, transporting the samples to the laboratory, curing, testing and reporting the concrete samples was ensured. Thus, it has become possible to manage the process effectively and safer, and it is ensured that non-standard or illegal practices are prevented. In the article, the development process of EBIS, the benefits to the sector and the cooperation with other countries are discussed.

Bakanlıkça şantiyeye getirilen betonun kalitesinin projesinde belirtilen beton sınıfına uygun olup olmadığının izlenebilmesi, bu betonlara ait deneylerin laboratuvarlarca manipülasyona mahal vermeyerek standartlara uygun şekilde yapılması ve beton dökümü esnasında denetim görevlilerinin görevlerini yerine getirmelerinin kontrol edilebilmesi için sektöre teknolojik alt yapı kullanılacak şekilde yeni bir uygulama gerektiği görüldüğü üzerine Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı ile Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayi Başkanlığı adına AselsanNET'in ortak çalışması sonucunda Elektronik Beton İzleme Sistemi (EBİS) geliştirilmiştir. Bu yeni çipli beton sistemi ile;

- 16-72 saat aralığında taze beton numunelerinin şantiye çıkışı işleminin yapıldığı teyit edilebilmektedir.
- Taze beton numunesinin kütleme süreleri takip edilebilmektedir.
- Laboratuvar ortamında basınç dayanım testleri denetlenebilmektedir,
- Taze beton numunelerinin kırım sonuçları doğru veriler ile raporlanmaktadır,
- Dışarıdan gelebilecek müdahaleleri önlenerek taze beton numunelerinin takibi sağlanmaktadır.

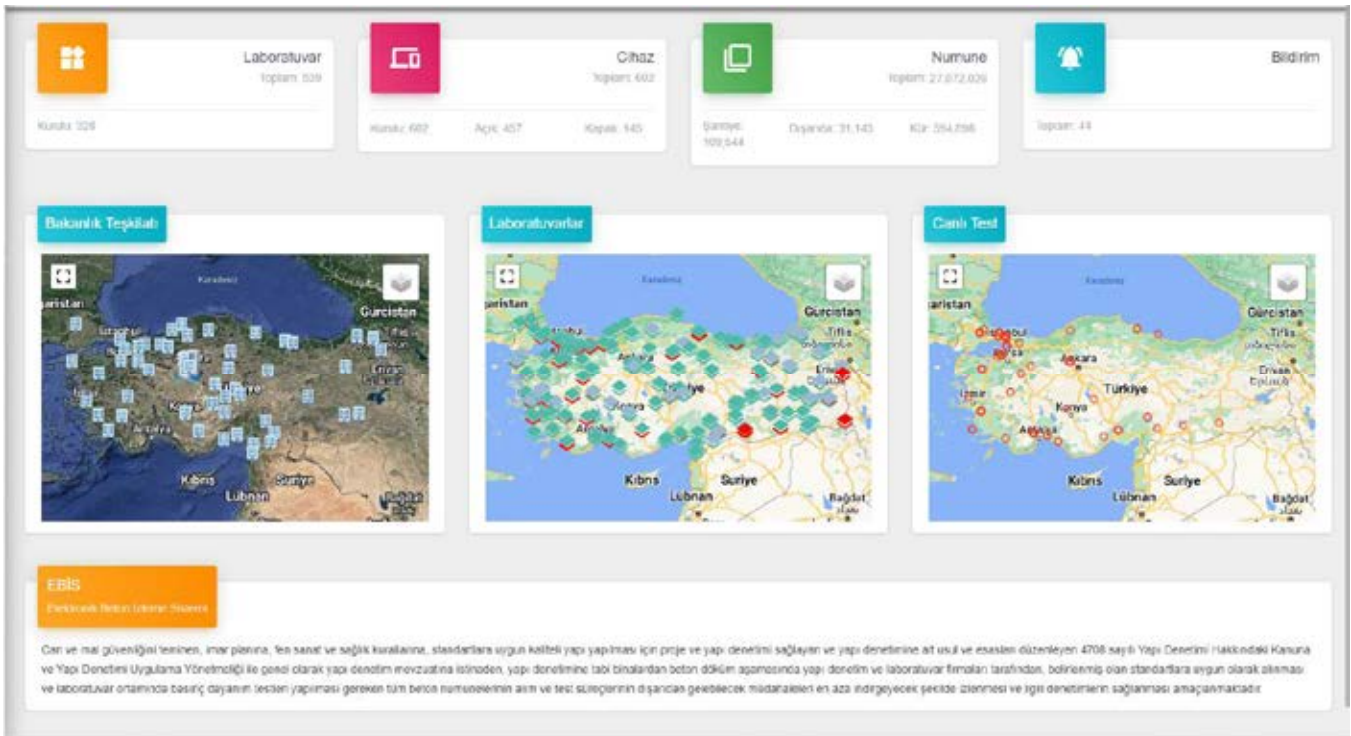
Bu kapsamda; Android market ve iOS marketten indirilebilecek olan bir mobil uygulama ile numune alma, numune şahitliği, şantiye çıkışı ve kütleme işlemleri laboratuvar

kuruluşlarında görevli deney yapan ve numune alma elemanlarınca yapılırken, yapı denetim elemanları (denetçi mühendis, kontrol elemanı vb.) tarafından ise betonun saha denetiminin uygun olarak yapıldığını teyit eden şahitlik işlemi gerçekleştirilmektedir. Aynı zamanda tüm bu süreçler anlık olarak web üzerinden Bakanlık ve İl Müdürlükleri tarafından denetlenmektedir.

Bu sistem ile numune alma sürecine ilişkin konum, saat ve rapor bilgileri ile deney yapan ve numune alımına şahitlik eden kişi bilgileri elektronik ortamda tutulmakta olup, ülke geneli, il, ilçe, laboratuvar veya yapı bazlı denetlenebilmektedir. Web üzerinden Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığınca, İl Müdürlüklerine, laboratuvar ve yapı denetim kuruluşu kullanıcılarına sağlanacak roller ile taze beton numuneleri şantiye sahasında numune alınmasından laboratuvar da deney yapılması ve raporlanmasına kadar elektronik ortamda anlık izlenebilmektedir.

Sistemde kayıtlı 11.280 mobil uygulama kullanıcısı yer almaktadır. Ayrıca ülke genelinde EBİS kapsamında 328 adet laboratuvar kuruluşu bulunmaktadır. Bu laboratuvar kuruluşlarında 602 adet beton numune test cihazı ve 2140 adet mobil el terminali ile hizmet vermektedir.

Aşağıda yer alan EBİS ana ekran görüntüsünde, anlık alınan beton numuneleri ve laboratuvar sayıları gibi bilgiler görülmektedir. (Şekil.1)



Şekil 1. EBİS Merkezi yazılım ara yüzü

1.3 EBİS İle Taze Beton Numunesi Nasıl Alınır?

Bakanlıktan lisans belgeli laboratuvarlarda 15 x 15 x 15 cm küp ve 15 x 30 cm silindir olmak üzere, iki tür numune kalıbı kullanılarak alınan numuneler ile deneyler gerçekleştirilmektedir. Standartta uygun numune kalıpları, kullanılmadan önce temizlenerek yağlanmalıdır. Şekil 2’de Elektronik Beton İzleme Sistemi vasıtasıyla gerçekleştirilen numune alma süreci gösterilmiştir.

Laboratuvar personelince şantiye mahallinde yapıya ilişkin bilgiler EBİS mobil yazılımına girildikten sonra Şekil 2’de görüldüğü üzere; ((1) numaralı resim şantiye mahallinde genel-geler doğrultusunda transmikserlerden numune alınması, (2) numaralı resim hem yapı denetim elemanı hem de laboratuvar görevlisi nezaretinde numunelere RFID etiket yerleştirip kayıt altına alınması görülmektedir. (3) numara resimde, şantiyede 16-72 saat arası bekletilen numunelerin taşınması, (4) numaralı resimde 7 veya 28 günlük sürelerde havuzlarda numunelerin kürlenmesi, (5) numaralı resimde ise bekletilen bu süreler sonunda otomatik olarak kırımın yapılp sisteme yüklenmesi adımları gösterilmiştir.) denetlenmektedir.



Şekil 2. EBİS süreci

Elektronik Beton İzleme Sistemi ile gelen en önemli özellik, şüphesiz yapı denetim kuruluşunda görevli teknik personeli tarafından onay verilmesidir. Taze beton numunesi alınırken yapı denetim kuruluşu personeli nezaretinde alımın gerçekleşmesi kontrol mekanizmasını geliştirmiştir.

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığının 13.04.2022 tarihinde 3438325 sayılı, 2022/7 No.lu Genelgesi yayımlanmış ve bu Genelge ile TS 13515 Standardı’nda yapılan tadilat sonrası 2022/2 No.lu Genelgede yer alan taze beton numune sayıları güncellenmiştir. Dökülen beton miktarı ve alınacak numunelere ait tablo aşağıda görülmektedir (Tablo-1).

1.Kriter	2.Kriter	Numune Alınacak Transmikser Sayısı (Ad.)	7 Günlük (Ad.)	28 Günlük (Ad.)	Toplam Numune Sayısı (Ad.)
0-24	-	2	2	6	8
25-100	450	3	3	9	12
101-150	451-650	4	4	12	16
151-200	651-850	5	5	15	20
201-250	851-1050	6	6	18	24
251-300	1051-1250	7	7	21	28
301-400	1251-1450	8	8	24	32
401-500	1451-1650	9	9	27	36
501-600	1651-1850	10	10	30	40
>600	>1850	İlave her 200m ³ hacim veya ilave her 900 m ² alan için yukarıdaki sayılara 1 ilave edilir.	İlave her 200m ³ hacim veya ilave her 900m ² alan için yukarıdaki sayılara 1 ilave edilir.	İlave her 200m ³ hacim veya ilave her 900m ² alan için yukarıdaki sayılara 3 ilave edilir.	İlave her 200m ³ hacim veya ilave her 900 m ² alan için yukarıdaki sayılara 4 ilave edilir.

Tablo 1. Numune sayıları

Tüm bu elektronik süreç içerisinde numunelerin standartlara uygun olarak alınması da önem arz etmektedir. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığınca bir program dahilinde çevrim içi olarak eğitimler düzenlenmektedir. Eğitim materyallerinde taze beton numunesi alınması bölümüne Türkiye Hazır Beton Birliğince de katkı sağlanmıştır.

Bakanlıktan izin belgeli laboratuvarlarda Yapı Malzemeleri ve Zemin Laboratuvarları Uygulama Yönetmeliğinde belirlenen eğitim şartlarını sağlayan kişiler numune alan ve deney yapan eleman olarak görev yapabilmektedir [12]. Her ne kadar eğitim seviyesi yüksek olsa da; standartlara uygun olarak numune alınması için dikkat edilmesi gereken hususlar belirtilmiştir. Bu minvalde;

- Şantiye mahalline gelen transmikserin ilk %15’inden ve son %15’inden numune alınmamalıdır. Deney için gerekli olan malzemenin 1,5 katı beton numunesi alınarak beton ve ortam sıcaklığı ölçülür.
- Alınan numune küp kalıba iki tabaka, silindir kalıba ise üç tabaka hâlinde doldurulmalı ve her tabaka en az 25 defa şişlenmelidir.
- Sıkıştırma işleminden sonra kalıp kenarlarından tokmaklanarak betonun iyice yerleşmesi sağlanır.

Mala ile alınan numunenin üst yüzeyi düzelterek etiketlenir.

1.4 EBİS Sisteminde Kullanılan Donanım ve Cihazlar

1.4.1. Karekodlu İrsaliye

Şantiye sahasına gelecek betonun bilgilerine ilk üreticiden erişebilmek, zaman ve iş gücünden tasarruf edebilmek ve kişisel müdahalelerin önüne geçebilmek adına ülkemizde kullanılan tüm beton mikserleri etiketlenmiş ve karekodlu irsaliyeye geçilmiştir. Karekodlu irsaliyelerde aşağıdaki bilgilere yer verilmektedir.

1. İrsaliye Seri Numarası
2. Üretici Firma Vergi Numarası
3. Sevk Tarihi ve Saati
4. Beton Miktarı
5. Beton Dayanım Sınıfı
6. 7/28 Gün Dayanım Gelişim Oranı
7. Kıvam Sınıfı
8. Yoğunluk Sınıfı
9. Klorür İçeriği Sınıfı
10. Agreganın en büyük tane büyüklüğü
11. Su / Çimento Oranı
12. Araç Plaka No.
13. Çimento Tipi
14. Kimyasal Katkı
15. Mineral Katkı
16. Lifler

Beton dökümü için şantiyeye ulaşan transmikserlerde bulunan betona ait karekodlu (QR kodlu) irsaliyeler ve beton mikseri etiketi RFID okuyucu ile okutulmaktadır. Yapılan bu işlemde sonra transmikserde ait plaka doğrulaması yapılmaktadır.

İlgili etiket geçerli bir değere karşılık gelmiyorsa veya birden fazla etiket okutuluyorsa "Hatalı Barkod" uyarısı ekrana gelmektedir. Yapılan bu kontrol, sistemin güvenli çalışmasına katkı sağlamaktadır.

1.4.2. Rfid Teknolojisi (Çip)

RFID teknolojisi, canlı ve cansız her türlü nesnenin dokunmadan belirli bir mesafeden tanınmasında ve izlenmesinde kullanılır. RFID teknolojileri giderek artan büyük bir oranda dünya genelinde ve ülkemizde yaygınlaşmakta ve birçok sektörde kullanılmaktadır. İnşaat, otomotiv, akaryakıt, lojistik, perakendecilik, tarım, sağlık, ilaç, tekstil, finans, bankacılık, enerji, kamu, üretim, güvenlik, turizm gibi birçok sektörde geniş uygulama alanlarında aktif ve yaygın olarak kullanılmaktadır [13]. RFID teknolojisi kullanılarak yapılan işlerin maliyetleri oldukça azaltmakta, iş akışları hızlanmakta; verimlilik ve kalite artmaktadır [14].

RFID teknolojisi dört bileşenden oluşmakta olup, aşağıda fotoğrafları görülmektedir. (Şekil.3)



Şekil 3. RFID etiket (çip)

1. RFID Etiket (çip ve antenden oluşur)
2. RFID Yazıcı,
3. RFID Okuyucu (el terminali)
4. Programlama Aracıdır

RFID çip üretimi 1 yıllık AR-GE sonrasında yerli ve millî olarak AselsanNET tarafından gerçekleştirilmektedir. Yapı denetim firmaları tarafından <https://ebistr.com/> üzerinden temin edilen RFID etiketler anlaşmalı oldukları laboratuvarlara teslim edilmekte ve numune alımı sırasında yapı denetim kuruluşu denetim elemanları şahitliğinde kullanılmaktadır [15].

Betonun takibini sağlayan RFID etiketler (çipler), beton dökümü için sahaya gelen mikserlerden alınan taze beton numunelerinin içerisine yerleştirilmektedir. Kullanılan RFID çipler IP 68 sertifikasına sahip olup, sudan, ısıdan ve katkı malzemelerinden etkilenmeyecek şekilde üretilmiştir. (Şekil.4).



Şekil 4: RFID Etiket (çip) yerleşimi

1.4.3. Rfid Okuyucu (El Terminali)

RFID etiketleri (çipler) kalıba konulan beton numunesi içerisine yerleştirildikten sonra laboratuvar personeline RFID okuyucu (Şekil 5) ve EBİS mobil uygulaması (Şekil 6) kullanılarak numuneler okutulmaktadır. Bu aşamada coğrafi konum bilgileri doğrulanarak kayıt altına alınmaktadır. EBİS mobil yazılım üzerinden şantiye çıkış işleminin ne zaman gerçekleştirildiği tespit edilir. Laboratuvar veya numune toplama istasyonuna getirilen numunelerin küre tabi tutulmadan önce yine el terminali ile EBİS mobil yazılımı üzerinden okutulmuş kütür işlemine başlanacağı görülmektedir.



Şekil 5.
RFID okuyucu el terminali



Şekil 6.
EBİS mobil uygulama

RFID etiketli (çipli) numuneler inşaat mahallinde müteahhit veya şantiye şefince belirlenecek ısıdan, soğuktan ve nemden korunaklı bir ortamda en az 16 saat bekletilmektedir. Numuneleri şantiye dışına çıkartma işlemi sadece alım işleminden sonraki 16-72 saat aralığında gerçekleştirilmekte ve bu saat kontrolleri sistem tarafından yapılmaktadır. Numuneler taşınmadan önce RFID etiketleri (çipler) el terminalleri ile okutularak şantiye çıkışı işlemi yapılmaktadır [16].

Laboratuvara taşınan numuneler, mobil uygulama ile etiketleri okutularak kür havuzlarına aktarılmaktadır. Sıcaklıkları sensörler ile takip edilen kür havuzlarında veya kür odalarında 7 ile 28 gün bekletilen numuneler EBİS beton kırım cihazıyla kırılmaktadır.

1.4.4. Beton Test Cihazı

RFID etiketli (çipli) numuneler AselsanNET tarafından yerli ve millî olarak bu sistem için tasarlanmış beton test cihazlarında test edilmektedir. Bu Bakanlıktan izin belgeli yapı laboratuvarlarına ücretsiz olarak verilmektedir. EBİS beton test cihazı "Şekil 7 ve Şekil 8"de görülmektedir.



Şekil 7. EBİS test cihazı sanal klavye



Şekil 8. EBİS test cihazı görseli

Türkiye'de üretilen EBİS Beton Test Cihazlarının teknik özellikleri aşağıdaki Tablo 2'de yer almaktadır. Cihaz ağ anahtarı, mini pc, router, güç kaynağı, RFID antenler ve okuyucu gibi elektronik bileşenlerden oluşmaktadır.

Tablo 2. EBİS test cihazı özellikleri

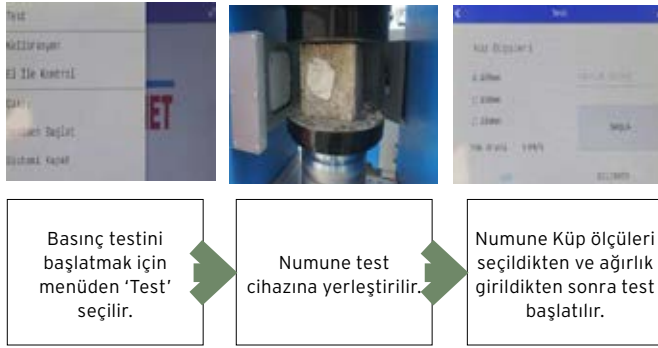
Cihaz:	EBİS-BTP-5000
Kontrol Tipi:	Tam Otomatik
Kapasite:	3000 kN
Kalibrasyon Standartı:	EN 12390-4
Boyutlar:	Yükseklik 1300mm, Geniçlik 970mm, Derinlik 500 mm
Ağırlık:	1200 kg
Yükleme Plakası Boyutları:	300mm x 50mm
Ara Mesafe Parçaları:	100mm, 50mm, 40 mm x Ø208
Basma Tablası Sertliği:	58-63 HRC
Asimetrik Yüzey Pürüzlülüğü:	0,4 mm – 3,2 mm
Maksimum Piston Hareketi:	50 mm
Yatay Açıklık:	430 mm
Motor Gücü:	1,1 kW
Voltaaj:	220 – 240 V
Frekans:	50 Hz – 60 Hz
Yağ Tankı Kapasitesi:	12 lt, (37No Hidrolik Yağ)
Kesintisiz Güç Kaynağı:	3kVA Online UPS
Kamera:	2 MP IP Kamera
RFID:	EPC Class1 Gen2
İletişim:	3G, 4.5G, Wi-Fi, Ethernet
Erişim Kontrolü:	Yüksek Güvenlikli Elektromekanik Kilit

Cihazın çalışma mekanizması aşağıda maddeler hâlinde sıralanmıştır;

- Otomatik Algılama
- Kullanıcı Yetkilendirme ve Doğrulama İle Kullanım
- APN/VPN Üzerinden Merkeze Bağlantı
- Anlık Canlı Test İzleme

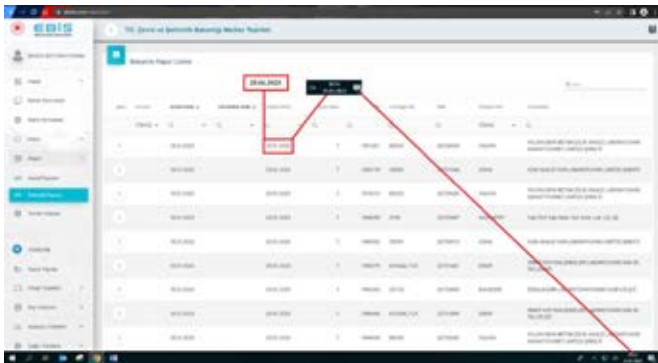
- Numunelerin Süreç ve Durumlarının Kontrolü
- Numunelerin Test Edilmeye Uygunluk Kontrolü

Küre tabi tutulan numuneler, deney günü laboratuvarında yer alan EBİS beton test cihazında deneye tabi tutulurlar. Kullanıcılar, test cihazlarını EBİS üzerinde tanımlı kullanıcı adı ve şifreleri ile cihazın üzerindeki sanal klavyeyi kullanarak giriş yapabilirler (Şekil 9). Bakanlıkça kullanıcı yetkisi bulunmayan kişiler deney yapamazlar. Basınç testini başlatmak için numuneler 7. ve 28. günlerde test cihazına yerleştirilir. Numune küp ölçüleri ve ağırlık verileri girildikten sonra test başlatılır. Test süresince, Elektronik Kontrol Ünitesi üzerinde uygulanan yük değeri kN ve MPa olarak gözlemlenir.



Şekil 9. EBİS test cihazı ekranları

Yapılan teste dair canlı verilere, EBİS Merkezi İzleme Yazılımı üzerinden anlık olarak erişilebilir. Deney raporları ise otomatik olarak oluşturularak Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı veri tabanına gönderilmektedir. Örneğin; EBİS sistemine 25.01.2023 tarihinde erişim sağlanmış ve aynı gün kırılan hazır beton sonuçları sistemde görüntülenmiştir. (Şekil 10)



Şekil 10. EBİS merkezi yazılım görüntüsü

Beton test cihazı içerisine yerleştirilen kameralarla kırım süreci görüntülü olarak da kayıt altına alınmaktadır. (Şekil 11) Ayrıca betona ilişkin tüm aşamaların elektronik olarak kayıt altında tutulması nedeniyle EBİS çerçevesinde denetlenen betonların test sonuçlarına manuel bir müdahalenin müm-

kün olmaması, güvenilir bir nitelik denetimi sağlamaktadır. Şantiye mahallinden geç alınma, kür havuzuna geç konulma, erken veya geç deney yapma yahut da sonuçları değiştirme gibi ihtimalleri ortadan kaldırması sebebiyle de hazır beton süreçlerine büyük ölçüde şeffaflık getirilmiştir.



Şekil 11. EBİS test cihazı kamera görüntüsü

1.4.5. EBİS Veri Merkezi

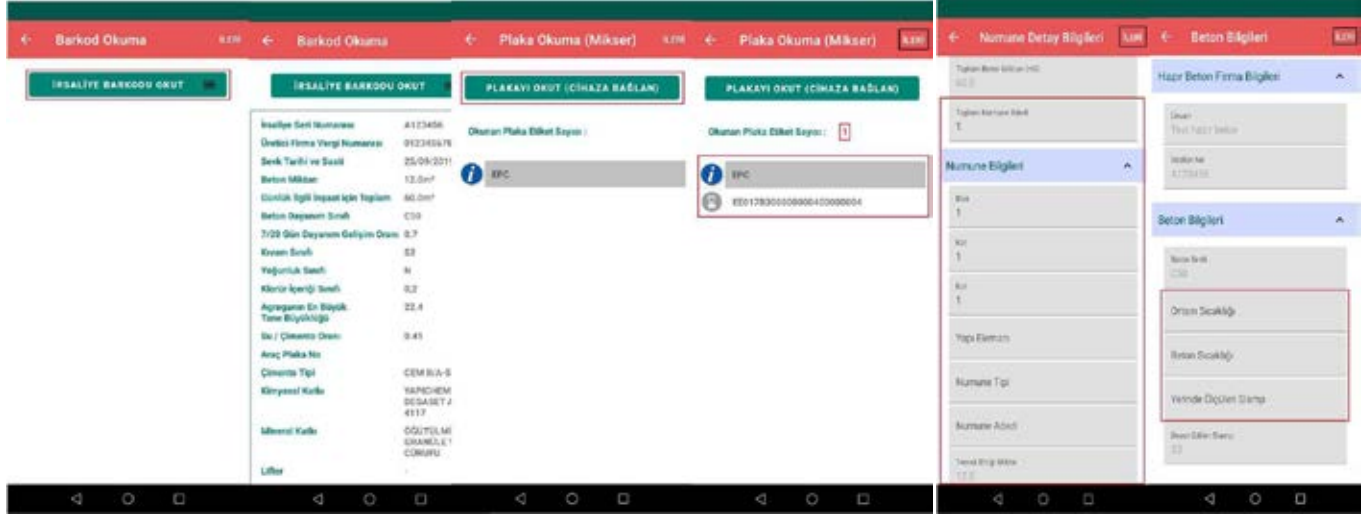
1.4.5.1. Mobil uygulama

EBİS ana ekranından yetkili kişilerde kullanıcı adı şifre veya e-Devlet ile giriş sağlanmaktadır. Uygulamaya giriş yapıldıktan sonra Yapıya İlişkin Bilgi Formu (YİBF) girişi yapılarak alınan numuneye ait bilgi girişi yapılarak süreç başlatılır. Aşağıda Şekil-12 ve 13'te EBİS ekranında sürecin nasıl işletildiği adım adım görülmektedir.

Şekil 12. Mobil uygulama ara yüzü



EBİS Merkezi Yazılımında tanımlanan Kullanıcı Adı ve Şifre bilgileri doldurarak uygulamaya giriş yapılır.



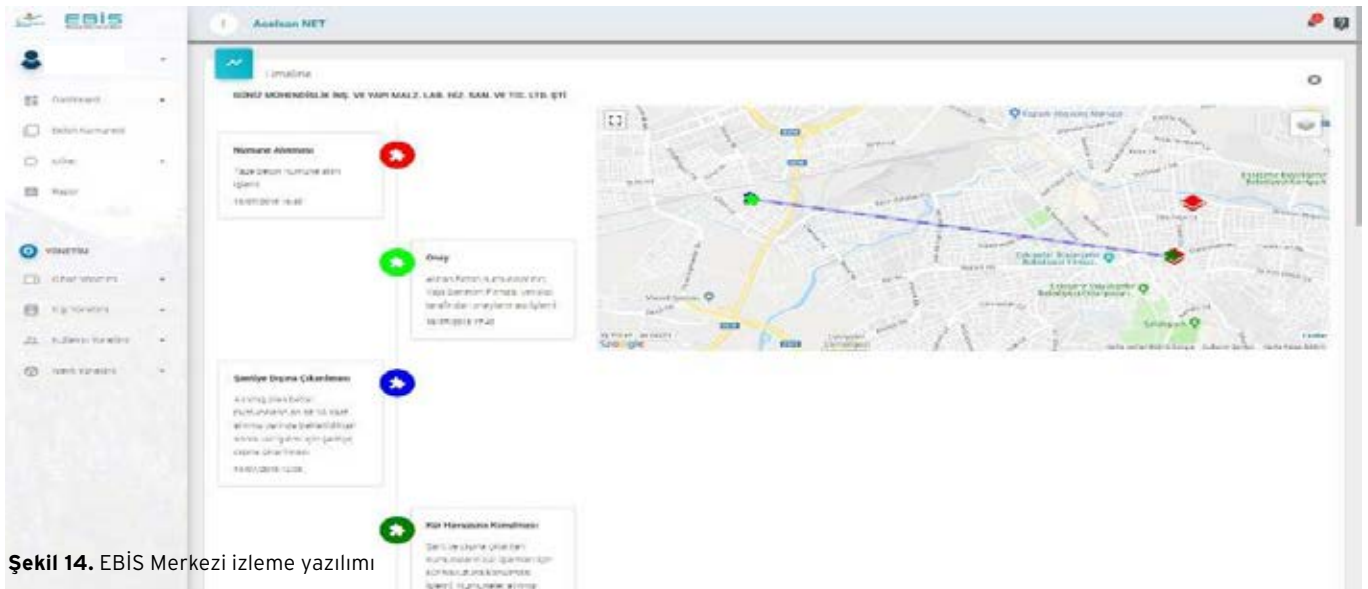
Şekil 13. Mobil uygulama ara yüzünde numune alma işlemleri

1.4.5.2. EBİS Merkezi yazılımı

Taze beton numunelerine ait laboratuvarlar tarafından gerçekleştirilen deney sonuçları, doğrudan merkez veri tabanına aktarılmakta ve paydaşlar tarafından anlık olarak izlenebilmektedir. İnşaat sahasına gelen betona ait veriler (irsaliye numarası ve dökülecek betona ait bilgileri vs.) transmikserlerin RFID etiketleri ve irsaliyeleri okutulularak sistem üzerinde tutulmaktadır. Şantiye sahasında alınan taze beton numunelerine ait önce numune alış bilgileri (ne zaman ve kim tarafından alındığı), numunelerin şantiyeden çıkışı bilgileri,

numunelerin kür havuzu veya kür odalarına alındığı zamana ait bilgiler ile küreme sıcaklık ve nem bilgileri telemetri cihazıyla ölçülerek EBİS Veri Merkezine gönderilmektedir. Bunun sonucunda alınan beton numunelerine ait deney sonuçları veri merkezinde saklanmakta ve rapor oluşturulmaktadır.

Aşağıda görülen Şekil 14'te EBİS Merkezi İzleme Yazılımı üzerinden numunenin hangi aşamalardan geçtiği ve hangi konumlarda işlem gördüğü izlenebilir.



Şekil 14. EBİS Merkezi izleme yazılımı

RFID teknolojisi ile kimliklendirilen beton numunelerine ait bilgiler, paydaşlar tarafından EBİS veri merkezi tarafından görüntülenebilir. (Şekil 15)

İşin Adı	Durum	YSP No	Etilme Tarihi	Kır Tarihi	Kırma Tarihi	Numune Tipi	Beton Sınıfı	Beton Yoğunluğu (MPa)
Test Edildi	(Tamam)	1472888	27.06.2018 00:00		04.07.2018 16:32	Küp Numunesi (15x15)	C25	26,50
Numune Alındı		1501917	20.07.2018 14:02			Küp Numunesi (15x15)	C25	
Test Edildi	(Tamam)	1472888	27.06.2018 00:00		04.07.2018 16:32	Küp Numunesi (15x15)	C25	37,75
Numune Alındı		1501917	20.07.2018 14:02			Küp Numunesi (15x15)	C25	
Kır Hazırlanıyor		1509608	20.07.2018 11:36	21.07.2018 13:42		Küp Numunesi (15x15)	C25	
Kır Hazırlanıyor		1509608	20.07.2018 11:36	21.07.2018 13:42		Küp Numunesi (15x15)	C25	
Kır Hazırlanıyor		1509609	19.07.2018 12:19	20.07.2018 17:30		Küp Numunesi (15x15)	C25	
Kır Hazırlanıyor		1509609	19.07.2018 12:19	20.07.2018 17:30		Küp Numunesi (15x15)	C25	
Kır Hazırlanıyor		1509609	19.07.2018 12:19	20.07.2018 17:30		Küp Numunesi (15x15)	C25	

Şekil 15. EBİS Merkezi izleme yazılımı

Şekil 16'da ise beton testi esnasındaki EBİS test cihazı elektronik kontrol ünitesi üzerindeki yük değeri ve test raporu görülebilmektedir.



Şekil 16. EBİS test cihazı ekranı, deney raporu ve deney anının eş zamanlı görseli

2. Ebis'in Hazır Beton Sektöre Katkıları Üzerine Genel Değerlendirme

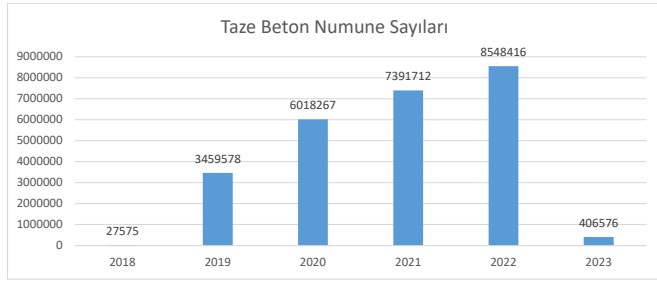
Yukarıda tüm bileşenleri ile açıklanan Elektronik Beton İzleme Sisteminin başarısı; Uluslararası Kazgasa Avrasya İnşaat Mimarlık Mühendislik ve Tasarım Proje Festivalinde, Türkiye Bi-

lişim Derneği tarafından "Dijital Gerçeklik ve Toplum 6.0" teması ile 37.si düzenlenen Ulusal Bilişim Kurultayı'nda, Türkiye Marka ve Kariyer Etkinlikleri kapsamında düzenlenen Türkiye İnovasyon ve Başarı Ödülleri Yarışmalarında aldığı birincilik ödülleri ile de tescillenmiştir.

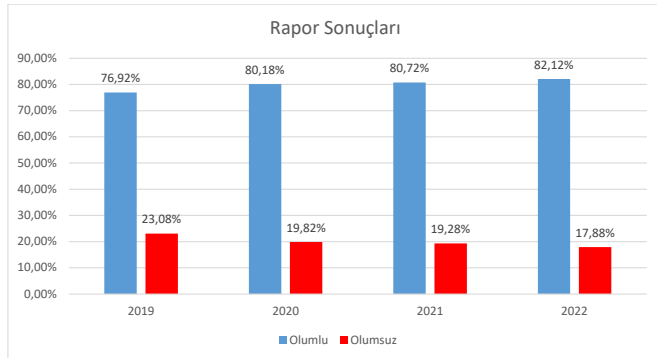
Bu proje dünya genelinde bir çok ülkenin ilgisini çekmiş olup, konu ile ilgili diğer ülkelerden talepler alınmıştır. Örnek uygulama; Arnavutluk, Azerbaycan, KKTC, Özbekistan, Katar ile Yapı İşleri Alanında Mutabakat Zaptı imzalanmış olup, laboratuvar ve EBİS sisteminin kurulmasına yönelik iş ve işlemler başlatılmıştır. Romanya, Türkmenistan, Kazakistan, Kırgızistan, Moğolistan gibi ülkelerden talepler gelmiş olup görüşmeler devam etmektedir.

Bu sistem ile sadece denetim ile sınırlı olmayıp, ülkemizde üretilen beton ile ilgili de bir çok veri elde edilerek değerlendirilebilmektedir. Örneğin; sistemin ilk kullanımından bugüne kadar geçen süreçte yaklaşık 26 milyon taze beton numunesi alınmış olup, yıllara göre alınan taze beton numune sayıları aşağıdaki grafikte görülmektedir (Şekil 17).

Şekil 17. Yıllara göre alınan taze beton numenesi sayıları



Deney raporlarının değerlendirilmesi, yapıların denetim sorumluluğunu üstlenen denetim elemanlarınca gerçekleştirilmelidir ancak kullanıcılar tarafından deney raporlarının yorumlanmasını kolaylaştırmak üzere, gerçekleştirilen deney sonuçları izleme yazılımı tarafından durumlarına göre renklendirilmiştir. Aşağıdaki grafikte beton üreticisi tarafından beyan edilen üretim sınıfına uygun çıkan sonuçlar mavi renkte, uygun olmayan sonuçlar ise kırmızı renkte gösterilmiştir. Şekil 18 incelendiğinde sistem sayesinde yıllar içinde beton kalitesinde bir artış yaşandığı görülmektedir.



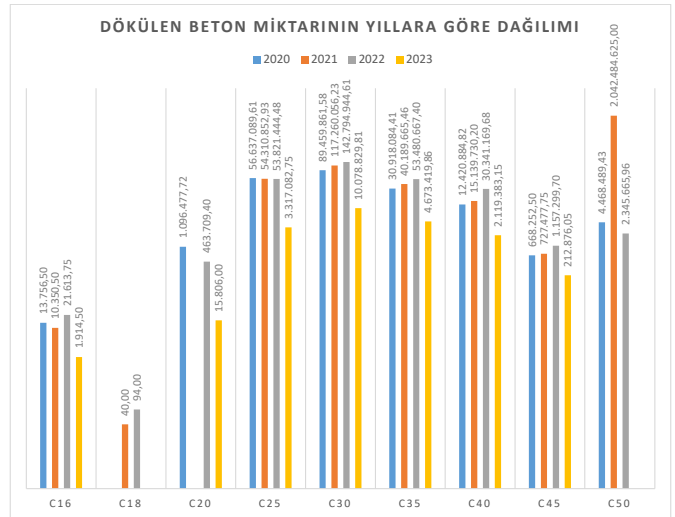
Şekil 18. EBİS rapor sonuçlarının yıllara göre değerlendirilmesi

24.03.2020 tarih ve 31078 sayılı Resmî Gazete ile yürürlüğe giren 4708 sayılı Yapı Denetimi Hakkında Kanun Kapsamında Denetimi Yürütülen Yapılara Ait Taze Betondan Numune Alınması, Deneylerinin Yapılması, Raporlanması Süreçlerinin İzlenmesi ve Denetlenmesine Dair Tebliğde Değişiklik Yapılmasına Dair Tebliğ yayımlanmıştır. Bu Tebliğ kapsamında karekodlu (QR kodlu) beton irsaliyesi düzenlenmeye başlanmış olup, aşağıdaki grafikte Tebliğ yayınlandıktan sonraki süreçte kullanılan beton sınıflarının miktarları ve karekodlu (QR kodlu) beton irsaliyesi düzenlenmesiyle beraber beton sınıfında değişiklik ve beton kalitesindeki artış görülmektedir (Şekil 19).



Şekil 19. EBİS ile denetlenen betonlarda, beton sınıflarına göre alınan numunelerin sayısının yıllara göre değişimi

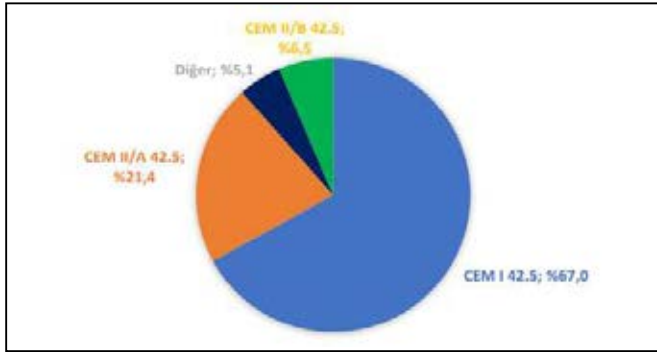
Aşağıdaki grafikte ise EBİS'ten alınan yıllara göre dökülen beton miktarları(m³) görülmektedir (Şekil 20).



Şekil 20. EBİS ile denetlenen betonlarda, yıllara kullanılan beton miktarı

Türkiye Hazır Beton Birliğinin 2021 Hazır Beton Sektör Raporu'na göre; hazır beton sektörü tarafından %67 oranında CEM I 42.5, %21,4 oranında CEM II/A 42.5, %6,5 oranında

CEM II/B 42.5 ve %5,1 oranında diğer çimento cinsleri kullanıldığı görülmektedir. Bu veriler ışığında çimento cinslerinin TS EN 197-1 Standardı kapsamındaki bileşen oranları dikkate alınmış ve ortalama çimentonun klinker oranı ve diğer bileşen oranları tahminen hesaplanmıştır. En çok üretilen beton dayanım sınıfı %45 ile C30/37 olduğu görülmüştür. Daha sonra ise %25 oran ile C25/30 sınıfı gelmektedir. C20/25 ve altı dayanım sınıfı %8, C35/45 dayanım sınıfı %15, C40/50 ve üzeri dayanım sınıfı ise %8'dir. Ağırlıklı ortalamaya bakıldığında ise ülkemizde üretilen betonun ortalama C30/37 sınıfı olduğu tespit edilmiştir. Bu hesaplama ile EBİS verilerinin paralellik gösterdiği gözlemlenmiş olup, beton sınıfında dikkate değer bir artış izlenmiştir. 2021 Hazır Beton Sektör Raporu'na göre çimento sınıflarının kullanım oranları Şekil 21'de gösterilmektedir.



Şekil 21. 2021 Hazır Beton Sektör Raporuna göre çimento sınıflarının kullanım oranları

SONUÇ

Kullanılmaya başlandığı 2018 yılından bu yana beton numuneleri içerisine RFID yerleştirmesi yöntemiyle haberleşmeyi sağlayan çipler konularak, betonların üretimlerinden kırım sonuçlarına kadar tüm bilgilerin Elektronik Beton İzleme Sistemi (EBİS) aracılığıyla Bakanlık sistemlerinde toplanması gerçekleştirilmektedir.

Elektronik Beton İzleme Sistemi (EBİS) kapsamında, RFID tabanlı kimliklendirme ve izleme araçlarının kullanımı sayesinde, Türkiye'de yapı denetime tabii tüm inşaatlarda beton numunesi alımı, numunelerin laboratuvara taşınması, beton numunelerinin kürlenmesi, test edilmesi ve raporlanması gibi aşamaların etkin ve güvenli şekilde yönetilmesi mümkün hâle gelmiş, standart dışı ya da mevzuata aykırı uygulamaların önüne geçilmiştir. Ayrıca sürecin daha hızlı ve kontrollü işlemesine de imkân sağlamıştır.

Bu sistem hazır beton sektörüne dair birçok veri sunması ile Bakanlığın sektöre ilişkin düzenleyici faaliyetlerinde birçok konuda değerlendirme yapmasına da olanak tanımaktadır.

Elektronik Beton İzleme Sistemi (EBİS) ile bugüne kadar 298.690 inşaatın 26 milyon adet taze beton numunesi alınmış ve deneye tabi tutulmuştur. Elektronik Beton İzleme Sistemi (EBİS) ile %99,45'lik yüksek bir başarı yakalanmıştır. Son dönemlerde yaşanan Elâziğ ve İzmir depremlerinde de hem yapı denetim sisteminin hem de Elektronik Beton İzleme Sisteminin (EBİS) can ve mal kaybı üzerinde kazanımları görülmüştür. İlerleyen dönemde ülke genelindeki tüm yapılara ait betonların bu sistem ile takibinin sağlanması gerektiği düşünülmektedir.

Kaynaklar

- [1] Yapı Denetimi Hakkında Kanun, c. Kanun No:4708. 2001. Erişim: 18 Eylül 2023. [Çevrim içi]. Erişim adresi: <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.4708.pdf>
- [2] İ. Topçu ve A. Uzunömeroğlu, "Ankara'da Üretilen Hazır Betonların İstatistiksel Analizi", c. 1, ss. 16-42, Haz. 2019.
- [3] T. AKALIN, C. KILINÇ, A. IŞIK, ve H. ZENGİN, "Hazır Beton Sektörü ve Beton Kullanımındaki Gelişmeler", Beton 2013 Hazır Beton Kongresi, sy Mart-Nisan 2013, ss. 66-72.
- [4] Türkiye Hazır Beton Birliği, "Hazır Beton Sektör Raporu 2022", Türkiye Hazır Beton Birliği, Nis. 2023. Erişim: 18 Eylül 2023. [Çevrim içi]. Erişim adresi: <https://www.thbb.org/media/661866/2022-haz%C4%B1r-beton-sekt%C3%B6r-raporu-04052023.pdf>
- [5] İ. B. TOPÇU ve Ö. ATEŞİN, "Kütahya'da Üretilen Betonların İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi", JOR, sy 030, ss. 56-63, 2013.
- [6] İ. B. TOPÇU ve A. DEMİR, "Eskişehir'de Dökülen Betonların Niteliği Üzerine İstatistiksel Bir Değerlendirme", JOR, c. 17, sy 2, ss. 41-50, 2004.
- [7] Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği. 2018.
- [8] İ. B. TOPÇU ve A. R. BOĞA, "Eskişehir'deki Hazır Beton Firmalarının Beton Kalitelerinin İstatistiksel Değerlendirilmesi", JOR, c. 18, sy 1, ss. 19-31, 2005.
- [9] Y. KAYA, "Çipli Beton Sistemine 7 Gün Sonra Geçiliyor", insaport. <https://www.insaport.com/haberler/cipli-beton-sistemine-7-gun-sonra-geciliyor/> (erişim 18 Eylül 2023).
- [10] 4708 sayılı Yapı Denetimi Hakkında Kanun Kapsamında Denetimi Yürütülen Yapılara Ait Taze Betondan Numune Alınması, Deneylerinin Yapılması, Raporlanması Süreçlerinin İzlenmesi ve Denetlenmesine Dair Tebliğ.
- [11] D. GÜNCÜ, "Yapı Denetim Kuruluşlarının Sorunları ve Yapı Denetimi Sistemindeki Sorunlar - Van Örneği", Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, 2020.
- [12] Yapı Malzemeleri ve Zemin Laboratuvarları Uygulama Yönetmeliği.
- [13] L.-C. Wang, "Enhancing Construction Quality Inspection and Management Using RFID Technology", Automation in Construction, c. 17, ss. 467-479, May. 2008, doi: 10.1016/j.autcon.2007.08.005.
- [14] B. Chu, K. Jung, M. T. Lim, ve D. Hong, "Robot-based Construction Automation: An Application to Steel Beam Assembly (Part I)", Automation in Construction, c. 32, ss. 46-61, Tem. 2013, doi: 10.1016/j.autcon.2012.12.016.
- [15] "Elektronik Beton İzleme Sistemi", EBİS. <https://ebistr.com> (erişim 18 Eylül 2023).
- [16] M. AKSU, "Elektronik Beton İzleme Sistemi (Çipli Beton) Nedir". www.sanalsantiye.com/elektronik-beton-izleme-sistemi-ebis-ciqli-beton-nedir (erişim 18 Eylül 2023).