

# HAZIR BETON İMALATI

KAYNAK VERİMLİLİĞİ REHBERİ

ANKARA, 2018



Türkiye Cumhuriyeti  
SANAYİ VE TEKNOLOJİ BAKANLIĞI



HAZIR BETON İMALATI  
KAYNAK VERİMLİLİĞİ REHBERİ

Yayın No: e-10  
Sanayide Kaynak Verimliliği Rehberi-4

Aralık 2018

Bu yayına ait her türlü çıktının fikri ve sinai mülkiyet hakları T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'na aittir.

**YAYINA HAZIRLAYANLAR**  
**TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Ekibi**

Adı Soyadı	Çalıştığı Kurum	E-Posta Adresi	Projedeki Sorumluluğu
Dr. Sönmez DAĞLI	Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü	Sonmez.Dagli@tubitak.gov.tr	Proje Yöneticisi
Tuba BUDAK DUHBACI	Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü	Tuba.Budak@tubitak.gov.tr	Proje Yönetici Yrd.
Dr. Emrah ŞIK	Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü	Emrah.S@tubitak.gov.tr	Proje Yönetici Yrd.
Dr. Özgür DOĞAN	Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü	ozgur.dogan@tubitak.gov.tr	Sektör Sorumlusu
Dr. Volkan Pelitli	Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü	volkan.pelitli@tubitak.gov.tr	Sektör Sorumlusu

**Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Sanayi ve Verimlilik Genel Müdürlüğü Ekibi**

Belçim Aytekin KESKİN Deniz KOÇ Murat EVREN Dr. Mustafa Kemal AKGÜL

**Danışman Kuruluş**

Türkiye Hazır Beton Birliği

Bu rehber, Verimlilik Stratejisi Eylem Planı (2015-2018) kapsamında T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Sanayi ve Verimlilik Genel Müdürlüğü sorumluluğunda, imalat sanayiinde sürdürülebilir üretim teknolojilerinin yaygınlaştırılması için sektörler bazında rehber dokümanlar hazırlanması gereksinimlerinin kısmen yerine getirilmesi için sunulmuştur.

**ISBN**

978-605-4889-37-2

**Mavi Kare Reklamcılık ve Tan. Hiz. Ltd. Şti.**

Naci Kasım Sk. Hüseyin Özer İş Merkezi No:3/1 Mecidiyeköy Şişli-İSTANBUL

**Hatırlatma**

Bu rehberin içeriği, T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, resmi görüşünü yansıtmamaktadır. Rapordaki bilgi ve görüşlerin sorumluluğu TÜBİTAK-MAM'a aittir. Bu raporlardaki verilere uyulmaksızın üretilecek ürünlerden TÜBİTAK MAM sorumlu değildir. Bu rapor kurumdan izin alınmadan reklam amaçlı kullanılamaz.

# HAZIR BETON İMALATI KAYNAK VERİMLİLİĞİ REHBERİ

2018



Türkiye Cumhuriyeti  
**SANAYİ VE TEKNOLOJİ BAKANLIĞI**





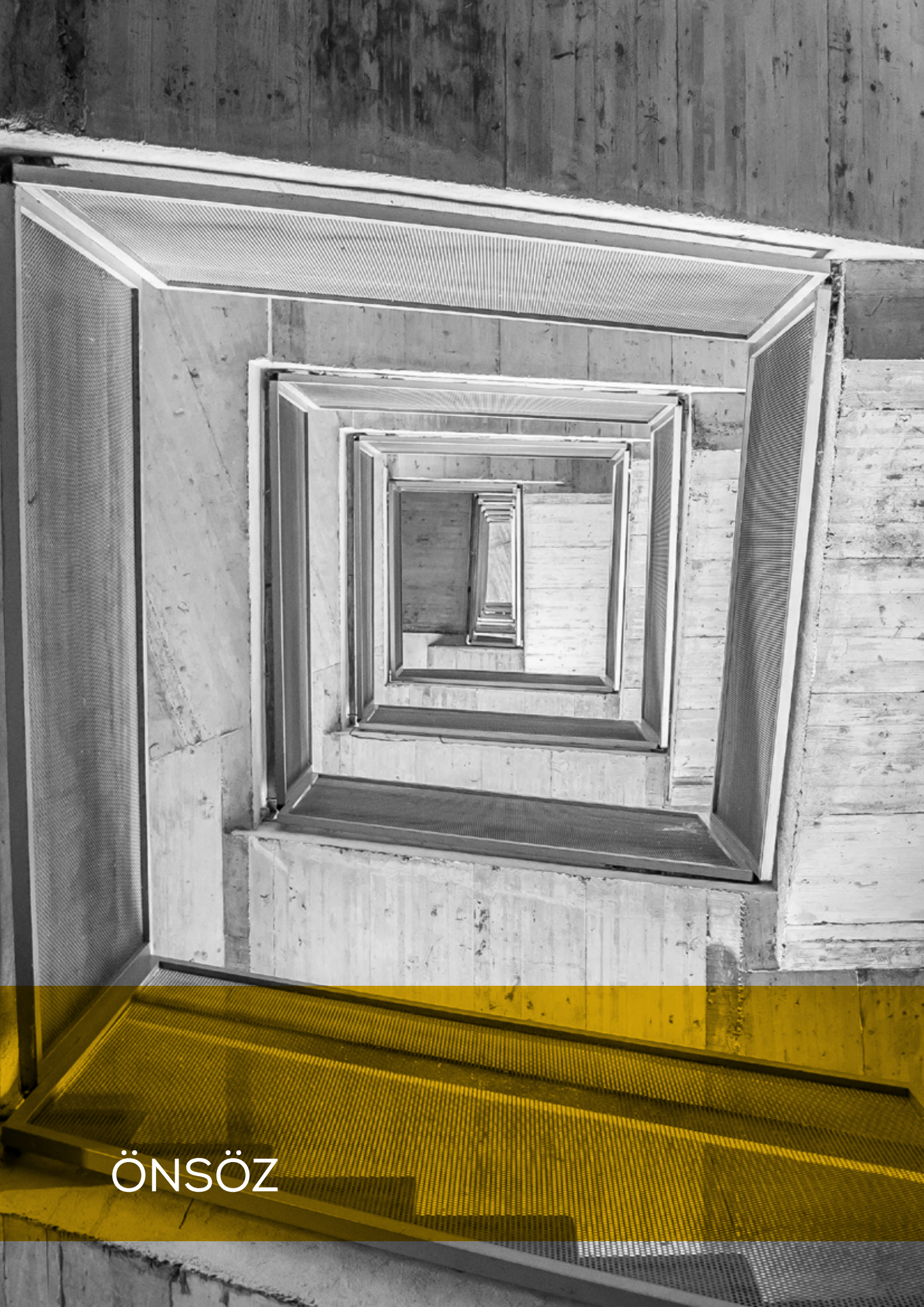
ÖNSÖZ



## ÖNSÖZ

İşletme kârlılığı ve çevre üzerindeki olumlu etkilerinin daha bilinir hale gelmesi ile sanayide sürdürülebilirlik ve kaynak verimliliği konularındaki çalışmaların önemi daha da belirginleşmiştir. Bu gelişmenin doğal bir sonucu olarak, işletmelerin kâr ve büyüme odaklı geleneksel bakış açısı yerini tüm iş süreçlerinde sürdürülebilirliğin göz önünde bulundurulduğu bir yaklaşıma bırakmaktadır. Söz konusu dönüşümde, yasal düzenlemeler, çevresel sorunlarla ilgili farkındalığın toplum düzeyinde artması, müşteri tercihlerindeki değişiklikler ve dış ticaret engelleri gibi etmenler de şüphesiz büyük rol oynamaktadır. Kaynak verimliliği bazı çalışmalar, kurumsal firmalar başta olmak üzere tüm sanayi sektörlerinde yaygınlaşmaktadır. Sektördeki gelişmelere paralel olarak, T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından "sanayinin verimlilik temelli yapısal dönüşümünü hızlandırmak" temel amacı ile hazırlanan Verimlilik Stratejisi ve Eylem Planı 2015-2018 (VSEP) kapsamında, konu ile ilgili genel strateji çerçevesi oluşturulmuş, öncelikler ve dönüşüm alanları belirlenmiş ve başvurulacak başlıca politika araçları tanımlanmıştır. "Sanayide sürdürülebilir üretim altyapısına dönüşüm sürecinde uygulama ve teknolojilerin yaygınlaştırılması VSEP'te belirlenmiş olan altı temel hedeften birisi olarak yerini almıştır. İmalat sanayiinde sürdürülebilir üretim yöntemlerinin yaygınlaştırılması için sektörel rehberler hazırlanması, söz konusu hedefe ulaşılmasını sağlamak üzere kullanılacak araçlardan birisi olarak öngörülmüştür.

Bu amaçla hazırlanan rehberlerden birisi olan bu çalışmada, hazır beton imalatı alt sektörüne yönelik başlıca kaynak verimliliği önlemleri ve örnek çalışmalar sunulmaktadır. Rehberin içeriği, Sanayi ve Verimlilik Genel Müdürlüğü'nün yürütücülüğünde TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü tarafından hazırlanmış olup; içeriğin oluşturulmasında, ulusal ve uluslararası yayınlardan, iyi uygulama örneklerinden, saha ziyaretlerinden ve Mevcut En İyi Teknikler Referans Dokümanlarından yararlanılmıştır. Rehberin hazırlık sürecinde emeği geçen TÜBİTAK MAM Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü çalışanlarına, sektör danışmanlarına ve işletme temsilcilerine teşekkürlerimizi sunuyor ve rehberin ilgili tüm paydaşlar için yararlı olacağını umuyoruz.



ÖNSÖZ



## ÖNSÖZ

Gelişmekte olan ülkelerin çevresel göstergeleri endüstriyel kirlenme kontrolünde zaman zaman yaşanan zorluklar sebebi ile genellikle iyileştirilmeye açıktır. Sanayi kuruluşları bir yandan üretim yapmak ve kâr etmek, diğer yandan mevcut çevre müktesebatına uyum sağlamak için yenilikçiliğe sürekli açık olmak durumundadırlar. Bu sebeple özellikle 1990'lardan sonra tüm dünya ölçeğinde sanayide sürdürülebilir üretim, eko-verimlilik, temiz üretim uygulamaları türü kavramlar sıkça bahsedilmeye başlanmıştır. Sanayide kirlenme kontrolü AB'de 1996 yılında yürürlüğe giren Entegre Kirlilik Kontrolü Direktifi (IPPC) ile bütüncül bir yaklaşımla ele alınmış ve gelinen noktada Endüstriyel Emisyonlar Direktifi (EID) halini almıştır. AB Aday Ülkesi olan ülkemizde de sanayiye bu endüstriyel kirlenmenin azaltılması için önemli görevler düşmektedir. Bunu yapmanın en önemli yollarından biri de her türlü üretim girdisinde (hammadde, su, enerji vb.) tasarruf sağlayıcı işlemler ile hem çevresel etkileri azaltmak hem de üretim kârlılığı yakalamak olarak tarif edilebilecek kaynak verimliliğidir. Mevcut En İyi Teknikler (MET) olarak tanımlanan ve sağladıkları faydalar ispatlanmış olan teknikleri kullanmak çoğu zaman küçük yatırımlar ve işgücü ile mümkün olabilmekte ve işletmelere önemli tasarruf sağlayabilmektedir.

2000'li yıllardan itibaren daha sık duyulan kaynak verimliliği, ülkemizde 2011 yılında kurulan Sanayi ve Verimlilik Genel Müdürlüğü tarafından doğrudan takip edilmekte ve sanayi kuruluşlarında farkındalık artırıcı çeşitli etkinlikler (Sempozyum, Çalıştay, Anahtar Dergisi, Uygulamalı Projeler vb.) ile yönetilmektedir. TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi de, uygulamalı projelerle sanayi kuruluşları ve kamuya önderlik etmeye çalışan bir kamu kurumudur. Bu amaca uygun olarak Çevre Enstitüsü, adını 2013 yılında Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü olarak yenileyerek Temiz Üretim Stratejik İş Birimi kurmuştur. Hazırlanan bu rehber ile daha önce üretilen sanayide kaynak verimliliği alanındaki projelere ilaveten yeni bir çalışmanın içinde olmaktan kıvanç duyuyor, rehberin sanayi kuruluşlarında yapılmakta olan temiz üretim ve kaynak verimliliği çalışmalarına ayrı bir ivme kazandırmasını diliyoruz. Rehber, özellikle KOBİ'lerin ihtiyaç duyabilecekleri temel konular, sektörün mevcut durumu, üretimde ortaya çıkan çevresel etkiler ve bu etkileri azaltmanın yolları, mevcut en iyi teknikleri ve bu tekniklere ait ülkemizde ve dünyadaki uygulamalı örnekleri içerecek şekilde profesyonel tasarım ve görsel malzemeler kullanılarak hazırlanmıştır.

Bu rehberin hazırlanmasında desteklerini esirgemeyen Sanayi ve Verimlilik Genel Müdürlüğü personeline, sektör danışmanı Türkiye Hazır Beton Birliği'ne, işletmelerinin kapılarını açarak sektöre yol gösterilmesine yardım eden Ayhanlar Beton A.Ş.'ye şükranlarımızı sunar ve teşekkür ederiz

## İÇİNDEKİLER

Tablo Listesi	iii
Şekil Listesi	iv
Kısaltmalar Dizini	v
Teknik Terimler Kılavuzu	vi
1. Rehberin Amacı & Kapsamı	1
2. Kaynak Verimliliği Ve Temiz Üretim Nedir?	5
3. Sektör Profili	9
3.1. Türkiye Hazır Beton Sektörünün Avrupa'daki Yeri	11
3.2. Hazır Beton İmalatı Sektörünün Büyüklüğü	14
3.3. Sektördeki Kapasite Miktarı, İşletme Ve Çalışan Sayıları	17
4. Üretim Süreçleri	19
4.1. Proses Akışı	21
5. Çevresel Göstergeler	25
5.1. Su Tüketimi	27
5.2. Atık Su Oluşumu	28
5.3. Enerji Tüketimi	28
5.4. Emisyonlar	28
5.5. Hammade Kullanımı	29
5.6. Gürültü	29
5.7. Atık Oluşumu	29
5.7.1 Katı Atıklar	30
5.7.2 Tehlikeli Atıklar	30
5.8. Sonuç Ve Değerlendirme	30
6. Kaynak Verimliliği Önlemleri	33
6.1. Mevcut En İyi Teknikler Hakkında Referans Dokümanı	35
6.2. İlgili Çevre Ve Enerji Mevzuatı	35
6.3. Hazır Beton İmalat Sektörüne Yönelik Temiz Üretim Olanakları	36

6.3.1 Genel Temiz Üretim Olanakları	36
6.3.2 Proses Bazlı Temiz Üretim Olanakları Ve Kontrol Listeleri	40
6.4. Türkiye Ve Dünyadan İyi Uygulama Örnekleri	44
6.4.1 Örnek Uygulama-1	44
6.4.2 Örnek Uygulama-2	46
6.4.3 Örnek Uygulama-3	48
7. Kaynakça	51



## TABLO LİSTESİ

Tablo 3.1	Hazır Beton İmalatı Sektörü NACE Rev.2 Kodları	11
Tablo 3.2	Türkiye'de Yıllara Göre Hazır Beton Üretim Miktarı	13
Tablo 3.3	Türkiye'de Yıllara Göre Hazır Beton Firma ve Üretim Tesisi Sayısı	14
Tablo 3.4	Hazır Beton, Çimento ve İnşaat Sektörleri Üretim Değerleri: 2009-2014	14
Tablo 3.5	Hazır Beton, Çimento ve İnşaat Sektörleri Katma Değerleri: 2009-2014	15
Tablo 3.6	Hazır Beton, Çimento ve İnşaat Sektörleri Ciro Değerleri: 2009-2014	15
Tablo 5.1	1 m <sup>3</sup> Hazır Beton Üretimi için Çevresel Etkiler	27
Tablo 5.2	Gürültü kaynakları ve seviyeleri	29
Tablo 5.3	Hazır Beton İmalatı Sektöründeki kaynak kullanımlarının mevcut durumu ve belirlenen potansiyel azalmalar	31
Tablo 6.1	Hazır beton imalatına dair ilgili kanun ve yönetmelikler	36
Tablo 6.2	Genel Kontrol Listesi	38
Tablo 6.3	Hazır Beton üretimi ile ilgili kontrol listesi	43

## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 3.1	Avrupa Hazır Beton Birliğine üye ülkelerde yıllara göre hazır beton üretimi	12
Şekil 3.2	Hazır Beton İmalatı sektöründe ekonomik parametrelerin yıllara göre değişimi	16
Şekil 3.3	Hazır Beton İmalatı sektöründe istihdam artışı ve girişimci sayısındaki değişimler	16
Şekil 3.4	Hazır Beton İmalatı sektörü bölge bazında üretim kapasitesi oranları	17
Şekil 3.5	Hazır Beton İmalat sektörü bölge bazında tesis sayısı dağılımı	18
Şekil 3.6	Hazır Beton İmalat Sektörü Bölge Bazında Çalışan Sayılarının Oranı	18
Şekil 4.1	Hazır Beton İçeriği	21
Şekil 4.2	Hazır Beton İmalatı Akım Şeması, Girdi ve Çıktıları	22
Şekil 4.3	Hazır Beton İmalatının şematik gösterimi	23

## KISALTMALAR DİZİNİ

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AKM	: Askıda Katı Madde
BOİ5	: Biyolojik Oksijen İhtiyacı
BREF	: Mevcut En İyi Teknikler Referans Dokümanı (Best Available Techniques Reference Document)
EFTA	: Avrupa Serbest Bölge Birliği
ERMCO	: Avrupa Hazır Beton Birliği
GBS	: Girişimci Bilgi Sistemi
HF	: Hidrojen Florür
IED	: Endüstriyel Emisyonlar Direktifi (Industrial Emissions Directive)
IPPC	: Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol Direktifi (Integrated Pollution Prevention and Control)
KOİ	: Kimyasal Oksijen İhtiyacı
MET	: Mevcut En İyi Teknikler
NACE	: Avrupa Topluluğunda Ekonomik Faaliyetlerin İstatistikî Sınıflaması
PM10	: Partikül Madde
SAM	: Seramik Araştırma Merkezi A.Ş.
SKKY	: Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
TÇKM	: Toplam Çözünmüş Katı Madde

## TEKNİK TERİMLER KILAVUZU

**Hava Sürükleyici Katkılar:** Betonun suya doymun olduğu veya doymunluk derecesine yakın olduğu durumlarda tekrarlı donma-çözülme durumlarının gerçekleştiği durumlarda, betonda yaklaşık 0.2 mm boyutlarında birbirinden bağımsız hava kabarcıkları oluşturan Betonun donma-çözülme direncini artıran katkılardır.

**Hazır Beton:** Kullanıcı olmayan şahıs veya kuruluş tarafından hazırlanarak taze halde iken teslim edilen betondur.

**Karıştırmalı Taşıyıcı:** Genellikle kamyon şasisi üzerine monte edilmiş ve hazırlanmış taze betonu, taşınma süresince homojenliğini bozmadan karıştırmaya uygun ekipmandır.

**Karma Suyu:** Çimento, agrega ve gerektiğinde bazı katkı maddeleri ile biraraya getirilen su, bu malzemelerin karılmasında ve böylece, betonun üretilmesinde kullanılmaktadır.

**Kimyasal Katkılar:** Çimento, agrega ve suyun dışında, betonun taze veya sertleşmiş haldeki özelliklerin istenen şekilde değiştirmek üzere, karıştırma işleminden hemen önce veya karıştırma işlemi sırasında betona katılan malzemelerin genel adıdır. Katkılar, kimyasal katkılar, hava katkıları ve mineral katkıları olmak üzere, üç ana gruba ayrılırlar. Ayrıca, bunların dışında, özel beton üretiminde kullanılan diğer bazı katkıları da bulunur. Bu iki ana grupta çok sayıda değişik katkı toplanmıştır. Katkı çeşitlerinin çok olmasının arkasında yatan gerçek, betonun hemen hemen tüm özelliklerinin, değişik ölçeklerde, bu katkıları tarafından değiştirilebilmesidir.

**Kuru Karışım:** Suyun santralde katılmayıp şantiyede katıldığı hazır betondur.

**Mimari Beton:** Görünür beton yüzeyler, baskı betonlar gibi estetik olarak kullanılan betonlardır.

**Öngermeli Beton:** Çelik tendonların gerilmesinden sonra betonun dökülerek betonun basınç altında tutularak çekme gerilmelerinin etkisinin azaltılması büyük açıklıkların geçilmesi sağlanır.

**Taze Beton:** Betonun, bütün hammaddelerinin karıştırma işlemi tamamlandıktan sonra, seçilen metotla sıkıştırılabilir haldeki durumudur.

**Transmikser:** Kamyon şasisi üzerine monte edilmiş, betonu homojen şekilde karıştırma ve teslime (boşaltmaya) uygun beton karıştırıcısıdır.

**Vakum Beton:** Vakum betonu, yerleştirme işleminden hemen sonra beton yüzeyine konulan vakum panelleri ve uygun bir vakum pompası vasıtasıyla karışım suyunun bir kısmının betondan uzaklaştırılmasıyla elde edilen betondur.

**Yapay Agrega:** Isıl veya diğer uygulamaları ihtiva eden bir endüstriyel işlem sonucunda elde edilen mineral kökenli agregalardır.

**Yıkama Suyu:** Su, "agregaları yıkama" işlemi dışında, beton karılması bittikten sonra, betonyeri yıkama ve temizleme amacıyla da kullanılan sudur.

*Kaynak: [1].*



# 1 REHBERİN AMACI & KAPSAMI





# 1 REHBERİN AMACI & KAPSAMI

Verimlilik Stratejisi Eylem Planı (2015-2018) kapsamında T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı<sup>1</sup> sorumluluğunda, imalat sanayisinde sürdürülebilir üretim yöntemlerinin yaygınlaştırılması için sektörel rehberler hazırlanması öngörülmüştür. Bu amaçla 2016 yılında hazırlanan ilk iki rehber, "Et ve Et Ürünleri İmalatı" ve "Süt ve Süt Ürünleri İmalatı" alt sektörü rehberleridir. İlgili rehberler kaynak verimliliği uygulamalarını teşvik edici ve yol gösterici bilgiler ve örnek çalışmalar sunmaktadır.

Hazır beton imalatı alt sektörü, üretim olarak çimento hammaddesi ile su ve diğer bağlayıcıları kullanan ve kaynak verimliliği açısından daha çok hammadde ve kullanılan enerji açısından fırsatlar içeren bir sektör konumundadır. Diğer Metalik Olmayan Mineral Ürünler Sektöründe lider olarak en fazla üretim değeri %30 oranında çimento ve %29 ile beton, çimento ve alçıdan yapılmış ürünler alt sektörü olarak sıralanmaktadır. Hazır beton imalatı alt sektöründe girişim sayısı 2008 yılında 1.367 iken, bu değer 2011 yılında 1.970 'e yükselmiştir. Sektördeki üretilen ciro açısından Hazır Beton İmalatı sektörü %30 ile lider konumda olup, ikinci sırada %23 ile çimento yer almaktadır (TÜİK, 2014). Dünya hazır beton üretiminde 2012 yılında Çin 1,1 milyar m<sup>3</sup> üretim ile ilk sırada yer almaktadır. İkinci sırada 302,6 milyon m<sup>3</sup> ile Hindistan, üçüncü sırada 225 milyon m<sup>3</sup> ile ABD yer alırken, Türkiye 93 milyon m<sup>3</sup> üretimi ile dördüncü sırada yer almaktadır (İSO, 2014). Yukarıda verilen bilgiler ve ülkemizde son yıllarda "Kentsel Dönüşüm Yönetmeliği" kapsamında hızlıca uygulanmaya başlayan konutlaşma hamlesi ile alt sektörün önemi de artmaktadır. Bu sebeple, sektör hakkında rehber hazırlanması sektörde yer alan küçük ve orta ölçekli yüzlerce kuruluş açısından faydalı olacaktır.

T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı<sup>1</sup>, Sanayi ve Verimlilik Genel Müdürlüğü<sup>2</sup> tarafından ülkemizde imalat sanayi için kaynak verimliliği potansiyelinin belirlenmesi amacıyla TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi, Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü ile 2014-2017 yılları arasında "Sanayide Kaynak Verimliliği Potansiyelinin Belirlenmesi" isimli bir kamu yatırım projesi gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda, Türkiye imalat sanayinde seçilmiş beş sektörden (Gıda ürünlerinin imalatı, Tekstil ürünlerinin imalatı, Kimyasalların ve kimyasal ürünlerin imalatı, Diğer metalik olmayan mineral ürünlerin imalatı, Ana metal sanayi) yola çıkarak, ham madde, enerji ve su girdilerinin etkin ve sürdürülebilir kullanımı ile elde edilebilecek potansiyel tasarruf, sektör, bölge ve Türkiye imalat sanayi düzeyinde analiz edilmiş ve bu potansiyel miktarsal ve parasal olarak tahmin edilmiştir. TÜBİTAK MAM tarafından Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı için hazırlanan Sanayide kaynak Verimliliği Potansiyeli projesinde "Diğer Metalik Olmayan Mineral Ürünlerin İmalatı" sektöründe en fazla kaynak verimliliğine sahip 3 sektörden 2.si sektör HazırBeton alt sektörüdür. Gerçekçi senaryoya göre sektörde hammadde tasarruf potansiyeli 413 milyon TL/yıl, enerji tasarruf potansiyeli 260 milyon TL/yıl ve su tasarruf potansiyeli 2,4 milyon TL/yıl seviyelerindedir. Bu sebeple Hazır Beton sektörü bu rehberin hazırlanmasında ana sektörü temsilen seçilmiştir. Diğer metalik olmayan mineral ürünlerin imalatı ana sektörü altında "Hazır Beton İmalatı- NACE kod 23.63" alt sektörüne yönelik olarak hazırlanan bu rehberin hedef kitlesi sektördeki işletmelerin yönetim, üretim-planlama, kurumsal iletişim ve halkla ilişkiler bölümlerinde görev yapan tüm çalışanlardır. Rehberin uygulanması ile tedarikçilerin de hedef paydaş olarak hedef kitleye dahil olmasıyla sürdürülebilir kaynak verimliliği elde edilmesine katkıda bulunulacaktır.

Rehber, esas olarak 4 bölümü kapsamaktadır;

- (Alt) Sektör Profili
- Üretim Süreci ve Prosesler
- Çevresel Etki Oluşturan Süreçler-İşlemler
- Kaynak Verimliliği Önlemleri

'Sektör Profili' bölümünde sektörün ülkemiz ekonomisindeki yeri ve önemi, üretim ve ihracat miktarları, üretimin coğrafi dağılımı, işyeri sayısı, istihdam, iş hacmi, katma değer ve temel paydaşlara ilişkin verilere yer verilmektedir.

'Üretim Süreçleri' bölümünde hazır beton imalatının aşamalarına ilişkin özet bilgiler aktarılmaktadır. Tüm üretimi temsil edecek şekilde işlem ve süreçler açıklanmaya çalışılmış, üretim aşamaları ayrı ayrı ele alınmıştır. 'Çevresel Etki Yaratan Alanlar' ve 'Kaynak Verimliliği Önlemleri' bölümlerinde ise sektör ile görüşülmüş, üretim sahaları ziyaret edilmiş ve süreç bazında çevresel etki oluşturan alanlar tespit edilmiş ve buna yönelik kaynak verimliliği önlemleri irdelenmiştir. Tüm bu çalışmalar süresince, güncel literatür verilerinin yanı sıra, sektörün önde gelen tesislerine ziyaretler yapılarak veri temin edilmeye ve bilgi üretilmeye çalışılmıştır.

2

KAYNAK VERİMLİLİĞİ  
VE TEMİZ ÜRETİM  
• NEDİR?







## 2 KAYNAK VERİMLİLİĞİ VE TEMİZ ÜRETİM NEDİR?

Doğal kaynakların sınırlı olması sebebiyle doğal kaynak kullanan sanayide üretim verimliliğinin artırılması, rekabetçilikte öne çıkma ve çevresel etkilerin azaltılması gibi çıktılarla gündeme gelen kaynak verimliliği; artık kaynak tüketilen hemen her alanda uygulanmaktadır. Bu sebeple, sadece endüstriyel üretim aşamasında değil, kaynak tüketiminin fazla olduğu tüm faaliyetlerde de sürdürülebilirliğin sağlanması açısından uygulanmalıdır. Artan nüfus, endüstriyel üretimi de arttırmakta ve girdi fiyatları (hammadde, su, enerji, işçilik vb.) da sürekli artmaktadır. Ülkemizde de dünyadaki uygulamalara ve üyelik sürecinde olduğumuz AB Müktesebatına uygun olarak, boru sonu (end of pipe) yerine alıcı ortam bazlı kontrole geçiş yönünde adımlar atılmaya başlanmıştır. Bu durum sanayide çevre yönetimi maliyetlerine ilave baskılar oluşturacaktır. Bütün bu gelişmeler, üretimde kaynak verimliliğinin çok daha fazla dikkate alınması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Atık, herhangi bir kullanım sonucu ya da raf-kullanım ömrü dolan ürünlerin kullanılamaz hale gelmesi sonucu oluşan ve mühendislik prensipleri kullanılarak azaltılması, geri kazanımı, yeniden kullanılması ve bertaraf edilmesi gereken her türlü malzemedir. Atığın oluşumu (ürün üretimi) sırasında kaynak tüketildiği gibi, atığın oluşumu sonrası yukarıda sayılan işlemlerin de yapılabilmesi için de (toplama, taşıma, geri kazanım, bertaraf vb.) kaynak tüketimi söz konusudur. Bu sebeple, başta imalat sanayinin her sektöründe kaynak verimliliği çalışmalarının yapılması, ilave önem verilmesi gereken bir durum ihtiva etmektedir.

Sanayide kaynak verimliliğinin uygulanmasına yönelik en erken düzenleme AB'nin 24 Eylül 1996 tarihli 96/61/EC Konsey Yönergesi ile oluşturduğu "Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol Direktifi"dir [2]. Bu Direktif ile sanayi için "havaya, suya veya toprağa verilen emisyonları, atık yönetimini de dikkate alarak, mümkün olduğu yerlerde önlemek; mümkün değilse, çevreyi bir bütün olarak yüksek bir düzeyde korumayı başarmak için kirliliği en aza indirmek" olarak tanımlanan entegre kirlilik önleme yaklaşımı getirilmiştir. Bir başka ifade ile sanayide kirliliğin kapsayıcı bir yaklaşımla ele alınması ve atık üretiminin temiz üretim ve kaynak verimliliği çalışmaları yapılarak azaltılması için koşullar oluşturulmuştur. MET'ler, sektöre maliyet ve faydaları göz önünde bulundurulduğunda, uygulanması halinde çevrenin yüksek düzeyde korunmasına yönelik en etkili tekniklerdir. MET'ler, sadece proseste kullanılan teknolojiyi ifade etmemekte, işletmenin tasarlanma, kurulma, işletme ve bakım şekline de atıfta bulunmaktadır. İlaveten bazı MET'ler, sağduyudan kaynaklanan basit sonuçlar olup herhangi bir yatırım gerektirmemektedir [3].

En genel ifade ile aynı miktardaki ürünü daha az girdi (ya da hammadde) kullanarak ya da aynı girdi ile daha fazla ürün üretmek olarak tanımlanabilecek kaynak verimliliği; BM Çevre Programı tarafından "daha az kaynak tüketerek daha fazla refah sağlamak" olarak tanımlanmıştır [4]. Avrupa Birliği ise Kaynak Verimliliğini "Sahip olduğumuz tüm kaynakların (toprak, hava, su, biyoçeşitlilik, ekosistemler, vd.) daha verimli kullanılması ya da "daha az kaynak ile daha çok iş yapmak" ve "kaynak kullanımı ile ortaya çıkan olumsuz etkilerin azaltılması" olarak tanımlamaktadır [5]. Nasıl tanımlanırsa tanımlansın, 2000'li yıllara kadar çizgisel halde tanımlanan ekonominin, döngüsel ekonomiye doğru yol almasıyla kaynak verimliliği ve temiz üretim kavramları sanayinin üretim maliyetlerinin azalması, rekabetçi hale

gelmesi, çevresel saygınlığının artması, atık maliyetlerinin düşmesi gibi alanlarda sayısız faydaları olacak bir süreci tanımlamaktadır. Bu süreç sürekli güncellenen, sürdürülebilir bir düşünme, hesaplama, önlem alma ve uygulama sürecini içermektedir.

3

• SEKTÖR  
PROFİLİ





## 3 SEKTÖR PROFİLİ

NACE sisteminde 23. bölümde yer alan Diğer metalik olmayan mineral ürünlerin imalatı alt sektörleri 6'lı kodlar şeklinde Tablo 3.1'de verilmiştir. Hazır Beton İmalatı sektörü, NACE sisteminde, " Diğer Metalik Olmayan Mineral Ürünlerin İmalatı" olarak 23 kodlu başlığın altında yer almaktadır. Alt sektör olarak ise NACE sistemine göre 23.63 kodlu "Hazır Beton İmalatı" ve 6 lı kod olarak 23.63.01 "Hazır Beton İmalatı" olarak yer almaktadır (Tablo2.1).

*Tablo 3.1 Hazır Beton İmalatı Sektörü NACE Rev.2 Kodları*

23	Diğer Metalik Olmayan Mineral Ürünlerin İmalatı
23.63	Hazır Beton İmalatı
23.63.01	Hazır Beton İmalatı

*Kaynak: [6]*

Son yıllarda inşaat yapımlarının da artması sonucu hazır betona olan talep de artmıştır. Bu hızlı büyüme ve talep artışı doğrultusunda 109 milyon metreküp hazır beton üretimiyle Türkiye, Avrupa'da 2009 yılından bu yana birinci ülke konumunda bulunmaktadır. Ülkemiz, Avrupa'da en fazla beton üreten ikinci ülkenin iki katından fazla beton üretmektedir [6].

### 3.1. TÜRKİYE HAZIR BETON SEKTÖRÜNÜN AVRUPA'DAKİ YERİ

ERMCO (Avrupa Hazır Beton Birliği) Avrupa'daki hazır beton üretim tesislerinin oluşturduğu federasyondur. 1967'de kurulan Federasyon 18 Avrupa Birliği üyesi, EFTA ülkeleri, Türkiye ve İsrail ve Çek ve Slovakya Cumhuriyeti, Macaristan, İzlanda ve Rusya'dan oluşmaktadır. ERMCO, Avrupa Komitelerinde standarizasyon, sertifikasyon ve çevre konularında çalışmalara katılmaktadır.

Uyulması gereken yasal mevzuatlar:

- AB Çevre, Sağlık ve Güvenlik Direktifleri
- ISO/EMS
- CEN (Makine ve Ekipman Güvenliği Standartları)

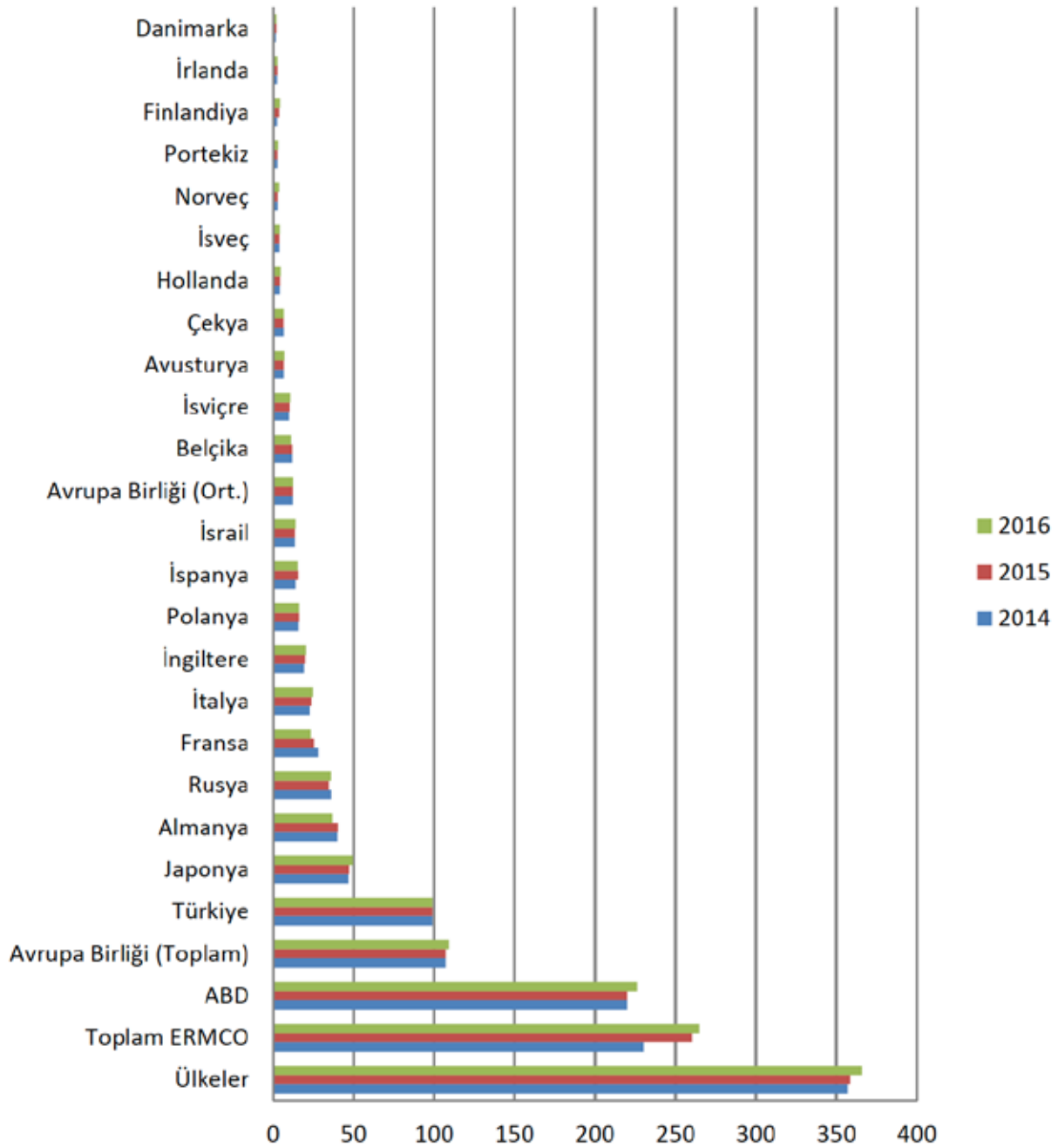
Avrupa Birliği'ne üye ülkelerde de çevre açısından yukarıda belirtilen temel kurallar olan atık su, katı atık, hava kirliliği, gürültü ve bunlara ek olarak titreşim ve genel görünüme dikkat edilmesi gerekmektedir. Bunlara ek olarak, atık su miktarını azaltmak ve deşarj edilen suyun kalitesini geliştirmek için gerekli çalışmalar yapılmaktadır. Avrupa Hazır Beton Birliğinden (ERMCO) alınan 2016 yılı verilerine göre tüm Avrupa Birliği üyesi ülkelerin toplam üretim miktarı 226,2 milyon metreküp iken, Türkiye tek başına 109 milyon metreküp beton üretmektedir. Bu üretim miktarı ile Türkiye, AB ülkeleri arasında birinci iken Almanya 49,5 milyon metreküp üretim ile ikinci, Fransa 36,1 milyon metreküp üretim ile üçüncüdür (Şekil 3.1) [7].



AB ülkelerinde ortalama kişi başı hazır beton üretimi 0,5 metreküp iken Türkiye'de kişi başı hazır beton üretimi 1,4 metreküptür. Sadece miktar açısından değil kullanılan betonların dayanım sınıflarında da Türkiye öndedir. Kullanılan betonların dayanım sınıflarına bakıldığında; önemli bir deprem kuşağında yer alan, C25/30-C30/37 dayanım sınıflarında %74 ile Türkiye, %62,3 olan AB ortalamasının üstündedir. C35/45 ve üstü dayanım sınıflarında ise Türkiye %18 ile %11,6 olan AB ortalamasının üstündedir [8].

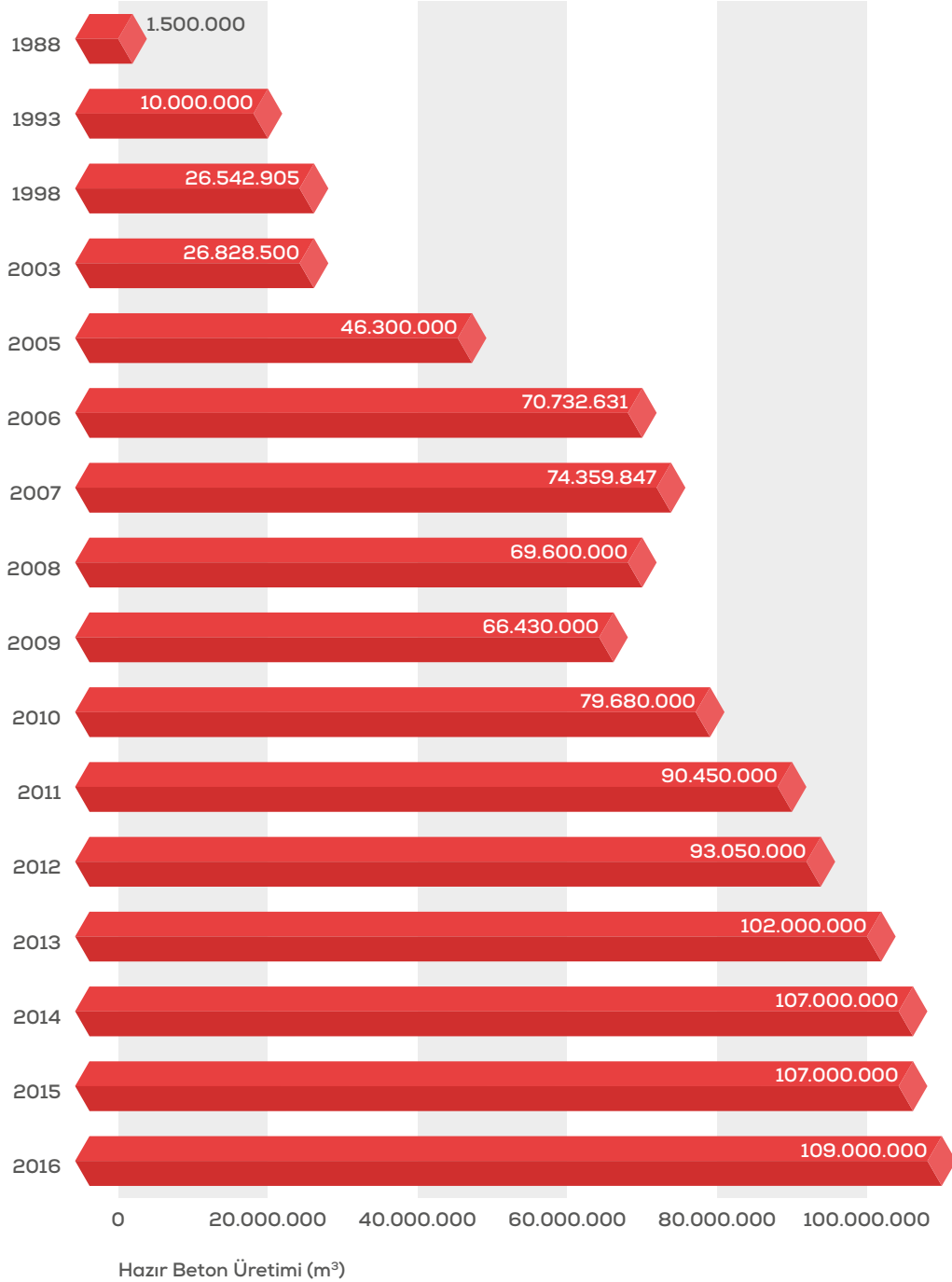
**Şekil 3.1 Avrupa Hazır Beton Birliğine üye ülkelerde yıllara göre hazır beton üretimi**

Dünyada ve Avrupa Hazır Beton Birliği'ne (ERMCO) Üye Ülkelerde Yıllara Göre Hazır Beton Üretimi (milyon m<sup>3</sup>)



Türkiye'de yıllara göre hazır beton üretim miktarında sürekli artış gerçekleşmiş olup, 2016 yılında 109 milyon m<sup>3</sup> değerine ulaşmıştır. Hazır beton üretimi yapan firma sayısı ise 2016 yılı itibarıyla 570 olup, tesis sayısı 1120'dir.

Tablo 3.2 Türkiye'de Yıllara Göre Hazır Beton Üretim Miktarı



Tablo 3.3 Türkiye’de Yıllara Göre Hazır Beton Firma ve Üretim Tesisi Sayısı

Yıllar	Hazır Beton Firma Sayısı	Tesis Sayısı
1988	25	30
1993	70	110
1998	166	341
2003	238	429
2005	277	568
2006	409	718
2007	477	845
2008	462	825
2009	467	845
2010	500	900
2011	520	945
2012	540	980
2013	580	1040
2014	580	1040
2015	621	1098
2016	570	1120

### 3.2. HAZIR BETON İMALATI SEKTÖRÜNÜN BÜYÜKLÜĞÜ

TÜİK yıllık sanayi ve hizmet istatistiklerine göre hazır beton sektörünün üretim değeri 2014 yılı sonu itibarıyla yaklaşık 13,2 milyar TL iken inşaat sektörünün 2014 yılı üretim büyüklüğü ise 262 milyar TL’dir. Çimento sektöründe ise 2014 yıl sonu itibarı ile yıllık üretim değeri 11,7 milyar TL’dir. Bu hesaplama içerisinde hazır betonun inşaatın üretimi içinden aldığı pay yaklaşık % 5’dir. Tablo 3.4’de 2009-2014 dönemi için bu pay incelendiğinde, 2010 yılında % 5,2’lik oran ile hazır beton sektörünün ilgili senede önemli bir performans sergilediği anlaşılmaktadır. 2014 yılında ise sektörün % 5’lik oranı koruma eğiliminde olduğu görülmektedir [7].

Tablo 3.4 Hazır Beton, Çimento ve İnşaat Sektörleri Üretim Değerleri: 2009-2014 [8]

Yıllar	Hazır Beton (TL)	İnşaat (TL)	Çimento (TL)	Hazır Beton’un İnşaat İçindeki Payı
2009	4.296.514.241	95.372.181.443	6.197.738.764	4,5%
2010	5.961.062.923	115.557.445.741	6.648.818.405	5,2%
2011	7.969.985.106	156.368.558.393	8.188.265.637	5,1%
2012	8.401.077.674	184.219.489.622	8.824.082.734	4,6%
2013	10.928.899.281	220.915.711.989	11.586.543.098	4,9%
2014	13.259.981.269	262.795.501.272	11.751.892.265	5,0%

Üretim değeri yerine "faktör maliyetleri ile katma değer" olarak alındığında, 2014 yılında hazır beton sektörü 1,9 milyar TL katma değer yaratırken inşaat sektörü 35,8 milyar TL katma değer yaratmıştır. Bir başka ifade ile inşaatın yarattığı her 100 TL'lik katma değere karşılık hazır beton 5,3 TL'lik katma değer yaratmaktadır.

*Tablo 3.5 Hazır Beton, Çimento ve İnşaat Sektörleri Katma Değerleri: 2009-2014 [8]*

Yıllar	Hazır Beton (TL)	İnşaat (TL)	Çimento (TL)	Hazır Beton'un İnşaat İçindeki Payı
2009	527.280.941	18.932.620.641	2.063.955.178	2,8%
2010	648.214.268	20.664.317.293	2.170.909.028	3,1%
2011	993.020.125	28.391.018.868	2.775.629.240	3,5%
2012	911.998.343	28.802.806.472	2.726.358.698	3,2%
2013	1.370.487.925	32.762.793.910	3.980.643.069	4,2%
2014	1.896.123.344	35.883.002.049	4.363.402.556	5,3%

Son olarak hazır beton sektörünün görece büyüklüğünü ciro rakamlarını karşılaştırmak sureti ile elde etmek mümkündür. Tablo 3.6'da hazır beton ve inşaat sektörlerinin yıllar bazında ciro rakamlarına yer verilmiştir. Hazır beton sektörünün cirosunun inşaat sektörüne oranlandığında (en sağdaki sütun) 2014 senesinde sektörün ulaştığı % 5,5'lik değer, incelenen yıllar içerisinde en yüksek değer olduğu görülmektedir.

*Tablo 3.6 Hazır Beton, Çimento ve İnşaat Sektörleri Ciro Değerleri: 2009-2014 [8]*

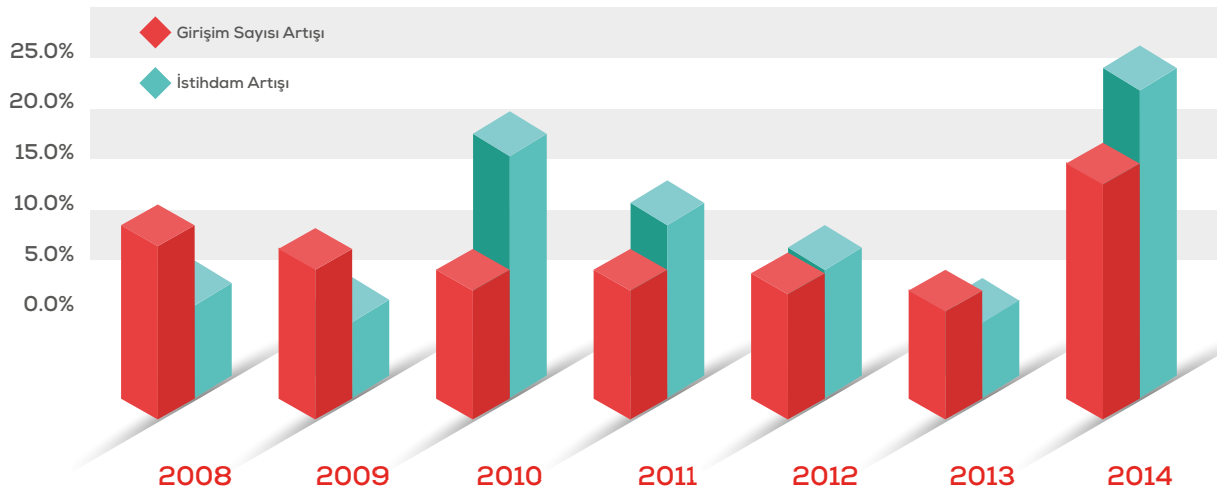
Yıllar	Hazır Beton (TL)	İnşaat (TL)	Çimento (TL)	Hazır Beton'un İnşaat İçindeki Payı
2009	4.446.610.940	98.455.348.547	6.311.162.114	4,5%
2010	6.157.109.715	115.250.443.714	6.714.938.057	5,3%
2011	8.224.566.405	149.601.190.030	7.931.320.484	5,5%
2012	8.853.704.167	177.206.989.698	8.801.011.480	5,0%
2013	11.426.000.958	213.994.709.834	11.586.467.431	5,3%
2014	14.120.725.907	255.385.292.253	11.610.307.185	5,5%

Şekil 3.2 Hazır Beton İmalatı sektöründe ekonomik parametrelerin yıllara göre değişimi



Sektörün gelişiminin daha iyi anlaşılması açısından incelenmesi gereken diğer iki gösterge çalışan sayısı ve girişim sayısıdır. Şekil 3.3'de hazır beton sektörünün istihdamının yıllar bazında nasıl değiştiği yüzde (%) olarak ifade edilmektedir. Küresel krizin bitişi olarak kabul edilebilecek 2010 senesinde baz etkisi ile %17'lik bir istihdam artışı sonrasında sektörün istihdamındaki artışın yavaşladığı görülmektedir. 2013 senesinde % 1,6'ya kadar gerileyen istihdam artışı 2014 senesinde % 23 ile önemli bir yükselme göstermiştir. 2013 senesinde faaliyetlerine ara veren hazır beton santrallerinin etkisi ile istihdam artış hızı yavaşlamış, 2014 senesinde ise sektörde faaliyet gösteren girişim sayısındaki artış ile göstergelerde önemli bir artış yaşanmıştır [8].

Şekil 3.3. Hazır Beton İmalatı sektöründe istihdam artışı ve girişimci sayısındaki değişimler



Sektördeki istihdam artışı ile birlikte girişim sayısındaki değişiminde birlikte gösterildiği Şekil 3.3'de ise 2014 senesindeki istihdam artışında, sektörde kurulan yeni girişimlerin etkili olduğu görülmektedir. (Girişim kavramı yalnızca hazır beton tüzel kişilikleri değil aynı zamanda beton santrallerini de kapsamaktadır). 2014 senesinde girişim sayısındaki artış dikkat çekicidir. İncelenen 7 yıl içerisinde girişim sayısındaki artış oranı olarak 2014 senesinde yaşanan % 14'lük artış hiç bir sene yaşanmamıştır. Bu durumun ilki 2012 sonunda yayımlanan "Kentsel Dönüşüm Yönetmeliği" (Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanunun Uygulama Yönetmeliği) sonucu başlayan yapılaşma



uygulamalarının artışı kaynaklandığı düşünülmektedir [8].

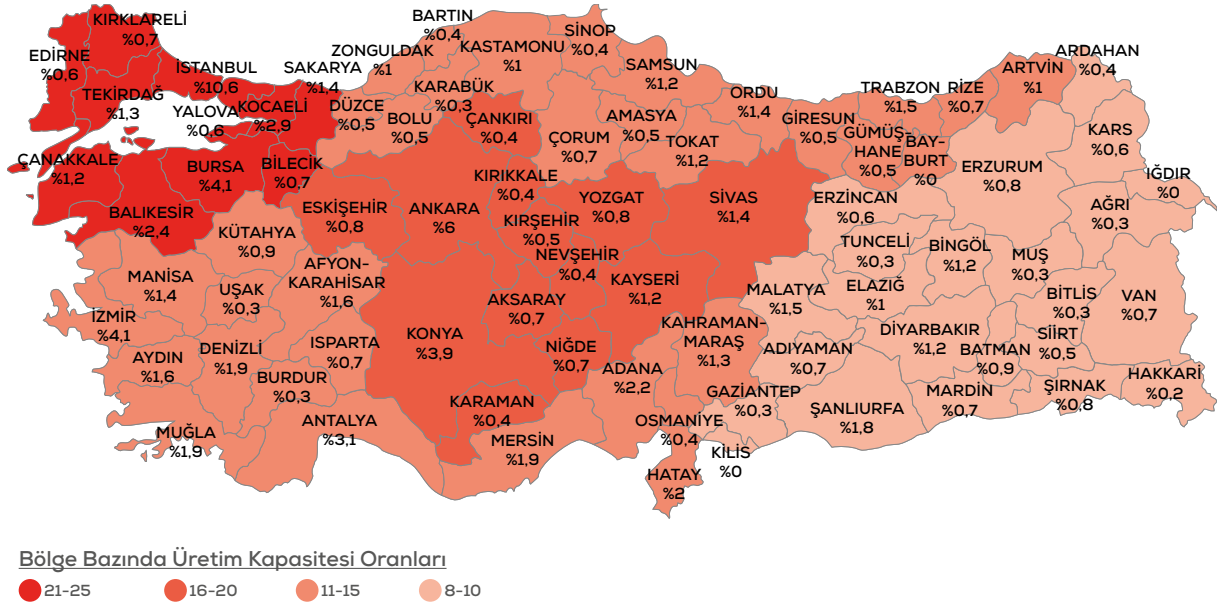
### 3.3. SEKTÖRDEKİ KAPASİTE MİKTARI, İŞLETME VE ÇALIŞAN SAYILARI

Sektöre ait kapasite miktarı, işletme ve çalışan sayısı verileri en güncel haliyle Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği'ne (TOBB) ait Sanayi Veri Tabanında yer almaktadır. Temmuz 2018 TOBB Sanayi Veri Tabanındaki verilere göre Hazır Beton İmalatı sektöründe Türkiye genelinde 1605 tesis, 45309 çalışan ve 542.108.348 ton kapasite bulunmaktadır [9].

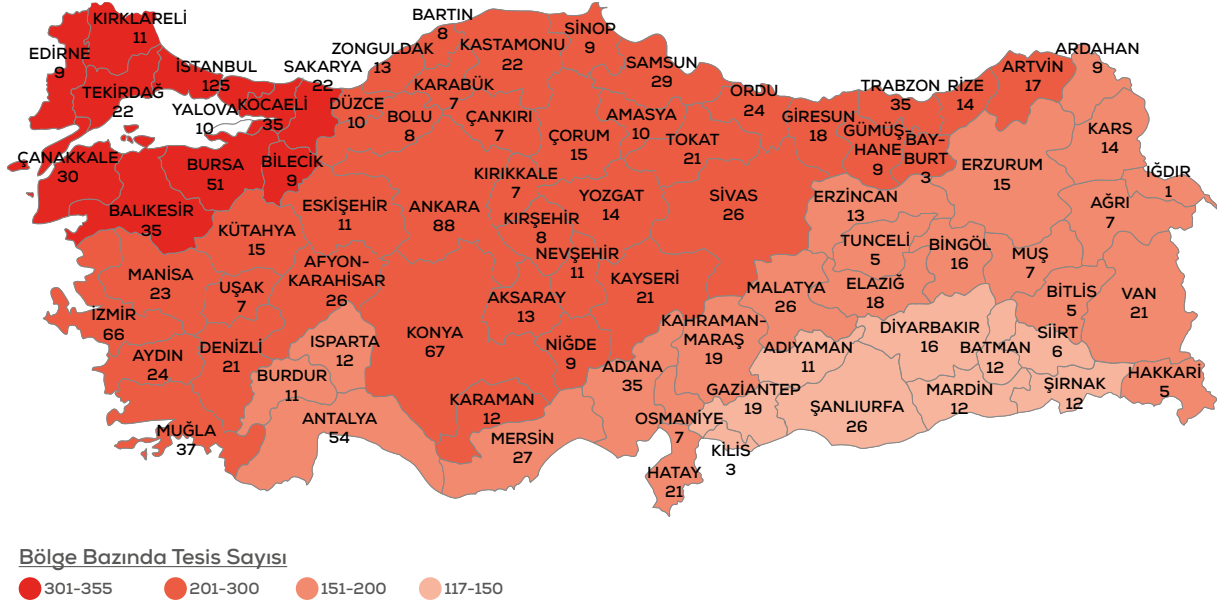
Hazır Beton İmalatı sektöründeki bölge bazında üretim kapasitesi oranları, tesis sayıları dağılımı ve çalışan sayılarının oranlarını gösteren haritalar sırasıyla Şekil 3.4, Şekil 3.5 ve Şekil 3.6'da verilmektedir.

Üretim kapasitesi %26 Marmara Bölgesi, %18 İç Anadolu Bölgesi, %14 Ege Bölgesi, %13 Karadeniz Bölgesi, %12 Akdeniz Bölgesi, %9 Güneydoğu Anadolu Bölgesi, % 8 Doğu Anadolu Bölgesi olacak şekilde dağılım göstermektedir (Şekil 3.4).

Şekil 3.4 Hazır Beton İmalatı sektörü bölge bazında üretim kapasitesi oranları



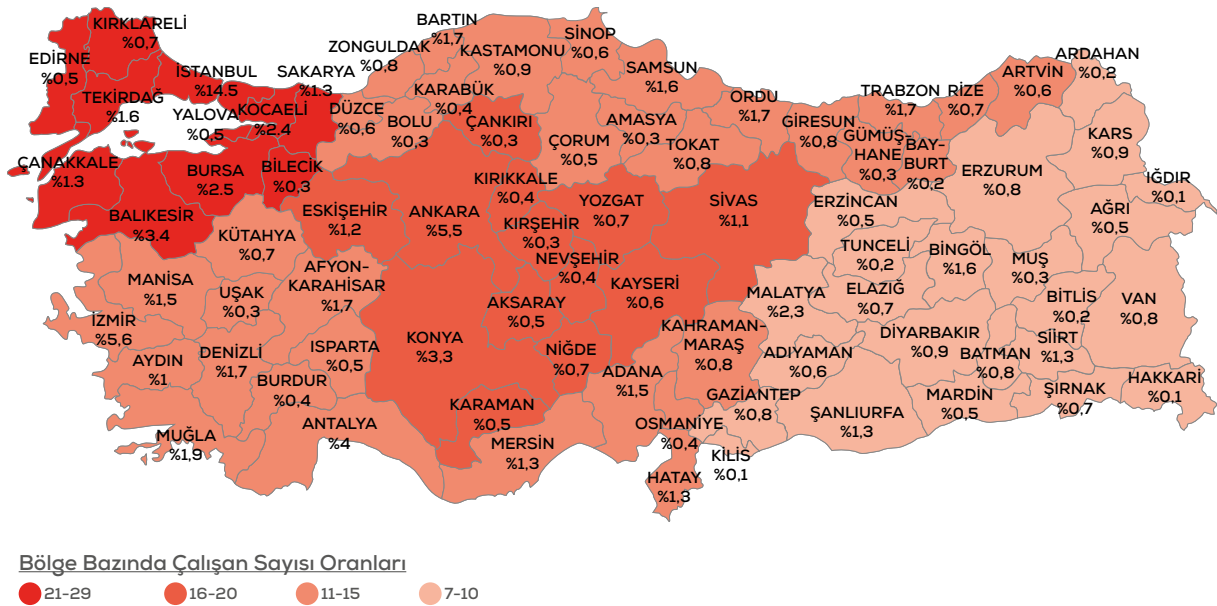
Şekil 3.5 Hazır Beton İmalat sektörü bölge bazında tesis sayısı dağılımı



TOBB 2018 yılı verilerine göre, hazır beton imalat sektöründe yer alan işletmelerde çalışanların coğrafi bölgelere göre güncel dağılımı ise Şekil 2.5'te gösterilmiştir. Buna göre dağılımın % 29'u Marmara Bölgesi'nde, %16'sı İç Anadolu Bölgesi'nde, %14'ü Ege Bölgesi'nde, %14'ü Karadeniz Bölgesi'nde, % 10'u Akdeniz Bölgesi'nde, % 9'u Doğu Anadolu Bölgesi'nde, % 7'si Güney Doğu Anadolu Bölgesi'nde oluştuğu gözlemlenmektedir (Şekil 3.6) [9].

Hazır Beton İmalatı sektöründe 2018 verilerine göre yaklaşık 45.300 çalışan bulunmaktadır [9]

Şekil 3.6 Hazır Beton İmalat Sektörü Bölge Bazında Çalışan Sayılarının Oranı



4

• ÜRETİM  
SÜREÇLERİ





## 4 ÜRETİM SÜREÇLERİ

Hazır beton üretim süreci hazır betonun üretilmesi, dökülmesi ve taşınması aşamalarını içermektedir.

Beton; çimento, agrega, su ve kimyasal veya mineral katkı maddelerinin homojen olarak karşılaştırılmasından oluşan, başlangıçta plastik kıvamda olup, şekil verilebilen, zamanla katılaşp sertleşerek, mukavemet kazanan bir yapı malzemesidir. Üretimde kullanılan hammaddelerin açıklaması aşağıda verilmiştir.

Betonu oluşturan hammaddeler agrega (ince ve kaba), su, çimento, kimyasal ve mineral katkılarıdır (Çimento % 10, Su % 15, Agrega % 75) [10].

Şekil 4.1 Hazır Beton İçeriği



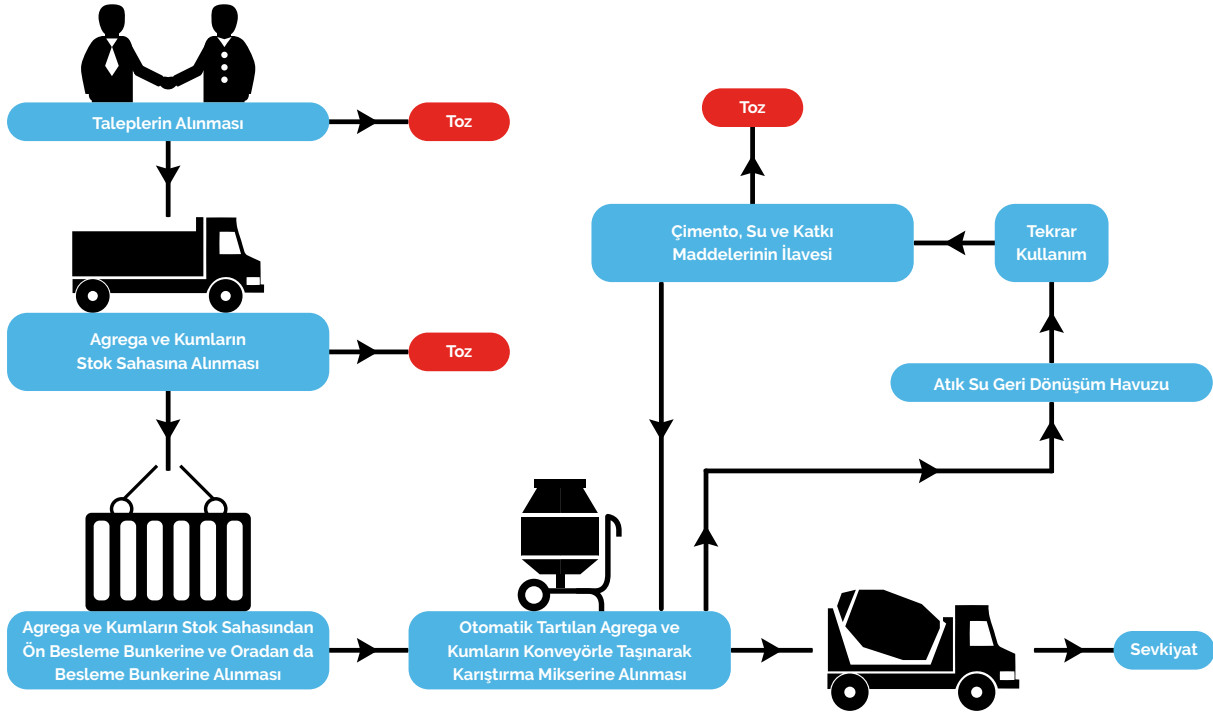
Bileşen malzemeler, betonun dayanıklılığını olumsuz etkileyebilecek veya donatı korozyonuna sebep olabilecek miktarda zararlı madde içermemeli ve betonda kullanım amacına uygun olmalıdır.

### 4.1. PROSES AKIŞI

Beton; çimento, agrega, su ve kimyasal veya mineral katkı maddelerinin homojen olarak karşılaştırılmasından oluşan, başlangıçta plastik kıvamda olup, şekil verilebilen, zamanla katılaşp sertleşerek, mukavemet kazanan bir yapı malzemesidir ve üretim aşamalarının açıklaması aşağıda verilmiştir. Beton santralinde çimento depolamak için silolar, agrega depolamak için bunker, tartım için tartı bunkerleri, su depolamak için tank, katkı depolamak için tanklar ve panmikser bulunmaktadır.



Şekil 4.2 Hazır Beton İmalatı Akım Şeması, Girdi ve Çıktıları



### 1. Hammadde Depolama:

Hazır beton üretiminde hammadde olarak, çimento, kırma kum, doğal kum, agregalar ve katkı maddeleri kullanılmaktadır. Hammaddeler tesise tanklarla veya kamyonlarla getirilerek, saha içerisindeki stok sahasında ayrı ayrı depolanmaktadır.

### 2. Ön Besleme İşlemi:

Bu aşama karıştırıcı mikserinin besleme bunkerine agrega gönderme işlemidir. Bu işlem bunker ve bant kısımlarından oluşmaktadır. Kullanılacak agrega sahasından kepçe yardımı ile ön besleme bunkerine alınmaktadır. Ön besleme bunkerine alınan agregalar buradan taşıyıcı bant vasıtasıyla besleme ünitesine taşınmaktadır.

### 3. Besleme İşlemi:

Besleme bunkerini, üretim miktarına göre ön besleme işlemi ile doldurulur. Buradan agregalar istenilen beton özelliğine göre belirlenen oranlarda otomatik olarak tartılarak karıştırıcı mikserine alınır. Agregalar karıştırıcı mikserine besleme bunkerinden taşıyıcı bant vasıtasıyla alınır.

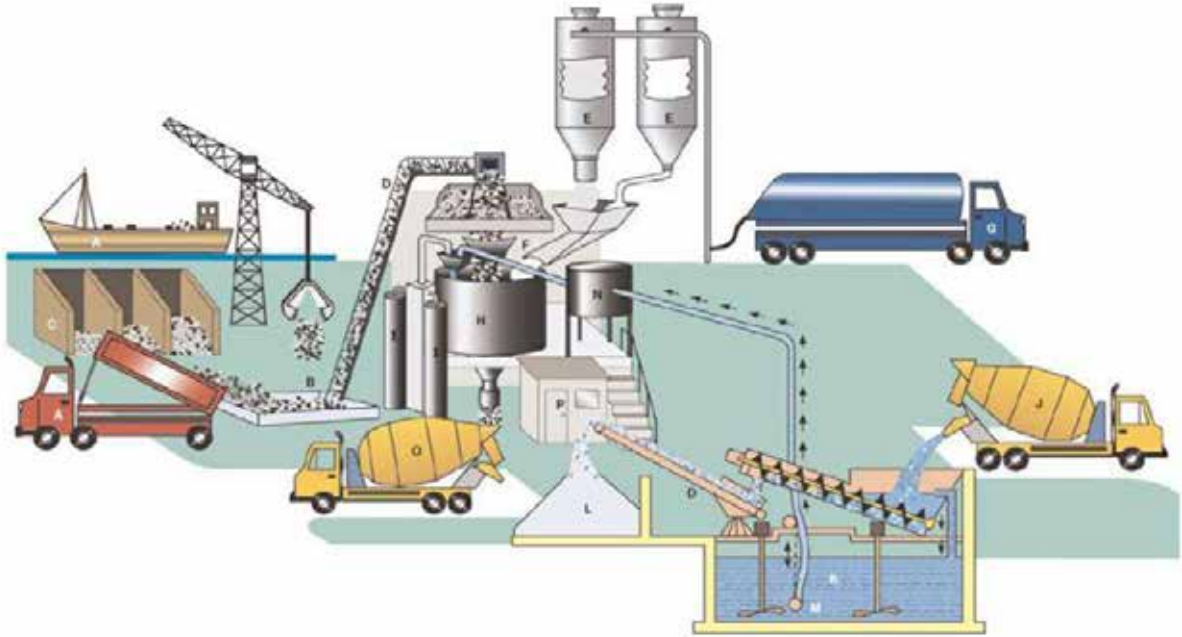
#### 4. Karıştırıcı Mikser:

Beton yaş karışimli hazır beton tekniği ile üretilmektedir ve su dahil tüm bileşenler santralde ölçülüp karşılaştırılarak hazırlanmaktadır. Hazır betonun üretimi, santral operatörünün üretilecek betonu tanımlatan formülün numarasını belirleyip, bilgisayar sistemine girilmesiyle başlamaktadır. İlk komutan sonra, ayrı bölmelerde stoklanmış olarak bulunan agrega, çimento ve su aynı anda tartılır. Daha sonra tartılmış agrega bantla taşınarak mikser kazanına aktarılır. Bu sırada çimento, su ve formülde varsa kimyasal katkı maddesi de kazana aktarılır ve karıştırılır. Yeterince karıştırılmış olan harman, transmiksere boşaltılarak, dolum tamamlanıncaya kadar aynı işlem devam eder.

#### 5. Sevkiyat:

Hazır beton, özel araçlarla (transmikser) taşınır ve teslimata kadar homojenliğini koruması için karıştırılır. Bu karıştırma, beton sınıfına bağlı olarak farklı devirlerde yapılır. Transmikserler genellikle 5-10 m<sup>3</sup> taşıma kapasitesine sahiptir.

Şekil 4.3 Hazır Beton İmalatının şematik gösterimi



A: Agreganın teslimi, B: Agreganın alım silosu, C: Agreganın deposu, D: Taçma bandı, E: Çimento deposu, F: Tartma silosu, G: Çimento teslimi, H: Mikser, I: Katkılar, J: Dökümünü tamamlamış transmiksere, K: Geri dönüşümlü su, L: Geri dönüşümlü agrega, M: Pompa, N: Su deposu, O: Dolumu yapılan transmiksere, P: Kontrol odası

Kaynak: [9]

Hazır beton üretimi için malzemelerin su karıştırma ve ölçme işleminde uygulanan, beton santralindeki merkezi mikserde karılma (yaş karışım), transmikslerde karılma (kuru karışım), ve beton santralindeki merkezi mikserde kısmen karıldıktan sonra mikserde karılma olmak üzere üç yöntem vardır. Türkiye'de hazır beton üretimi genel olarak yaş karışım yöntemi ile yapılmaktadır [11].

Yaş sistemde üretim tartılan su dahil tüm malzemelerin panmikser içine aktırılarak, mikser içinde homojen bir hale gelinceye kadar karıştırılmasıyla gerçekleşir. Hazırlanan bu karışım transmikserin kazanına boşaltılır [12].

5

• ÇEVRESEL  
GÖSTERGELER







## 5 ÇEVRESEL GÖSTERGELER

Sürdürülebilirlik ve çevresel etkilerin azaltılması yapı sektöründeki temel konulardan birisidir. Mevcut şartlarda üreticiler benzer şekilde kaliteli ürünler üretmeye devam ederken, doğal kaynakları da korumaları beklenmektedir. Bu nedenle günümüzde, bu hedefleri teşvik edecek üretim yöntemleri, uygulamalar ve ürünler yelpazesi için daha fazla araştırma gerçekleştirilmektedir. İşletmeler sürdürülebilirlik ilkesi doğrultusunda hareket etmeleri durumunda çevresel etkilerin azaltılmasına katkı sağladıkları gibi maliyet düşürme ve rekabet gücünü artırma yönünde olumlu sonuçlar alarak ilave ekonomik değer elde edebilmektedirler.

Hazır beton üretim sürecinde; enerji, çimento, kum, çakıl, kırma taş ve su gibi ihtiyaçlarının karşılanabilmesi için doğal kaynaklar kullanılmakta ve üretim süreciyle birlikte doğal kaynakların çıkarılması sırasında da hava (sera gazları, toz), su, toprak ve gürültü gibi çevre kirliliği faktörleri oluşmaktadır. Bu sebeple yatırım öncesi aşamada yer seçimine (üretim tesislerinin hammadde kaynağına yakın olması), tesis planlama ve tesis tasarımı ile birlikte çevreyi kirlilemeyecek uygun teknolojilerin (arıtma sistemleri) seçilmesi çevresel etkilerin önlenmesinde anahtar önem taşımaktadır. Hazır beton üretiminin sebep olduğu çevresel etkiler Tablo 5.1'de özetlenmiştir.

Tablo 5.1. 1 m<sup>3</sup> Hazır Beton Üretimi için Çevresel Etkiler [13]

Parametreler	Beton dayanımına göre etki derecesi						
	20 MPa	25 MPa	30 MPa	35 MPa	40 MPa	45 MPa	50 MPa
Küresel Isınma (kg CO <sub>2</sub> )	333	366	395	445	513	539	609
Su Asidifikasyonu (kg SO <sub>2</sub> )	1,42	1,56	1,68	1,89	2,18	2,29	2,60
Ötrofikasyon (Kg PO <sub>4</sub> )	0,339	0,372	0,402	0,451	0,519	0,548	0,620
Fosil Kaynak Tüketimi (Mj)	3080	3390	3650	4090	4700	4900	5570
Diğer Enerji Tüketimi (Kg Sb 10 <sup>-4</sup> )	1,10	1,18	1,25	1,41	1,44	1,49	1,83

### 5.1. SU TÜKETİMİ

Hazır beton sektörü büyük miktarlarda su tüketiminden sorumlu görünmektedir. Su sadece beton üretiminde değil aynı zamanda mikser ve kamyonların yıkanması, agregaların nemli tutulması ve diğer genel amaçlı tüketimler içinde kullanılmaktadır. Özellikle, beton üretimi için kullanılan gerekli suyun yanı sıra üretim sonunda mikser tamburlarını yıkamak içinde önemli miktarda su tüketilmektedir. Her gün bir kamyonun yıkanması için yaklaşık 1.500 lt suyunun kullanıldığı tahmin edilmektedir [14]. Hazır beton imalatı yapılan bir tesiste 1 m<sup>3</sup> beton başına ortalama 200 litre su tüketilmekte olup halihazırda ülkemizde yıllık 109 milyon m<sup>3</sup> civarında hazır beton üretimi gerçekleşmekte olmasına binaen [15], günlük tüketilen su miktarı yaklaşık 60.000 m<sup>3</sup> mertebesinde gerçekleşmektedir. Bu durum, sektörde suyun geri kazanımı ve yeniden kullanımı için potansiyelin önemini göstermektedir.

## 5.2. ATIK SU OLUŞUMU

Hazır beton tesislerinden gelen büyük miktarlarda atık su üretimi, hazır beton üreticilerinin en büyük çevresel sorunlarından birisidir. Hazır beton üretim tesislerinde, mikserlerin yıkanması gibi işlemler sonucu ortaya çıkan atık sulardaki AKM konsantrasyonu ve bulanıklık oldukça yüksektir. Mikser araçlarının dışının ve tozlanmış sahaların yıkanması sonucunda atık sular oluşmaktadır. Bu nedenlerle atık suların ve agreganın geri kazanılması için tesiste "Yıkama Tamburu" veya "Çökeltme Havuzları" kurularak geri kazanma işlemi uygulanmalıdır. İçerisi yıkanan transmikserlerin suyu ve agregası yıkama tamburuna verilmelidir. Yıkama tamburunda su ve agrega birbirinden ayrılır, su fazı çöktürme havuzuna gider, agregada bir yerde biriktirilir. Bu tesislerde, su kirliliği yönünden en önemli kirlenici parametre askıda katı madde (AKM)'dir. Bu limiti sağlamak için tesis ön arıtma sistemi kurmalıdır.

Tesislerde oluşan atıksular genel olarak yıkama suları, kamyon karıştırıcı durulama suları, yağmur suları vb. kaynaklardan oluşmakta olup, ince kum, kireç ve çimento içermektedir. Bundan dolayı tesislerde oluşan atıksular sıcaklık, alkalinite ve askıda katı madde miktarları bakımından farklılık gösterir ve bu sebeple doğrudan deşarj için uygun değildirler. Yapılan çalışmalar beton yıkama sularının yüksek kireç içeriğine bağlı olarak 11 ile 12 arasında değişen yüksek pH değerlerine sahip olduğunu göstermiştir [16].

## 5.3. ENERJİ TÜKETİMİ

Enerji kullanımı çimento tipi ve uçucu kül, silika ve cüruf kullanımına göre değişiklik göstermekte olup, genel olarak 1 m<sup>3</sup> beton başına 1,40 kWh elektrik enerjisi ve 1,57 lt dizel yakıt kullanılmaktadır [17]. Toplam tüketime bakıldığında ise 156,6 GWh elektrik enerjisi tüketimi ve 171,13 milyon litre dizel yakıt tüketimi gerçekleştiği hesaplanmış olup, hazır beton imalatındaki artış hızına bağlı olarak gelecek dönemde hazır beton imalatı sektöründe enerji tüketiminin daha da artması beklenmektedir.

## 5.4. EMİSYONLAR

Üretim tesisinde nakliye ve malzemelerin (çimento, kum ve kaba agregası) depolanması toz emisyonlarına sebep olmaktadır. Tesiste toz emisyonu,

- Çimentonun silolara basılması
- Hammaddenin açık alanda depolanması
- Depolanmış malzemelerin doldurulması – boşaltılması
- Mikser karıştırma yapılması

sırasında oluşmaktadır.

Tesis konumu ve hakim rüzgar yönleri ise meydana gelecek emisyon büyüklüklerini belirlemektedir. Tüm hammaddelerin kapalı depolarda muhafaza edilerek rüzgara karşı korunması oldukça önemlidir. Ayrıca dökülen herhangi bir hammaddenin, rüzgarla sürüklenmeden önce hızlı bir şekilde temiz-

lenmesi gerekmektedir. Tesislerde PM<sub>2.5</sub> konsantrasyonu 1,3-131,7 ug/m<sup>3</sup> ve PM<sub>10</sub> konsantrasyonu da 1,3-359,8 ug/m<sup>3</sup> arasında değişebilmektedir. [18]

## 5.5. HAMMADE KULLANIMI

Betonu oluşturan hammaddeler agrega (ince ve kaba), su, çimento, kimyasal ve mineral katkıdır. Beton üretiminde çimento % 10, su % 15, agrega % 75 oranlarında kullanılmaktadır. Ülkemizde hazır beton imalatı 2016 yılında 109 milyon m<sup>3</sup> olarak gerçekleşmiş olup bunun için her yıl yaklaşık olarak 10,9 milyon m<sup>3</sup> çimento ve 81,75 milyon m<sup>3</sup> agrega kullanımı söz konusu olmaktadır [7].

Japonya'da yıkılan betonarme binalardan yüksek kalite agrega geri dönüşümünü sağlamak için yeni teknolojik yöntem olan ısıtmalı değirmen teknolojisi uygulanmakta ve beton gerikazanımında % 35 kaba agrega, % 30 ince agrega ve %35 toz malzeme olmak üzere geri kazanım sağlanmaktadır [19].

## 5.6. GÜRÜLTÜ

Birçok üretim tesisi gibi hazır beton üretim tesisleri de kendi gürültü kaynaklarına sahiptir. Nakliye sırasında kullanılan kamyonlar, konveyörler, kompresörler, yükleyiciler ve mikserler temel gürültü kaynakları olarak sayılabilmektedir.

Gürültü oluşturabilecek gürültü kaynakları ve muhtemel gürültü seviyeleri Tablo 5.2'de verilmiştir. Üretim esnasında gürültüye sebebiyet veren ekipmanların birlikte çalışmaları durumunda oluşan gürültü seviyeleri farklılık gösterebilmektedir.

Tablo 5.2. Gürültü kaynakları ve seviyeleri

Makine/Teçhizat	Gürültü Seviyesi, dBA
Kompresör	115
Beton Mikseri (Çimento Karıştırıcısı)	115
Yükleyici (kepçe)	85
Elektrik motoru (konveyör bantlar)	105

## 5.7. ATIK OLUŞUMU

Sektörde üretim sonrasında müşteriler tarafından iade edilen ve farklı projelerde kullanılmayan betonlar, transmikserlerde boşaltılmayan, tamburlarda kalan betonlar ile pompa kazanlarında kalan ve hatalı üretilen betonlar en büyük atık kaynakları olarak ortaya çıkmaktadır. Bu betonlar toplamda % 0,4 oranında atık oluşmasına sebep olmaktadır [20]. Günümüzde azalan agrega kaynakları dikkate alındığında bu malzemeler belirli oranlarda geri kazanılmaktadır. Bununla birlikte hazır beton sektörü diğer sektörlerden farklı olarak, sanayi yan ürünlerinin ve benzeri atık malzemelerin geri dönüşümüne de olanak sağlamaktadır.

### 5.7.1 KATI ATIKLAR

SHazır beton üretim tesisinde üretim prosesinden kaynaklı atık beton ve çökeltim havuzundan çıkan agrega kalıntıları oluşmaktadır. Üretim faaliyeti sonucu oluşacak atık beton miktarı yaklaşık olarak 0,2 kg atık beton/m<sup>3</sup> üretilen beton, çökeltim havuzundan çıkacak agrega kalıntıları miktarı ise yaklaşık olarak 0,1 kg atık agrega/m<sup>3</sup> üretilen beton'dur. Tesiste üretim ve ofis faaliyetlerinden kaynaklı 1 kg/gün ambalaj atığı oluşması beklenmektedir. Tesiste genel bakım faaliyetlerinden kaynaklı yaklaşık 5 kg/gün tehlikesiz metal atık oluşmaktadır [21].

Ünite/Birim	Oluşan Atık Miktarı
Genel Üretim	0,2 kg / m <sup>3</sup> beton (katı atık)
Çökeltim Havuzu	0,1 kg / m <sup>3</sup> beton (atık agrega)
Ofis ve Yönetim Binası	1 kg/kişi.gün (katı atık)
Bakım-Onarım Atölyesi	5 kg/gün (atık metal)

### 5.7.2 TEHLİKELİ ATIKLAR

Hazır beton imalatı sırasında oluşabilecek tehlikeli atıklar; tehlikeli maddelerle kontamine olmuş metal atıkları, kontamine atıklar, kontamine ambalajlardır. Tesis faaliyeti kapsamında kullanılan 150202 atık kodlu üstüğü, eldiven, bez, filtreler vb. malzemelere kimyasal maddelerin bulaşması ile kontamine atıklar 10 kg/1000 m<sup>3</sup> üretilen beton, tesiste kullanılan 150110 atık kodlu kimyasal maddelere ait kontamine ambalajlar 15 kg/1000 m<sup>3</sup> üretilen beton, bakım ve yenileme çalışmalarından kaynaklı 170409 atık kodlu tehlikeli maddelerle kontamine olmuş metal atıkları ve 160203 kodlu iskarta ekipmanlardan oluşması muhtemeldir.

Atık listesinde "A" işareti ile gösterilen atıklar içerdikleri tehlikeli bileşenlerin konsantrasyonlarından bağımsız olarak tehlikeli kabul edilmektedir. "M" işaretli atıklar ise içerdikleri tehlikeli bileşenlerin konsantrasyonlarına bağlı olarak tehlikeli ya da tehlikesiz olarak sınıflandırılabilir. Listede "M" işareti ile gösterilmiş atıklar üzerinde analiz yapılmalı ve analiz sonuçlarına göre atık koduna karar verilmelidir. Eğer yapılan analiz sonucunda atık içerisindeki tehlikeli bileşenler Atık Yönetimi Yönetmeliği Ek 3-B'de verilen konsantrasyonları aşıyorsa atıklar tehlikeli olarak sınıflandırılır ve "M" işareti ile gösterilen yanında yıldız (\*) işareti bulunan altı haneli kodla tanımlanmalıdır. Eğer tehlikeli bileşenlerin konsantrasyonları, Ek 3-B'de verilen eşik değerlerin altında kalıyorsa, bu atıklar tehlikesiz olarak sınıflandırılmalı ve "M" işaretli atıkların tehlikesiz karşılıkları olan altı haneli kodla tanımlanmalıdır.

## 5.8. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Hazır beton imalatı sektöründe yürütülen saha çalışmaları ile derlenen veriler, literatürde yer alan işletme verileri ışığında mevcut kaynak kullanımı performansları belirlenmiş ve tecrübeye binaen su, enerji, atık su, gaz emisyon ve katı atık göstergelerindeki potansiyel azalma oranları ön görülmüştür. Buna göre, sektörde kaynak kullanımlarında yüksek potansiyeller tespit edilmiş ve mevcut durumu ve çeşitli verimlilik uygulamaları ile sağlanabilecek potansiyel azalma oranları sunulmuştur.

Tablo 5.3. Sektöründeki kaynak kullanımlarının mevcut durumu ve potansiyel azalmalar ([22])

Hazır Beton İmalatı Sektörü	Mevcut Kaynak Kullanımı Performansları	Potansiyel Azalma Oranları
Su tüketimi	200 L/m <sup>3</sup> beton	%5-20
-Yakıt tüketimi(dizel)	1,57 lt/m <sup>3</sup> beton	%10-%15
-Elektrik enerjisi	1,4 kWh/m <sup>3</sup> beton	
-Atık su miktarları	0,2 L/m <sup>3</sup> beton	%50-80
-Toz	2-360 mikrogr/m <sup>3</sup>	%60'dan fazla
Atık beton	0,2 kg/m <sup>3</sup> beton	%50-80
Atık agrega	0,1 kg/m <sup>3</sup> beton	%50-80
-Tehlikeli	0,025 kg/m <sup>3</sup> beton	%5-10

Türkiye dünyada, Çin ve ABD'den sonra en büyük beton üreticisi konumundadır. Sektörde özellikle hammadde olarak agrega, su ve çimento farklı tipte kimyasal katkıların kullanımı ve enerji kullanımı ön plana çıkmaktadır.

Çalışma kapsamında gerçekleştirilen saha çalışmaları ve literatürden derlenen verilere göre hazır beton imalatı sektörü genelinde % 5-20 su tasarruf potansiyeli, % 10-15 enerji tasarrufu potansiyeli, % 50-80 atıksu azalma potansiyeli, gaz emisyonlarında % 60'dan fazla azalma potansiyeli ve katı atık miktarında % 50-80 aralığında bir azalma potansiyeli belirlenmiştir [22].

Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Sanayi ve Verimlilik Genel Müdürlüğü ve TÜBİTAK MAM Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü koordinasyonu ile 2014-2017 yılları arasında yürütülen "Sanayide Kaynak Verimliliği Potansiyelinin Belirlenmesi" isimli projesi kapsamında gerçekleştirilen saha çalışmaları ve literatürden derlenen verilere göre "NACE Rev.2 Kodu 23 Diğer metalik olmayan mineraller" sektörü genelinde % 22,6 su tasarruf potansiyeli, % 20,5 enerji tasarrufu potansiyeli, % 5,9 hammadde tasarrufu potansiyeli belirlenmiştir. Sektör genelinde var olan bu tasarruf potansiyel oranları, her bir işletmenin ortalama olarak bu tasarruf potansiyeline sahip olduğu düşünülerek ve kaynak verimliliği ve ekonomik kazanç olarak görülmelidir [22].





6

KAYNAK  
VERİMLİLİĞİ  
• ÖNLEMLERİ





## 6 KAYNAK VERİMLİLİĞİ ÖNLEMLERİ

### 6.1. MEVCUT EN İYİ TEKNİKLER HAKKINDA REFERANS DOKÜMANI

Endüstriyel faaliyetler sonucunda tüketilen kaynak miktarını ve oluşan emisyonları önlemek amacıyla, Avrupa'da özellikle son 20 yılda entegre bir yaklaşım olan temiz üretim uygulamaları ivme kazanmıştır. Bu entegre yaklaşım özellikle su, enerji ve kaynak tüketimi yoğun olan endüstrilerde ön plana çıkmıştır. Bu çerçevede, AB ülkelerinde "Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolü Direktifi" (IPPC-g6/61/EC) yeni adıyla "Endüstriyel Emisyonlar Direktifi" (IED-2010/75/EU) ile kirliliğin kaynağında entegre bir yaklaşımla önlenmesi hedeflenmiştir.

Hazır Beton İmalatı sektörü için henüz hazırlanmış BREF dokümanı ya da mevcut en iyi teknikler hakkında faydalanabilecek bir referans dokümanı bulunmamaktadır, ancak hazırlanmış olan "Çimento, Kireç ve Magnezyum Oksit İmalat Sanayi" BREF dokümanından faydalanılmıştır [23].

Sektörlere ait BREF dokümanlarında 1. ve 2. Bölümlerde sektör tanımı, sektörde uygulanan prosesler hakkında genel bilgiler, 3. Bölümde mevcut durumdaki tüketimler ve emisyon seviyeleri ile ilgili bilgiler, 4.Bölüm'de, Mevcut En İyi Teknikler'in (MET) belirlenmesinde yararlanılan, kaynak tüketimi ve emisyon azaltım teknikleri hakkında bilgiler verilmektedir. 5.Bölüm'de ise ilgili sektör için sanayi geneli ve spesifik üretim süreçleri için derlenen MET'ler ve bu MET'lerin uygulanması ile azaltılabilecek kaynak/emisyon seviyeleri verilmektedir.

Sektörün farklı işletmelerinde temiz üretim yoluyla elde edilebilecek her kaynak tasarrufu ve emisyon azaltma uygulamasının bir MET niteliği taşımaktadır. Örneğin bazı hazır beton üretim tesislerinde kentsel dönüşümden çıkan kırık beton parçalarının üretimde yeniden değerlendirilmesi üzerine Ar-Ge çalışmaları gerçekleştirilmektedir. Bazı tesislerde ise yıkama suları başta olmak üzere su geri kazanımı üzerine ya da yüksek fırın cürufu vb. malzemelerin beton parke taşı üretiminde kullanılması üzerine çalışmalar gerçekleştirilmektedir. Bu konularda Ar-Ge çalışmalarının hızlandırılması, ülkemizin sektörel BREF üretiminde lider ülke olarak öne çıkmasına katkı sağlayacaktır.

### 6.2. İLGİLİ ÇEVRE VE ENERJİ MEVZUATI

Ülkemizde yürürlükte olan çevre ve enerji mevzuatı değerlendirildiğinde, hazır beton imalatı sektöründe kaynak verimliliği uygulamalarına dolaylı atıfların olduğu düzenlemeler yer almaktadır. Ancak, bu sektöre yönelik doğrudan kaynak verimliliği odaklı bir mevzuat ülkemizde mevcut değildir. Hazır beton imalatı bu çerçevede ilgilendiren kirlilik önleme, kaynağında azaltma, geri kazanım, geri dönüşüm, verimlilik gibi konulara ilişkin temel düzenlemeler Tablo 6.1'de verilmiştir.

Tablo 6.1. Hazır beton imalatına dair ilgili kanun ve yönetmelikler

KANUN		
		Çevre Kanunu
		Enerji Verimliliği Kanunu
		Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun
Yönetmelik	Su	Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
		Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği
	Atık	Atık Yönetimi Yönetmeliği
		Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik
		Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği
		Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Kontrolü Yönetmeliği
		Atıktan Türetilmiş Yakıt, Ek Yakıt ve Alternatif Hammadde Tebliği
		Bazı Tehlikesiz Atıkların Geri Kazanım Tebliği
	Hava	Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği
		Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği
		Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği
	İklim	Sera Gazı Emisyonlarının Takibi Hakkında Yönetmelik
		Ozon Tabakasını İncelten Maddelerin Azaltılmasına İlişkin Yönetmelik
	Enerji	Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında verimliliğin Arttırılmasına Dair Yönetmelik
		Binalarda Enerji Performans Yönetmeliği
	Yatay	Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği

## 6.3. HAZIR BETON İMALAT SEKTÖRÜNE YÖNELİK TEMİZ ÜRETİM OLANAKLARI

### 6.3.1 GENEL TEMİZ ÜRETİM OLANAKLARI

Sürdürülebilirlik kavramının dünyada ve ülkemizde gün geçtikçe daha fazla önem kazanması ile beton üreticilerinin bu konudaki sorumlulukları artmakta ve ayrıca yeni mevzuat düzenlemeleri de uygulamaya alınmaktadır. Bu nedenle hazır beton üretiminde geri kazanılmış veya geri dönüştürülmüş hammaddelerin kullanımı artmaktadır.

Teknolojinin gelişmesiyle beraber, hazır beton imalat sektöründe kaynak verimliliğinin arttırılması için çalışmalar yapılmaktadır. Geliştirilen teknik/teknolojilerin büyük bölümü günümüzde kullanılmakla birlikte, bazı teknik/teknolojiler ülkemizde yaygın olarak kullanılmamaktadır.

Çalışma kapsamında gerçekleştirilen saha çalışmalarından elde edilen izlenime göre genel kontrol listesi hazırlanmıştır (Tablo 6.2).



## LEJANT



Yönetimsel/Operasyonel



Kaza Yönetimi



Ham Madde



Su



Enerji



Kimyasal



Atık Su



Katı Atık



Sera Gazı























Hava Emisyonu




Gürültü

Tablo 6.2. Genel Kontrol Listesi

Kategori	Önlem	İyileştirme / Azaltma
Genel Önlemler ve Yönetimsel Uygulamaların Değerlendirilmesi	İşletmede kaynak verimliliği, çevresel performansların artırılması ve temiz üretimin sürdürülebilirliğinin sağlanması için kalite ve çevre yönetim sistemlerinin yapılandırılması, dokümanite edilmesi ve etkin şekilde kullanımının sağlanması	
	İşletmede mevcut bakım-onarım programlarının planlandığı şekilde yapılması ve bu programlara önleyici nitelikteki uygulamaların da dahil edilerek kayıp-kaçak, zaman kayıpları, kapasite kayıpları, hammadde ve kaynak kayıplarının engellenmesi dolayısıyla üretim ve çevresel performansların geliştirilmesi	
	İşletmede kaynak kullanımı ve çevresel performansların, verimliliğin iyileştirilmesi ve izlenmesi için üretim girdileri ve çıktılarının miktar ve nitelikleri yönünde izlenmesi ve rutin olarak raporlanması	
	İşletmede bazında kaynak kullanımı, çevresel performansların, verimliliğin iyileştirilmesi ve geliştirilmesi, temiz üretimin sürdürülebilirliğinin sağlanması ve işletme reflekslerinin geliştirilmesi amacıyla prosesler bazında tüm girdilerin ve çıktılarının miktar ve nitelikleri yönünden izlenmesi	
	İşletmede personelin çevre, kaynak verimliliği-temiz üretim konularında bilinçlendirilmesi için eğitimler verilmesi, bununla birlikte operatörlere alanıyla ilgili teknik eğitimlerin verilmesi	
	İşletmede makine, cihaz ve ekipmanların seçiminde kaynak verimliliği sağlayan makine seçiminin göz önünde bulundurulması	
	İşletmede hazır beton imalat sektöründeki gelişmeler ve yüksek verimliliğe sahip ve çevre dostu yeni teknolojilerin takip edilmesinin sağlanmasıyla hem üretim ve kaynak verimliliği hem de çevresel performansların geliştirilmesi için fırsatların oluşturulması sağlanabilir (fuarlar, kongre-sempozyum, çalıştay vb. aktivitelere katılım)	
	İşletmede kaynakların verimliliği kullanımı ve kirliliğin kaynakta önlenmesine dair sürekli iyileştirmeyi esas alan teknik ve yönetimsel stratejilerin bulunduğu planların hazırlanması ve buna yönelik prosedürlerin oluşturulması	
	İşletmede yönetimin belirleyeceği periyotlarda temiz üretim ve kaynak verimliliğine ilişkin etüt ve analiz çalışmalarının yapılarak belirlenen iyileştirilmelerin hayata geçirilmesi için gerekli prosedürlerin hazırlanması ve planlanması	
	İşletmede kaynak kullanımları ve çevresel performansların artırılabilmesi için iyileştirme alanlarının belirlenebilmesi ve işletmenin üretim reflekslerinin geliştirilmesi amacıyla proses bazlı izleme sistemlerinin kullanılması ve/veya periyodik olarak temiz üretim-ve-rimlilik etüt çalışmalarının yapılması	
Hammadde ve Kimyasal Seçimi, Kullanımı ve Yönetimi	Hammadde seçiminde daha az kaynak kullanımına ve çevresel atığa/emisyona neden olanların tercih edilmesine dikkat edilmesi (ya da daha az işlem adımı-proses gerektiren)	
	İşletmede herhangi bir kalite yönetim sistemi bulunmuyor olsa bile belirli periyotlarda tedarikçi denetimi yapılmasına olanak sağlayan prosedürlerin geliştirilmesi ve etkin şekilde uygulanması	
	Hammaddelerin depolanması ve saklanmasında kaza risklerinin önlenmesini/azaltılmasını, sızıntıların-kaçakların ve dökülmelerin önlenmesini, bozunabilirliğin önlenmesini sağlayan uygun depolama ve saklama koşullarının sağlanarak hammadde kayıpları önenebilir.	
	Üretim proseslerinde hammadde kayıplarının izlenmesi ve hammadde kayıplarına karşı önlemler alınması	
	İşletmede kullanılan tüm kimyasalların MSDS'lerinin bulundurulması ve kimyasal envanter çalışmasının yapılması	
	Kimyasalların depolanmasının, saklanmasının ve uygulanmasının MSDS'lerde belirtilen koşullara göre yapılması	

Kategori	Önlem	İyileştirme / Azaltma
Hammadde ve Kimyasal Seçimi, Kullanımı ve Yönetimi	Hammadde ve kimyasalların seçiminde kaynak verimliliğini artıracak ve çevre dostu kimyasalların seçilmesine yönelik prosedürlerin geliştirilmesi ve uygulanması	
	Kimyasalların hazırlanması ve dozlanmasında otomasyona dayalı sistemler kullanılmasıyla kayıpların önlenmesi ve kimyasal tasarrufu sağlanması	
	Kimyasal tüketimin azaltılmasına yönelik reçete optimizasyonu, proses parametrelerinin optimizasyonu, kimyasal değişimi vb. önleyici ve azaltıcı tekniklerin uygulanması	
	Kimyasalların seçiminde mikrokirleticilerin kontrolünü de içeren kimyasal envanter ve kimyasal değişimi çalışmalarının yapılması ve gerekli kimyasal satın alma prosedürlerinin hazırlanmasıyla kimyasal tüketiminin azaltılması ve çevresel performansların iyileştirilmesi	
	Kimyasalların seçiminde ve kullanımında çevre ve insan sağlığı üzerindeki etkilerinin de göz önünde bulundurulduğu prosedürlerin hazırlanması ve uygulanması	
	Kimyasal kullanımının şart olmadığı durumlarda kimyasal kullanımdan kaçınılmasıyla kimyasal tüketimin azaltılması	
Su Tüketimi ve Yönetimi	İşletmede su kayıplarının-kaçaklarının önlenmesine yönelik uygulamalar ile su kayıplarının önlenmesi	
	İşletmede su tüketiminin prosesler bazında izlenmesiyle suyun verimli kullanımı ve su tüketiminin azaltılmasının sağlanması	
	İşletmede kullanılan makinelerde su debisi kontrol cihazları ve otomatik kapatma vanalarının kullanılmasıyla su tüketiminin azaltılması	
	Suyun verimli kullanımını sağlayacak uygulamaların gerçekleştirilmesiyle su tasarrufu sağlanması	
	İşletmede proses ve kompozit atık suların analiz edilmesi, su geri kazanımı ve geri kullanımına yönelik uygulamaların yapılmasıyla su tasarrufu sağlanması ve atık su miktarlarının azaltılması	
	Yağmur suyu ve yüzey akış sularının toplanarak proseste kullanımının sağlanması	
	Tesis ve ekipman temizliğinde su verimliliği sağlayacak elemanlar kullanarak (su püskürtme başlıkları, sprey püskürtücüler vb.) yıkama verimliliğinin artırılması dolayısıyla su tasarrufu ve atık su miktarlarının azaltılmasının sağlanması	
Enerji Yönetimi	İşletmede prosesler bazında enerji tüketiminin izlenmesiyle enerji tasarrufu sağlanması ve üretim reflekslerinin geliştirilmesi	
	İşletmede enerji kayıplarının izlenmesi, optimize edilmesi ve önleyici uygulamalar (izolasyon vb.) yapılarak enerji tasarrufu sağlanması	
	Enerji temininde alternatif enerji kaynakları kullanılarak enerji kullanımının optimize edilmesi ve maliyetlerinin azaltılması	
Katı Atık Yönetimi	Temel ve yardımcı proseslerde üretim aşamasında oluşan tehlikeli, tehlikesiz veya geri kazanılabilir nitelikteki atıkların izlenmesi/kaynakta ayrı toplanmasıyla atıkların geri kazanımı veya geri dönüşümünün sağlanması	
	İşletmede oluşan katı atıkların sınıflandırılarak uygun şekilde bertaraf edilmesi ya da uzaklaştırılmasıyla oluşabilecek çevresel etkilerin ortadan kaldırılması	
Atık Su Yönetimi	Atık su karakterizasyonunun rutin olarak yapılması ve izlenmesiyle su geri kazanımı opsiyonlarının değerlendirilmesi ve kimyasal tüketiminin azaltılmasına yönelik tedbirlerin alınması konusunda reflekslerin geliştirilmesi sağlanabilir	
	İşletmede proses atık sularının arıtılarak/arıtmadan geri kullanımı olanaklarının değerlendirilmesiyle su tüketiminin ve atık su miktarlarının azaltılması	

Kategori	Önem	İyileştirme / Azaltma
Atık Su Yönetimi	İşletmede proses atık sularının arıtılıp/arıtılmadan geri kullanımının mümkün ise bu durumda söz konusu atık suların üretim proseslerinde geri kullanımıyla su tüketimi ve atık su miktarlarının azaltılması	
	Atık su kaynaklarında atık su miktarlarının ve kirlilik yüklerinin kaynağında azaltılmasına yönelik uygulamalar veya prosedürlerin geliştirilmesi ve etkin şekilde uygulanmasıyla atık su miktarlarının azaltılması	
Gaz ve Toz Emisyon Kontrolü	Yakıt seçiminde daha az atık gaz emisyonu oluşturacak ve yüksek kalorifik değere sahip olan yakıtların tercih edilmesi bu sayede ısı enerjisi tüketimi ve atık gaz emisyonlarının azaltılması	
	Atık gaz emisyonlarının kaynaklarının bilinmesi ve kaynaktan azaltılmasına yönelik uygulamalar yapılması ya da prosedürlerin geliştirilmesi	

## 6.3.2 PROSES BAZLI TEMİZ ÜRETİM OLANAKLARI VE KONTROL LİSTELERİ

### 6.3.2.1 SU TÜKETİMİ

İşletmelerde üretim prosesinde su; hazır beton üretiminde, transmikserlerin ve beton pompalarının yıkanmasında kullanılmaktadır. Tüketilen suyun büyük bir kısmı üretimde kullanılmaktadır. Üretimde kullanılan sudan atık su oluşmamaktadır. Tesis yüzeyinde biriken yıkama ve yağmur sularının su geri dönüşüm havuzlarına yönlendirilerek tekrardan prosese dahil edilmesi su kaynaklarının tüketilmesini azaltılmasına olanak sağlayacaktır.

Su kaynaklarının etkin kullanımını arttırmak için, geri kazanılan suyun betonda kullanılması yaygınlaştırılmalıdır. Ülkemizde betonda geri kazanılan suyun kullanımı ile ilgili hususlar, TS EN 206 "Beton-Özellik, Performans, İmalat ve Uygunluk Standardı" ile TS 13515 "TS EN 206'nın Uygulamasına Yönelik Tamamlayıcı Standardı"nda yer alan maddeler ve bu standartlarda atıf yapılan maddeler doğrultusunda TS EN 1008 "Beton Karma Suyu- Numune Alma, Deneyler ve Beton Endüstrisindeki İşlemlerden Geri Kazanılan Su Dahil, Suyun, Beton Karma Suyu Olarak Uygunluğunun Tayini Kuralları Standardı" ile düzenlenmiştir [24]. Beton imalatından çıkan geri kazanılmış su, yüksek dayanımlı veya hava sürüklenmiş betonda kullanılmasına müsaade edilmemektedir.

TS EN 1008 standardında beton endüstrisindeki işlemlerden geri kazanılan sular;

- herhangi artık taze beton içerisindeki su
- hareketli beton taşıyıcıları, karıştırıcı tanburlar, transmikserler veya karıştırıcılar ve beton pompalarının iç kısımlarının temizlenmesi sonucu ortaya çıkan yıkama suyu
- sertleşmiş betonun kesilme, aşındırılma ve su ile yüzeyinin pürüzlendirilmesi işlemlerinde kullanılan su
- beton imali esnasında,taze betondan vakumla çekilen su

olarak tanımlanmaktadır [25].

Geri kazanılan suyun kullanımında, su içerisindeki katı maddelerin dağılımının homojen olması, veya uygun çökeltme havuzları ile katı maddenin ayrılması gerekmektedir. Geri kazanılan su ile birlikte gelen ilave katı madde miktarı, beton harmanı içerisindeki toplam agregâ kütlesinin, %1'inden (küt-lece) daha az olması beklenmektedir. İmal edilecek beton, mimari beton, öngerilmeli beton, hava sürüklenmiş beton, zararlı çevre koşullarına maruz kalacak beton gibi özel şartlara sahip ise geri ka-zanılan suyun muhtemel etkileri dikkate alınmalıdır. Geri kazanılan su miktarı, günlük tüketim ihtiyacı dikkate alınarak imalat sürecine dağılımı uygun yapılmalıdır.

Sektördeki işletmelerde su israfını engellemek için, üretim prosedürlerinin dokümante edilmiş halde bulundurulmasına yaygın olarak rastlanmamaktadır. Bu tür uygulamalar teknik eğitimlerle ve çevre yönetim sistemi ile desteklenmelidir. Yıkama proseslerinde yıkama veriminin artırılması, yıkama su-larının ve yağmur sularının biriktirilmesi geri kazanılan suyun kullanımının yaygınlaştırılması gerek-mektedir.

### 6.3.2.2 ATIKSU DEŞARJLARI

Hazır beton üretiminde, tüketilen suyun büyük bir kısmı proseste kullanılmaktadır. Üretimde kullanı-lan sudan atık su oluşmamaktadır.

Tesiste geri dönüşüm havuzuna gelen agregâ ile karışık halde bulunan çimentolu su, ayrıştırılarak elde edilecek agregâ üretim hattında tekrar kullanılmaktadır. Çimentolu su ise havuzda çökelmeme-si için sürekli karıştırılacak ve beton üretiminde tekrar kullanılabilir. Ancak müşteri talebi doğ-rultusunda yüksek sınıflı beton üretilecekse eğer geri dönüşüm havuzundaki çimentolu su, filtrep-rese alınacaktır. Çimentolu su filtrepresten geçtikten sonra filtrepresten çıkan temiz halde bulunan su, yüksek sınıflı beton üretiminde kullanılabilir hale gelmektedir. Geri kazanım sayesinde üretimden kaynaklı deşarj edilmesi gereken atıksu oluşumu söz konusu olmamaktadır.

### 6.3.2.3 ENERJİ

Hazır betonun %75'ini oluşturan agregâ doğal olarak deniz kıyılarından veya dere yataklarından veya yapay olarak taş kırma makineleri ile elde edilmektedir. Agregâ eldesinde ve beton karışımında kul-lanılan makinelerin tükettikleri enerji ve nakliye sırasında harcanan enerji beton üretiminde kullanılan toplam enerjiye yansımaktadır. Ancak beton irtiminde tüketilen en büyük enerji payı çimento üreti-mi için harcanan enerji miktarıdır. Çimento üretimi için kullanılan enerji beton üretimi için kullanılan enerjinin % 90'dan fazlasını kapsamaktadır.

Su ile benzer şekilde, prosesler-makineler bazında izleme ekipmanları ile izleme ve kontrol yapıl-ması ve üretim prosedürlerinin dokümante edilmiş halde bulundurulması enerji tasarrufu için faydalı olacaktır. Hazır betonu enerji kullanımı yönüyle değerlendirmek için üretim, kullanım ve geri dönü-şüm süreçlerinin tümünü dikkate almak gerekmektedir [26].



Beton firmalarının, beton dolumu yaptıkları beton tesisinden, beton dökümü yaptıkları müşteri sahasına, beton mikserleri ile yaptıkları taşımalarda, mikserlerin tükettikleri akaryakıtın optimum seviyede olmasının sağlanması, tüm taşıma faaliyetlerinde belirlenen bu seviyenin korunarak, beton sektöründe taşımacılıktan kaynaklı akaryakıt maliyetlerinin azaltılması hedeflenmektedir [27, 28]. Bu hedef ile

- Türkiye genelinde 20.000 hazır beton mikseri ve her aracın günlük ortalama 100 kilometre yol yaptığı düşünülürken araç başı günlük 10 litre bir kazanım sağlanacak
- Günlük 200.000 litre az yakıt tüketimi ve 1.200.000 TL'lik bir tasarruf
- Hazır beton sektörünün yıllık 300 gün faaliyet gösterdiğini kabul edersek, yıllık 360.000.000 TL'lik bir tasarruf
- 200.000 litre daha az akaryakıt tüketimi ile aynı taşımacılık faaliyetleri gerçekleştirilebileceğinden bu gereksiz tüketimlerden kaynaklı sera gazı salınımlarında azaltım

mümkündür.

### 6.3.2.4 TOZ EMİSYONU

Hazır Beton üretiminde taşıma, depolama, üretim yerine aktarma sırasında oluşan toz emisyonları hava kirliliğine neden olmaktadır. Tesislerden kaynaklanan toz emisyon etkisini, toz filtre sistemi, rüzgar kesici toprak yığınları, rüzgar kesici bitkiler, rüzgar koruyucuları, brandalar ve nemlendirme sistemleri ile azaltmak veya önlemek mümkündür. Depolama faaliyetinin yapılacağı sahasının üstü ve çevresi duvar ile kapatılabilir.

Tozlu maddelerin üretimi, parçalanması, tasnifi doldurulması ve diğer işlemleri sırasında ortaya çıkan tozlu gazlar toplanıp ve toz ayırma sisteminden geçirilmelidir. Toz filtre sistemi kullanılmalıdır. Açıkta depolanan tozlu yığılma maddeler için arazide rüzgar kesici toprak yığınları yapılmalı, rüzgar kesici bitkiler dikilmeli veya rüzgar koruyucuları yapılmalıdır. Bunun için tesis çevresi duvarlarla kapatılmalı ve ayrıca tesis çevresine 3 metre aralıklarla en az 3 metre boyunda ağaç dikilmelidir. Konveyörler ve diğer taşıyıcıların üzeri kapatılmalıdır. Savurma yapmadan boşaltma ve doldurma yapılmalıdır. Açıkta bekletilen malzemenin üstü naylon branda veya başka bir malzeme ile kapatılmalıdır. Depolanan malzemenin üst tabakaların en az %10 nemli tutulur. Böylece rüzgarla taşınacak toz emisyonları azaltılacaktır. Tesis içindeki yollara bitümlü kaplama malzemeleri, beton veya benzeri malzeme ile kaplanıp düzenli olarak temizlenmelidir. Çimento silolarında filtre bulunmalı ve periyodik olarak filtre torbaları temizlenmeli ve denetimlerle de çalışıp çalışmadığı tespit edilmelidir. Ayrıca kamyon boşaltma noktalarında, kullanılan her türlü kırıcılarda, banttan banda aktarma noktalarında, elek giriş ve çıkışlarında, meydana gelecek tozun çevreye yayılmasını önleyecek toz indirgenme sistemleri kullanılmalıdır.

Oluşan tozu önlemek amacıyla; yükleme-boşaltma yapılan bölgelerde mevsimsel şartlarda dikkate alınarak arazöz veya seyyar sulama sistemleri ile sulama yapılarak, oluşan tozların taşınımını engelleyecek şekilde ağaçlandırma, saç plaka ile çevirme gibi rüzgar kesici yapıların kurulması sağlanmalıdır. Tesiste belirli periyotlarda toz emisyon ölçümü yaptırılmalıdır.

### 6.3.2.5 KATI ATIKLAR









Hazır beton imalatı yapan tesislerde geri dönüşüm havuzuna gelen agrega ile karışık halde bulunan çimentolu su, bu üniteye ayrıştırılarak, elde edilecek agrega üretim hattında tekrar kullanılmaktadır. Çimentolu su filtrepresten geçtikten sonra filtrepresten çıkan sudan ayrılan preslenmiş çamur ise kek halinde filtrepresten alınacaktır. Bu kek halindeki çamur, sızdırmaz nitelikli alanlarda toplanarak Çevre ve Şehircilik Bakanlığında lisans almış geri kazanım/bertaraf (çimento) tesislerine gönderilmelidir.

Hazır beton üretim tesisinde üretim prosesinden kaynaklı atık beton ve çökeltim havuzundan çıkan agrega kalıntıları tekrar üretime geri döndürülmelidir. Ayrıca sürdürülebilir hazır beton üretimi konseptine uygun olarak kentsel dönüşüm neticesinde oluşan atık betonların agrega olarak kullanılmak üzere geri kazanılması önem arz etmektedir.

Hazır Beton İmalatı için proses bazlı temiz üretim olanakları ve kontrol listesi Tablo 6.3'te verilmektedir.

Tablo 6.3 Hazır Beton Üretimi ile İlgili Kontrol Listesi

Kategori	Alınabilecek Önlemler ve Uygulamalar	İyileştirme / Azaltma
Ham Madde Seçimi Depolanması ve Kullanımı	Ham madde öğütme, eleme ve karıştırma işlemlerinin kapalı ortamlarda gerçekleştirilmesi	
	Tesiste ham madde depolama için yeterli kapasitede siloların bulunması ve dolum sırasında filtre sistemlerinin kullanılması	
	Ham madde depolama, elleçleme, taşıma ve harmanlama işlemlerinde oluşan difüz emisyonların azaltılması için vakum sistemlerinin kullanılması	
	Kullanılan hammaddelerin insan sağlığına zarar vermesinin önlenmesi	
	Tüm çalışma alanında oluşan yağmur sularının toplanması	
Agrega ve Kumların Stok Sahasına Alınması	Nemlendirme sisteminin kurulması	
	Rüzgar kesici bariyerlerin oluşturulması	
	Bünye reçetelerinin revize edilmesi ile tek pişirim üretime geçiş sağlanması veya pişirme sıcaklık ve sürelerinin düşürülmesi	
Ön Besleme Bunkeri	Ham madde transfer adımında yeni nesil makinelerin kullanılması ile enerji tasarrufunun artırılması	
	Ön besleme bunkerinin üzerinin kapatılması	
Besleme Bunkeri	Besleme için otomatik kontrolünün sağlanması	
	Tasarım aşamasında ihtiyaca göre kot farkının oluşturulması	
	Eğimli alanlardan faydalanılarak transfer enerji maliyetinin düşürülmesi	
	Ön besleme ve besleme bunkerisi arasındaki mesafenin optimize edilerek tranfer işleminden kaçınılması	
	Geri dönüşüm havuzundan gelen agregaların tekrar kullanılması	
	Geri dönüşümden gelen atıkların agrega olarak kullanılması	

Kategori	Alınabilecek Önlemler ve Uygulamalar	İyileştirme / Azaltma
Karıştırma Mikseri	Düşük enerjili makinaların kullanılması	
	Geri kazanılan suyun betonda kullanılması	
Kamyonlara Yükleme ve Sevkiyat	Yıkama sularının geri dönüşüm havuzunda toplanması	
	Rota optimizasyonun yapılması	
	Araç bakım ve egzoz kontrollerinin yapılması	
	Filtrepres kekinin çimento tesislerine gönderilmesi	
İnşaat Alanında Beton Dökme	Yeniden kullanım ve geri kazanıma uygun döküntülerin toplanması	
	Pompalama hattının verimliliğinin optimize edilmesi ve uygun yer seçimi	

## 6.4. TÜRKİYE VE DÜNYADAN İYİ UYGULAMA ÖRNEKLERİ

### 6.4.1 ÖRNEK UYGULAMA-1

**Firma Bilgisi:** Bursa Beton Sanayi ve Ticaret A.Ş.<sup>1</sup>

**Atıksu Geri kazanım Uygulaması:** Bu çalışma ile Bursa Beton San. ve Tic. A.Ş. de araç yıkama, tesis saha temizliği, yağmur vb. nedenlerle ortaya çıkan atık suların çökeltme ve karıştırma işlemlerinden geçirilerek belirli standartlarda hazır beton üretiminde kullanılarak su geri kazanımı sağlanmaktadır.

**Arka Plan Bilgi:** Bursa Beton San. ve Tic. A.Ş. tarafından 16 farklı lokasyon da faaliyet gösteren Hazır Beton Üretim Tesisin de araç yıkama, saha temizliği, yağmur vb. nedenlerden kaynaklanan atık suların çökeltme ve karıştırma işlemlerine tabi tutularak, hazır beton üretiminde belirli standartlara uygun olarak yeniden hazır beton üretiminde kullanılmaktadır.

Geri kazanım su havuzları oluşan suların toplanabilmesi adına tesislerde en alt kotlarda olacak şekilde ve tesisin üretim kapasitesine göre havuz boyutları değişken olarak tasarlanmaktadır. Su havuzlara alınmadan önce rampalı giriş bölümünde toplanmakta oradan içerisinde ajitatör(karıştırıcı) bulunan havuzlara cazibe ile geçmektedir. Havuzlarda bulunan ajitatörler(karıştırıcılar) önceden belirlenen sürelerde düzenli olarak havuzlarda karıştırma yapmaktadır. Su içerisinde bulunan çimento ve agrega taneciklerinin çökmesini önlemek ve homojen bir karışım elde etmek adına bu işlem gerçekleştirilmektedir. Gün içerisinde su miktarına bağlı olmakla birlikte en az 2 defa yoğunluk tayini yapılmaktadır. Hazır beton üretim reçetelerinde kullanılacak olan geri kazanılmış su oranı elde edilen verilere göre belirlenmekte ve ihtiyaç dahilinde otomasyon sisteminde güncellenmektedir.

<sup>1</sup> Bursa Beton San. ve Tic. A.Ş. 'den iyi uygulama örneğinin rehberde yer alması konusunda onay alınmıştır.

Üretim tesislerinde çalışan transmiksör ve beton pompaları gün içerisinde ve gün sonunda araçlar temizlik amacıyla yıkanmaktadır. Kurulan sistem ile yıkama işlemi ilk aşamada geri kazanım suyu ile gerçekleştirilmekte olup temiz su sarfiyatı önemli miktarda azaltılmaktadır.

*Resim 1: Araç Yıkama Rampası*



*Resim 2: Geri Kazanım Havuzu ve Ajitatörler*



Havuzlarda biriken geri kazanım suları pompalar vasıtası ile ana beton karıştırma ünitesine gönderil-

mektedir. Tüm Üretim Tesislerinin ortalamalarını değerlendirdiğimizde 2.500.000 m<sup>3</sup>/yıl hazır beton üretimi için kullanılan suyun %35-37'si geri kazanım suyundan karşılanmaktadır. Literatürde 1 m<sup>3</sup> hazır beton için 180-200 lt/m<sup>3</sup> olarak kullanılan suyun 63-70 lt/m<sup>3</sup>'lük kısmı geri kazanım suyundan karşılanarak yerüstü ve yeraltı su kaynakları kullanımı kısıtlanmakta ve tasarruf edilmektedir.

Bursa Beton San. ve Tic. A.Ş. olarak kurulan ve kurulması planlanan tüm tesislerde bahsi geçen sistem projelendirilmekte ve uygulanması sağlanmaktadır.

**Sağlanan Kazanımlar:** İlgili proje ile;

- 1 m<sup>3</sup> hazır beton için 63-70 lt su tasarrufu sağlanmış ve doğal kaynak kullanımı azaltılmıştır,
- Yıllık bazda 2.500.000 m<sup>3</sup> hazır beton üretimi için 175.000 m<sup>3</sup> su tasarrufu sağlanmıştır.
- Geri kazanım suları yeniden kullanılmaz ise deşarj amaçlı arıtma tesisi kurulması gerekmekte olup hem yüksek maliyetlerle olası işletme giderleri önlenmiş hem de doğal kaynakların verimli kullanılması ilkesine uygunluk sağlanmıştır,
- Kullanılan sistem diğer bir alternatifi olan filter-pres kullanımına göre, iyi işletilmesi durumunda tüm suyun tekrar kullanılmasını sağlamaktadır. Aksi takdirde filter-pres sisteminde oluşan çamurun bertarafı ve depolanması işletmesel problem olarak ortaya çıkmaktadır. Aynı zamanda çamurların bertarafını gerçekleştirecek olan Çevre ve Şehircilik Bakanlığında lisans almış kuruluş sayısı çok az olup her bölgede bulunmamaktadır.

## 6.4.2 ÖRNEK UYGULAMA-2

**Firma Bilgisi:** Türkiye Hazır Beton Birliği<sup>2</sup>

**Transfer Araçlarında Yakıt Tasarrufu Uygulaması:** Bu çalışma ile, beton firmalarının, beton dolumu yaptıkları beton tesisinden, beton dökümü yaptıkları müşteri sahasına, beton mikserleri ile yaptıkları beton taşımalarında, mikserlerin tükettikleri akaryakıtın optimum seviyede olmasının sağlanması, tüm taşıma faaliyetlerinde belirlenen bu seviyenin korunarak, beton sektöründe taşımacılıktan kaynaklı akaryakıt maliyetlerinin azaltılması hedeflenmektedir. Projenin ana konusu akaryakıt maliyetlerinin optimize edilmesi olmakla birlikte, her bir aracın tüm işletme maliyetlerinin de izlenmesi ve azaltılması ikinci bir faz olarak değerlendirilmektedir.

**Arka Plan Bilgi:** Proje aşağıdaki üç ana aşamada uygulanmaktadır.

**1 - Firmanın Akaryakıt Tüketim Rakamlarının Belirlenmesi:** Beton tesisinin mikser taşımalarında belirli bir dönemdeki 100 kilometre başına yakıt tüketimlerinin litre cinsinden firmadan temin edilmektedir. Tüketimler, günlük yapılan kilometre ve günlük tüketilen akaryakıtın sürücü veya araç bazlı olarak manuel olarak tutulması şeklinde olabileceği gibi can bus (Aracın üretiminde bulunan veri sağlayıcı) verisi sağlayabilen araç takip sistemleri üzerinden alınabilmektedir. Bu bilgi ile birlikte beton firmasının, mikser taşımalarındaki akaryakıt tüketimi ve maliyetlerine ulaşılabilmektedir.

<sup>2</sup> Türkiye Hazır Beton Birliği Saha Çalışması, 2018



**2 - Firma Çalışma Sahasında Akaryakıt Tüketimi Performans Testi Gerçekleştirilmesi:** Beton firmasının rutin mikser taşımaları dahilinde belirlenen bir rotada, aynı gün veya takip eden iki günde, aynı araçla veya araç tipiyle, aynı veya yaklaşık yükte firma sürücüsünün ve ekonomik sürüş eğitmeninin sürüş yapmaları ve 100 kilometre başına litre cinsinden akaryakıt tüketimlerinin objektif kanıtlarla ortaya konulmaktadır.

Tablo 1'de anlatılan teste ait bir rapor paylaşılmıştır. Raporda iki sürüş arasındaki 100 kilometre başına litre cinsinden akaryakıt tüketimi farkının 37,82 litre olduğu görülmektedir.

Tablo 1- Akaryakıt Tüketim Testi Kıyaslama Tablosu

MAN 41-360		MAN 41-360	
FİRMA	BİTÇON TESİSİ	FİRMA	BİTÇON TESİSİ
ARAÇ MARKASI	MAN 41-360 M	ARAÇ MARKASI	MAN 41-360
TEST SÜRÜŞÜNÜ YAPAN EĞİTİMİ	FİRMA SÜRÜCÜSÜ	TEST SÜRÜŞÜNÜ YAPAN EĞİTİMİ	EKONOMİK SÜRÜŞ EĞİTİMİNİ
TEST BAŞLANGIÇ KM	29041 KM	TEST BAŞLANGIÇ KM	50225 KM
TEST KAPANIŞ KM	29129 KM	TEST KAPANIŞ KM	50400 KM
TEST GÜZERGAH ÇEVİŞİ	İSTANBUL ŞEHİRİÇİ	TEST GÜZERGAH ÇEVİŞİ	İSTANBUL ŞEHİRİÇİ
TEST GÜZERGAH DÖNÜŞİ	İSTANBUL ŞEHİRİÇİ	TEST GÜZERGAH DÖNÜŞİ	İSTANBUL ŞEHİRİÇİ
HAVA ŞARTLARI	HAFIF YAĞMUR-GÜNEŞLİ	HAVA ŞARTLARI	HAFIF YAĞMUR-GÜNEŞLİ
YOL ŞARTLARI	RAMPA İNİŞ ÇIKIŞ	YOL ŞARTLARI	RAMPA İNİŞ ÇIKIŞ
TOPLAM TONAJ	İNŞE 54000KG VE ÜZERE TAHMİNİ YERE BASAR	TOPLAM TONAJ	BURULUT 91000 KG VE ÜZERE YERE BASAR
TOPLAM GÜZERGAH	98 KM	TOPLAM GÜZERGAH	120 KM
TOPLAM TÜKETİLEN YAKIT	75,00 LT	TOPLAM TÜKETİLEN YAKIT	54,80 LT
TEST SÜRÜŞÜNDEKİ ORTALAMA YAKIT TÜKETİMİ 100km/litre	<b>85,23 Litre</b>	TEST SÜRÜŞÜNDEKİ ORTALAMA YAKIT TÜKETİMİ 100km/litre	<b>47,41 Litre</b>
ARAÇ SÜRÜCÜSÜ ORTALAMA YAKIT TÜKETİMİ	%	ARAÇ SÜRÜCÜSÜ ORTALAMA YAKIT TÜKETİMİ	%
TEST SÜRÜŞÜNDE VERİLEN MİKRO	MİKRO YOK	TEST SÜRÜŞÜNDE VERİLEN MİKRO	MİKRO YOK
FİRMANIN İĞİDİR ARAÇLARININ YAKIT TÜKETİMİ		FİRMANIN İĞİDİR ARAÇLARININ YAKIT TÜKETİMİ	
YAKIT TESTİ BAŞLANGIÇ TARİHİ VE SAATİ	12.09.2018 & 08:45	YAKIT TESTİ BAŞLANGIÇ TARİHİ VE SAATİ	11.09.2018 & 08:45
YAKIT TESTİ BİTİŞ TARİHİ VE SAATİ	12.09.2018 & 18:15	YAKIT TESTİ BİTİŞ TARİHİ VE SAATİ	13.09.2018 & 14:35
1 GÜN FİRMA SÜRÜCÜSÜNÜN YÜKÜ: 7+5 METRE KÜP BETON ARAÇ SABAH SAAT 08:45 ÇALIŞMAYA BAŞLIYIP SAAT 18:15 DE STOP ETMİŞTİR.		2 HED AKADEMİ SÜRÜCÜSÜNÜN YÜKÜ: 7+2+7 METRE KÜP BETON ARAÇ SABAH SAAT 08:45 ÇALIŞMAYA BAŞLIYIP SAAT 14:35 DE STOP ETMİŞTİR.	

**3 - Danışmanlık, Eğitim, Uygulama:** Beton firmasının mikserli taşıma faaliyetlerinden kaynaklı akaryakıt tüketimlerinin optimize edilerek "Sürdürülebilir Taşıma Sistemi" kurması için ihtiyacı olan kaynak ihtiyacı (insan, ekipman, sistem, eğitim) belirlenir, firmanın ticari faaliyetine uygun bir program dahilinde akaryakıt tüketimi azaltım çalışması hayata geçirilmektedir.

**Sağlanan Kazanımlar:** İlgili proje ile;

Hazır beton sektöründe faaliyet gösteren firmaların günlük ticari faaliyetleri gereği mikser ile yaptığı beton taşımalarındaki 100 kilometre başına litre cinsinden akaryakıt tüketimi optimizasyon çalışmaları ile birlikte, sektörün kabul ettiği 100 kilometre başına litre cinsinden akaryakıt tüketimi değerinin 70-80 litre aralığında olduğu görülmüştür. Yine aynı proje kapsamında yukarıda detayları paylaşılmış olan çalışma sahası testlerinde, 100 kilometre başına litre cinsinden akaryakıt tüketimi değerinin 35-45 litre aralığında olması gerektiği tespit edilmiştir.

Test sonuçları doğrultusunda yaklaşık 20.000 mikser ile faaliyet gösteren hazır beton sektöründe akaryakıt tüketimlerinden kaynaklı maliyet tasarrufu projeksiyonu yapıldığında (2018 fiyatları);

- Türkiye genelinde 20.000 hazır beton mikseri ve her aracın günlük ortalama 100 kilometre yol yaptığı düşünüldüğünde araç başı günlük 25 litre bir kazanım sağlandığı,
- Günlük 500.000 litre az yakıt tüketimi ve 3.000.000 TL'lik bir tasarruf sağlanmakta ve 500.000 litre daha az akaryakıt tüketimi ile aynı taşımacılık faaliyetleri gerçekleştirilebilmektedir. Böylelikle

gereksiz yakıt tüketimlerden kaynaklı sera gazı salınımları da önlenmiş olmaktadır.

- Hazır beton sektörünün yıllık 300 gün faaliyet gösterdiğini kabul edersek, yıllık 900.000.000 TL'lik bir tasarruf mümkündür.

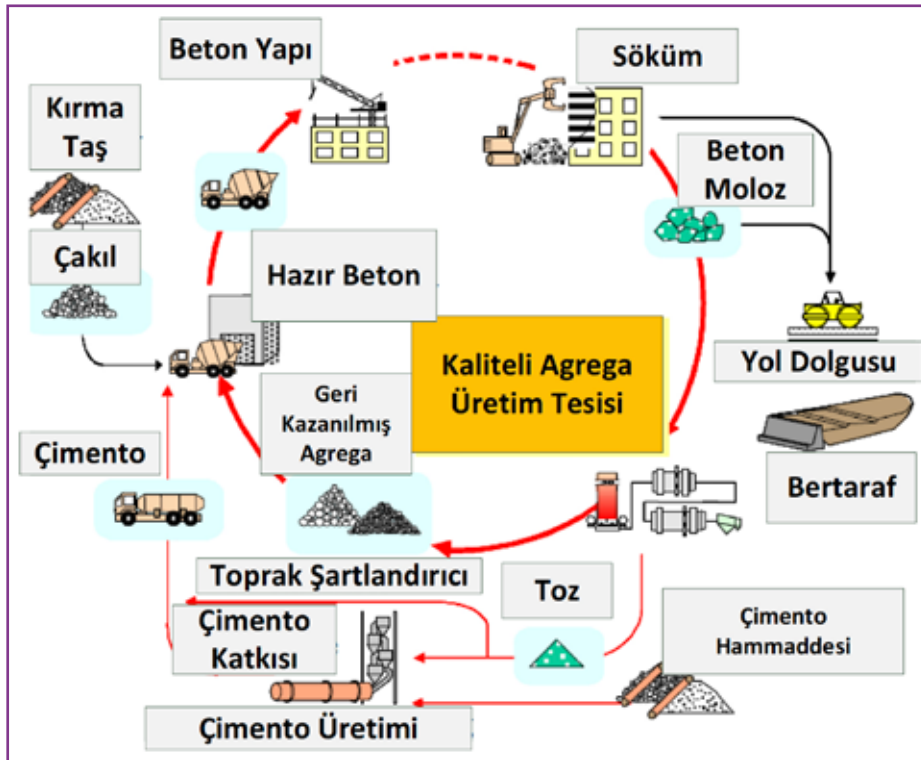
### 6.4.3 ÖRNEK UYGULAMA-3

**Firma Bilgisi:** Japonya<sup>3</sup>

**Proje Kısa Tanıtımı:** Japonya'da yıkılan betonarme binalardan yüksek kalite agrega geri dönüşümü-nü sağlamak için yeni teknolojik yöntem olan ısıtılmalı değirmen teknolojisi uygulanmıştır.

**Süreç Özeti:** Bina yıkımından kaynaklanan beton parçaları 300 °C'ye kadar ısıtılıp iki kademeli öğütücü yardımıyla çimentonun bağlayıcı özelliği dehidratasyon sayesinde zayıflatılmaktadır. Bağlayıcı özelliği zayıflamış olan beton parçaları iki kademeli bilyeli öğütücülerde kaba agrega, ince agrega ve toz partiküller olmak üzere parçalanmaktadır. Toz malzeme hava yardımıyla süpürülüyor ve torbalı filtre yardımı ile sistemden ayrılmakta, agregalar ise 5 mm üstü ve altı olmak üzere elek sistemi ile birbirinden ayrılmaktadır. Uygulamada % 35 kaba agrega, % 30 ince agrega ve %35 toz malzeme olmak üzere geri kazanım sağlanmaktadır.

Atık beton geri dönüşüm akış şeması



<sup>3</sup> Journal of Advanced Concrete Technology Vol. 3 No:1 53-67, 2005, Japan Concrete Institute

Yüksek kalite agrega geri kazanım prosesi



20 üniteden oluşan taşınabilir atık beton geri kazanım tesisi 10 ton /sa kapasiteye sahip olup büyük ölçekli bina yıkımlarında kullanılabilir.

Resim 3: Taşınabilir atık beton geri kazanım tesisi



**Sağlanan Kazanımlar:** Bu geri dönüşüm prosesi ile

- JIS A 5308 standardına uygun agrega elde edilmekte,
- % 35 5 mm üzeri agrega, % 30 5 mm altı agrega ve % 35 toz malzeme geri dönüşümü sağlanmakta,
- Agrega üretiminde yaşam döngüsü analizine göre ton başına 7. 4kg CO<sub>2</sub> oluşumu söz konusu iken geri dönüşüm prosesi ile agrega elde edilmesi durumunda ise ton başına agrega üretiminde 70.2 kg CO<sub>2</sub> tüketilmektedir. Ton başına agrega üretiminde yaklaşık 80 kg CO<sub>2</sub> tüketimine avantaj sağlamaktadır.



7

● KAYNAKÇA





## 7 KAYNAKÇA

- [1] T. AKAKIN, Beton Terimleri, <https://www.sanalsantiye.com/beton-ile-ilgili-teknik-terimler/>, 2018.
- [2] European Commission (EC), «96/61/EC Directive on Integrated Pollution and Prevention Control,» EC, Brüksel, 1996.
- [3] T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, «EKÖK "Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol" Teknik Yardım Hizmeti Envanter Raporu,» NIRAS IC Konsorsiyum, Ankara, 2012.
- [4] United Nations Environmental Programme (UNEP), «Promoting Resource Efficiency in SMEs,» UNEP, Paris, 2010.
- [5] E. C. (EC), «Sustainable Industry:Going for Growth & Resouce Efficiency,» EC, Rotterdam, Hollanda, 2011.
- [6] TÜİK, «NACE Rev2 Altılı Faaliyet Kodları,» TÜİK, Ankara, 2014.
- [7] Türkiye Hazır Beton Birliği, «Türkiye Hazır Beton Sektörü İstatistikleri,» 2016.
- [8] T. GÖKSEL, «Türkiye Hazır Beton İmalatı Sektör Raporu,» Türkiye Hazır Beton Birliği, 2016.
- [9] TOBB Sanayi Veri Tabanı, «Hazır Beton İmalat Sektörü,» Temmuz 2018.
- [10] E. K. ÖZKAN, «Hazır Beton Sektöründe İş Sağlığı ve Güvenliği Risklerinin Değerlendirilmesi,» Ankara, ÇSGB, 2016.
- [11] E. T., Beton, Ankara: ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık ve İletişim A.Ş., 2003.
- [12] E. T., Sorular ve Yanıtlarıyla Beton Malzemeleri, İstanbul: Türkiye Hazır Beton Birliği Yayınları, 2004.
- [13] J. D. L. C. M. H. P. Pacheco, «The Paradox of High Performance Concrete Used for Reducing Environmental Impact and Sustainability Increase,» %1 içinde Second International Conference on Concrete Sustainability, Madrid, 13-15 June 2016.
- [14] M. a. K. R. Paolini, «Admixtures for recycling of waste concrete, 20: 221-229,» %1 içinde Cement and Concrete Composites, , (1998).
- [15] Türkiye Hazır Beton Birliği, «Hazır Beton 2016,» Çimento Agrega İnşaat Teknolojileri ve Ekipmanları Fuarı, 2016.
- [16] G. A. M. J. H. M. A. A. R. Asadollahfardi, «Experimental and statistical studies of using wash water from ready mix concrete trucks and a bathing plant in the production of fresh concrete,» Construction and Building Materials, no. 98, pp. 305-314, 2015.

- [17] S. K., «Environmental Design,» International Federation for Structural Concrete, Lausanne, 2004.
- [18] Toronto Public Health, <https://www.toronto.ca/legdocs/mmis/2015/ey/bgrd/backgroundfile-83062.pdf>, Toronto, 2015.
- [19] Japan Concrete Institute, «An Advanced Concrete Recycling Technology and its Applicability Assessment through Input Output Analysis,» Journal of Advanced Concrete Technology, cilt 3, pp. 53-67, 2005.
- [20] O. E. Andaç M.S., «Hazır Beton Üretiminde Atık Yönetimi:Türkiye'deki Taze Beton Atığının Durumu,» Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, cilt 2, no. 31, pp. 85-92, 2016.
- [21] A. ÜRÜN, Sektörel Birebir Görüşmeler, Kocaeli: Ayhanlar Yol A.Ş., Çevre ve Kalite Güvence Sorumlusu, 2018.
- [22] Verimlilik Genel Müdürlüğü ve TÜBİTAK MAM, «Sanayide Kaynak Verimliliği Potansiyelinin Belirlenmesi Projesi,» 2017. [Çevrimiçi]. Available: <http://vgm.sanayi.gov.tr/sayfa.html?sayfald=fa6667a3-32b1-4d34-9f93-0f809109123>.
- [23] Avrupa Komisyonu JRC Genel Müdürlüğü Avrupa IPPC Bürosu, «Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol Mevcut En İyi Teknikler Hakkında Referans Belgesi Çimento Kireç ve Magnezyum Oksit İmalat Sanayi,» 2010.
- [24] TSE, TS EN 1008 "Beton Karma Suyu- Numune Alma Deneyler ve Beton Endüstrisindeki İşlemlerden Geri Kazanılan Su Dahil Suyun Beton Karma Suyu olarak Uygunluğunun Tayini Kuralları" Standardı İY, Kocaeli: TSE, 20014.
- [25] Türkiye Hazır Beton Birliği, «THBB Durum Raporu: Betonda Geri Kazanılan Suyun Kullanımı,» İstanbul.
- [26] T. E. S. Ö. N. Coşgun, «Hazır Beton Üretiminde Çevresel Gelişmelere Bir Bakış,» 9. Ulusal Beton Kongresi, Antalya, 2015.
- [27] T. H. B. Birliği, Interviewee, Hazır Beton Transfer Araçlarında Yakıt Tasarrufu Uygulaması. [Röportaj]. 08 Kasım 2018.
- [28] S.Ü. O. Fırat, Ö. Yurtsever, M. Bilsel, Taşıtlarda Enerji Verimliliği, İş Dünyası ve Sürdürülebilir Kalkınma Derneği Yayınları, İstanbul, 2015.



Türkiye Cumhuriyeti  
**SANAYİ VE TEKNOLOJİ BAKANLIĞI**

**T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı**  
**Sanayi ve Verimlilik Genel Müdürlüğü**  
Mustafa Kemal Mahallesi Dumlupınar Bulvarı  
2151. Cadde NO:154/A 06510 Çankaya/ANKARA  
T: (0 312) 201 50 00 - F: (0 312) 219 67 38  
www.sanayi.gov.tr - www.temizuretim.gov.tr



**TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi**  
Barış Mah. Dr. Zeki Acar Cad. No:1 P.K. 21 41470 Gebze Kocaeli  
T: (0 262) 677 20 00 - F: (0 262) 641 23 09  
www.mam.tubitak.gov.tr - mam@tubitak.gov.tr

ISBN : 978-605-4889-37-2