



**T.C.
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**BETON ÜRETİM SANTRALLERİNDE SIFIR ATIK UYGULAMALARI
VE ÖNERİLER**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SERKAN GÜR

DANIŞMAN

Prof. Dr. Mustafa IŞIK

AKSARAY, 2022

Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 182301402 numaralı Yüksek Lisans öğrencisi Serkan GÜR tarafından hazırlanan “**BETON ÜRETİM SANTRALLERİNDE SIFIR ATIK UYGULAMALARI VE ÖNERİLER**” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ/~~OY~~ÇOKLUĞU ile Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Mustafa IŞIK

Aksaray Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.....

Üye: Prof. Dr. Ayşe KULEYİN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.....

Üye: Doç. Dr. Melayib BİLGİN

Aksaray Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.....

Tez Savunma Tarihi:/...../.....

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Doç. Dr. Mehmet Ali HİNİS

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

DOĞRULUK BEYANI

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu çalışmayı, akademik kurallara ve bilimsel etik, ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın yazdığımı, yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, çalışmamda kullandığım verilerin orijinallliğini ve her türlü intihalden uzak olduğunu beyan ederim.

Enstitü tarafından belli bir zamana bağlı olmaksızın, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildiririm.

Serkan GÜR

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamı destekleyen Aksaray Üniversitesi Aksaray Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümüne. Danışman hocam Prof. Dr. Mustafa IŞIK'a değerli yardım ve yol göstericiliklerine, kıymetli eşime katkı ve desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Serkan GÜR
AKSARAY, 2022



İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	vii
1. GİRİŞ	1
2. ATIK YÖNETİMİ VE SIFIR ATIK YÖNETİM HİYERARŞİSİ.....	3
2.1 Dünya’da Kullanılan Atık Yönetimi Sistemi	3
2.2 Sıfır Atık Hiyerarşisi	6
2.2.1 Yeniden düşünme/yeniden tasarlama	7
2.2.2 Azaltma.....	8
2.2.3 Tekrar kullanma.....	8
2.2.4 Geridönüşüm/kompost.....	9
2.2.5 Malzemelerin geri kazanılması.....	9
2.2.6 Kalıntı/bakiyelerin yönetimi	10
2.2.7 Kabul edilemez atıklar	10
2.3 Sıfır Atık Yönetim İlkeleri	11
3. BETON ÜRETİMİ VE OLUŞAN ATIKLAR.....	13
3.1 Hazır Beton Üretimi	13
3.2 Hazır Beton Üretiminde Atık Yönetimi	16
3.2.1 Düşük kaliteli ürünlerin elde edilmesi.....	21
3.2.2 Beton üretiminde yeniden kullanımı	21
3.2.3 Taze beton atıklarının sertleştikten sonra geri kazanımı	22
3.2.4 Yıkama işlemi ile atıkların geri kazanımı.....	22
3.3 Agrega Kullanımı ve Atık Oluşumu	24
3.4 Su Kullanımı ve Oluşan Yıkama Sularının Özellikleri	25
4. MATERYAL VE YÖNTEM.....	29
4.1 Konya İli Genel Tanıtımı	29
4.2 Anket Çalışması	29
5. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	31
5.1 Genel Bulgular	31
5.2 Bulguların Sıfır Atık Yönetimi Açısından Değerlendirilmesi	39
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	41
KAYNAKLAR	45
ÖZGEÇMİŞ.....	48

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BETON ÜRETİM SANTRALLERİNDE SIFIR ATIK UYGULAMALARI VE ÖNERİLER

Serkan GÜR

**Aksaray Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Prof. Dr. Mustafa IŞIK

ÖZET

Bu çalışmada beton üretim santrallerinin mevcut durumu, ilgili yönetmelik kapsamında uygulamaları Konya ve civar illerde üretim yapan beton santrallerinin durumu dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamında yirmiden fazla beton santrali ziyaret edilerek ya da iletişim kurularak uygulamaları hakkında ankete tabii tutularak veriler elde edilmiştir. Yapılan incelemeler ve ilgili kişilerle görüşmeler neticesinde, tesislerin bir kısmında yasal mevzuat gereklerinin haricinde atığın azaltılması ve israfın önüne geçilmesi için uygulamaya koydukları bir sistemlerinin olduğu, bir kısmının bağlı oldukları yönetmeliğin asgari değerlerini yerine getirerek ve tesiste oluşan atıkların düzenli bir şekilde bertarafı sağladığı, bir kısmının da mevzuata resmiyette uyduğu, ancak usulsüz bir şekilde bertaraf sağlandığı görülmüştür. Sıfır atık konusunda ise birçoğunun teorik düzeyde bilgi sahibi oldukları, ancak konu ile ilgili yeterli düzeyde uygulamalarının olmadığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Anket, Beton, Hazır beton, Proses atıkları, Sıfır atık.

Ocak, 2022; 48 sayfa

M.Sc. THESIS

**ZERO WASTE APPLICATIONS AND RECOMMENDATIONS IN
CONCRETE PRODUCTION PLANTS**

Serkan GÜR

**Aksaray University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Environmental Engineering**

Supervisor: Prof. Dr. Mustafa IŞIK

ABSTRACT

In this study, the current situation of concrete production plants and their applications within the scope of the relevant regulation were evaluated by considering the situation of concrete plants producing in Konya and surrounding provinces. Within the scope of the study, more than twenty concrete batching plants were visited or contacted, and data were obtained by surveying their practices. As a result of the examinations and interviews with the relevant people, some of the facilities have systems that they have put into practice in order to reduce waste and prevent waste, apart from the legal regulations, and some of them are based on fulfilling the minimum values of the regulation they are attached to and some of them ensure the regular disposal of the wastes generated in the facility. It has been observed that its compliance with the legislation is official, but it has been disposed of illegally. On the subject of zero waste, it has been determined that most of them are aware of the practices, but there are not enough practices related to the subject.

Keywords: Concrete, Processing wastes, Ready-mixed concrete, Survey, Zero waste.

January, 2022; 48 pages

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Atık yönetimi hiyerarşisi	4
Şekil 2.2. Sıfır atık yönetim hiyerarşisi	7
Şekil 3.1. Hazır beton tesislerinde işleme atıklarının mevcut yönetimi	19
Şekil 3.2. Hazır beton yıkama suları için tipik birçok gözlü seri bağlı çöktürme havuz sistemi.....	23
Şekil 3.3. Örnek bir taze atık geri kazanım sistemi	24
Şekil 3.4. Filtre pres ile elde edilmiş susuzlaştırılmış çamur.....	24
Şekil 3.5. Pilot ölçekli yıkama suyu arıtma tesisi	27
Şekil 5.1. Kullanılan suyun kaynağı	34
Şekil 5.2. Tesiste çevre danışmanlık hizmeti.....	35
Şekil 5.3. Beton atıklarına yapılan işlemler	36
Şekil 5.4. Tesiste kullanılan artıma tipi	38
Şekil 5.5. Prosesten kaynaklı atıksulara arıtma işleminden sonra yapılan işlemler...	38
Şekil 5.6. Tesiste gerikazanım suyu kullanım yerleri.....	39

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Türkiye’de yıllara göre hazır beton üretimi.....	14
Çizelge 3.2. Ülkeler göre hazır beton üretimi.....	15
Çizelge 3.3. Türkiye’de yıllara göre hazır beton firması ve üretim tesisi sayısı	16
Çizelge 3.4. Taze beton atıklarının işlenmesi için atık yönetim stratejileri.....	20
Çizelge 3.5. Türkiye’de beton santrali yıkama sularının ve çöktürme tankı çıkış sularının özellikleri	26
Çizelge 3.6. Ham ve arıtılmış beton santrali yıkama atıksularının fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	27
Çizelge 5.1. Tesiste çalışan işçi sayısı	32
Çizelge 5.2. Beton üretim kapasitesi.....	33
Çizelge 5.3. Santralde kullanılan su.....	33
Çizelge 5.4. Proses kaynaklı oluşan atıksu	35
Çizelge 5.5. Tesiste oluşan atık kodları ve türleri	36
Çizelge 5.6. Oluşan atık çamur miktarları	37

SİMGELER VE KISALTMALAR

AKM	Askıda Katı Madde
BOİ	Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı
ERMCO	Avrupa Hazır Beton Birliği
HB	Hazır Beton
KOİ	Kimyasal Oksijen İhtiyacı
TÇM	Toplam Çözünmüş Madde
THBB	Türkiye Hazır Beton Birliğinin
USAB	Uluslararası Sıfır Atık Birliği
ZWIA	Zero Waste International Alliance



1. GİRİŞ

Eski zamanlarda yaşayan insanlarla günümüzdeki insanların yaşadığı çevre şartları aynı değildir. Özellikler sanayi hamlesi ile birlikte teknoloji ve altyapılardaki gelişme, Dünyamızı insan yaşamını daha uygun ve çevresel şartlar açısından yaşanabilir hale getirmiştir. Ancak, hızlı kentleşme ve sanayileşme, artan nüfus için daha uygun yaşam şartları sağlamakla birlikte, israf ve çevre kirliliğinin kapsam ve boyutunu artmıştır. Daha iyi bir yaşam için piyasaya sürülen ürünlerin sayısı arttıkça, yeni yeni atıklar oluşmaya başlamış, türleri ve miktarları genişlemiştir. Atık, belirli bir zamanda insan faaliyetlerinin gereksiz bir ürünüdür. Atık, artık kullanılmayan atılan malzemedir. Bu nedenle yönetiminin büyük bir dikkatle gerçekleştirilmesi gerekir. Atık yönetimi, çeşitli eylemleri gerektirir. Atık türüne bağlı olarak atık yönetiminin aşamaları değişebilir, ancak anahtar kavram her zaman israfı en düşük seviyeye indirmektir.

Atık, yaşam standardının artmasıyla orantılı olarak artan insan yaşamının her zaman bir parçası olmuştur. Modern çağ, atık üretimini tetiklemiştir. Gelişmiş ülkeler atık üretimine daha fazla katkıda bulunmaktadır. Kent yaşamı ve etkisi ile atık üretiminin kalkınma yolunda atılan adımların doğal bir sonucu ve göstergesi olduğu kabul edilmekle birlikte, atıkların yönetiminde istenilen başarı seviyesine ulaşılmış değildir. Atık yönetiminin uygun şekilde yapılamadığı yerlerde salgın hastalıklar, toksik ve zararlı kirleticiler çevreye yayılarak halk sağlığını tehdit eder boyuta ulaşabilmektedir. Nükleer santraller, kimya endüstrileri, zirai kimya endüstrileri, hastaneler, araçlar, atık enerji santralleri vb. sürekli şekilde atık üreten faaliyetlerden bazılarıdır. Atık oluşumu çevreyi kirletir ve arazi üzerinde ekonomik bir yük oluşturur. Fazla atık üretimi, su ve fosil yakıtlar gibi doğal kaynakların gereksiz yere kaybına yol açar. Doğal kaynakların tükenmesi, ancak kaynak geri kazanımı, atık önleme ve daha az enerji ile verimli malzeme kullanımına dayalı sürdürülebilir tüketim ve stratejik atık yönetimi ile önlenebilir veya azaltılabilir. Özünde, çeşitli dönüşümler ve malzeme geri kazanımı ile atık olmayacak yerde sıfır atık hedefine ulaşılması hedeflenmektedir.

Türkiye’de atık yönetimi ile ilgili olarak 09.08.1983’te yayınlanan Çevre Kanunu ile başlayan süreçte 02.04.2015’te yayınlanan Atık Yönetimi Yönetmeliği ile son halini almıştır.

Son yıllarda tüm dünyada popüler hale gelen sıfır atık kavramı atık yönetim stratejisi olarak ilk kez 1970'lerde bir kimyager olan Paul Palmer tarafından ortaya atılmıştır. Atık yönetiminde her zaman bir kalıntı olacağı ve %0'a ulaşmak mümkün olmadığı için teori kısmen yarı felsefî olarak kalmaktadır. Ortaya atılan bu teori ile 2002 yılında kurulan Uluslararası Sıfır Atık Birliği (USAB), 2018 yılına gelindiğinde sıfır atığı "Sıfır Atık: Ürünlerin, ambalajların ve malzemelerin sorumlu bir şekilde üretilmesi, tüketilmesi, yeniden kullanılması ve geri kazanılması yoluyla tüm kaynakların yanmadan ve çevreye veya insan sağlığını tehdit eden toprağa, suya veya havaya herhangi bir deşarj olmaksızın korunması" şeklinde tanımlamıştır. USAB ancak diğer atık yönetim sistemleri gibi sadece yeniden kullanıma ve geri dönüşüme odaklanmakla kalmaz, aynı zamanda yeniden kullanımı da açıklar (ZWIA, 2021).

Atık ve sıfır atık arasındaki en büyük fark, atıkların yaşam evresinin sonunda oluşan kaçınılmaz bir yan ürün olmasıdır. Maddenin uygun yönetim için atılması veya yakılması gerekirken, sıfır atık kavramı, atığın, ürünün yaşam evresinin sonunda oluşan değersiz ve kaçınılmaz bir yan ürün olduğu şeklindeki yaygın varsayıma doğrudan meydan okur. Sıfır atık, israfın üretim ve tüketim faaliyetlerinin ara aşamalarında üretilen "yanlış tahsis edilmiş bir kaynak" veya "geçişteki kaynak" olduğunu kabul eder. Bu nedenle yeniden kullanım, geri dönüştürme, yeniden birleştirme, yeniden satma, yeniden tasarlama veya yeniden işleme yoluyla üretim süreçlerine yeniden sirküle edilmelidir (Zaman ve Ahsan, 2020)

Ülkemizde de ilk olarak 2017 yılında Sıfır Atık Projesi olarak duyurulan süreç, 12.07.2019 da Resmî Gazetede Sıfır Atık Yönetmenliği ile uygulanmakta ve yürütülmektedir.

Bu çalışmada atık yönetimi ve sıfır atık uygulamaları kavramsal olarak tanıtılıp, Konya Bölgesinde hazır beton üretimi yapan tesislerde atık yönetimi ve sıfır atık uygulamaları hakkında bir anket çalışması ile sıfır atık ile ilgili farkındalık ve uygulamalar tartışılmıştır.

2. ATIK YÖNETİMİ VE SIFIR ATIK YÖNETİM HİYERARŞİSİ

Atık, toplumumuzun ayrılmaz bir parçasıdır, ekonomik ve tüketim faaliyetinin bir yan ürünü olarak hanelerden, kurumlardan, işletmelerden ve endüstrilerden kaynaklanır. 'Atık' terimi, kaynak değeri anlayışımıza ve algımıza bağlı olarak farklı şekillerde tanımlanabilir. Fiziksel bileşimine bağlı olarak, atık sıvı, katı veya gaz halinde olabilir. ABD Federasyon Yönetmeliği Düzenlemeleri (2004) katı atığı, endüstriyel ve ticari faaliyetlerden ve topluluk faaliyetlerinden kaynaklanan çöp, atık, çamur ve diğer atılan katı maddeler olarak tanımlar. Atık, Birleşmiş Milletler tarafından, üreticinin üretim, dönüşüm veya tüketim açısından artık kullanımının olmadığı ve dolayısıyla üreticinin elden çıkarmak istediği birincil ürünler olmayan malzemeler olarak tanımlanmaktadır. Hammaddelerin çıkarılması, ürünlere dönüştürülmesi, ürünlerin tüketilmesi ve diğer insan faaliyetleri sırasında atık üretilebilir (Arendal, 2004).

Atık aynı zamanda 'kimse için ekonomik değeri olmayan' veya işlevi olmayan her türlü çöp, çöp atıkları veya terk edilmiş malzemelere (US-EPA, 2011) atıfta bulunur (Pichtel, 2005). Yerel yetkililer tarafından 'atık' tanımı, yerel algılara ve atık anlayışına dayandığından farklılık gösterir. Güney Avustralya hükümeti, israfı, kişisel davranış ve seçimi vurgulayarak, “atılan, reddedilen, terk edilen, istenmeyen veya fazlalık olan herhangi bir madde” olarak tanımlanmaktadır. Diğer bir atık tanımı da “sahibinin attığı veya atmayı planladığı veya atması gereken herhangi bir madde veya nesne” olarak n Avrupa Komisyonu Direktifinde ifade edildiği gibidir (Ghrair vd., 2020) Kaliforniya hükümeti atığı 'hiçbir kullanımı veya yeniden kullanımı amaçlanmayan nesneler veya malzemeler' olarak tanımlarken, öncelikle malzemelerin veya nesnelerin kullanılabilirliğine odaklanmaktadır (Cal-Recycle, 2021).

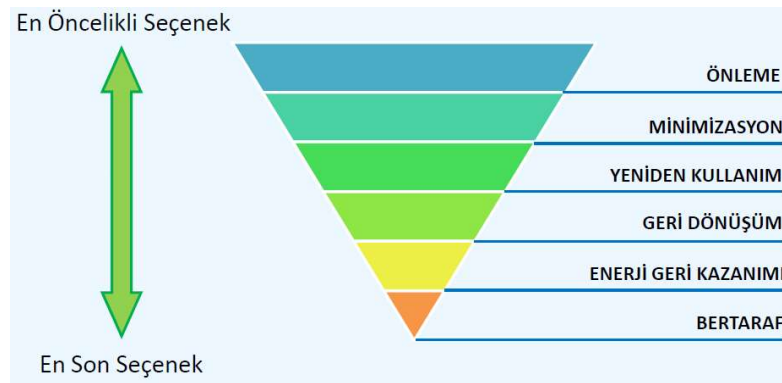
2.1 Dünya’da Kullanılan Atık Yönetimi Sistemi

Üretim ve kullanım faaliyetleri sonucu ortaya çıkan, insan ve çevre sağlığına zarar verecek şekilde doğrudan ve dolaylı bir biçimde alıcı ortama verilmesi sakıncalı her türlü madde atık olarak adlandırılmaktadır. Atıkların; kaynağında azaltılması, özelliğine göre ayrılması, toplanması, ara depolanması, geçici depolanması, geri kazanılması, taşınması, bertarafı ve bertaraf işlemleri sonrası kontrol ve benzeri işlemler bir bütün olarak Atık yönetimi olarak ifade edilmektedir. Entegre atık

yönetimi ise atık yönetiminin entegre olarak tüm atıklarla birlikte uygulanmasıdır (Ercan, 2021).

Atık yönetimi hiyerarşisi, optimal çevresel sonuçlara ulaşmak amacıyla atık yönetimi uygulamalarına öncelik vermek için ulusal ve uluslararası kabul görmüş bir kılavuzdur. Atık yönetimi uygulamalarının en çok tercih edilenden en az tercih edilene doğru sırasını belirtir.

Atık yönetim sistemi sürdürülebilirlik ve çevre dostu olma ile ilgilenen en çok tercih edilen yönetim sistemi olarak 3R hiyerarşi sistemi (yani azaltma, yeniden kullanım ve geri dönüşüm) çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Atık hiyerarşisi, tercih edilen atık önleme seçimi, ardından yeniden kullanım, geri dönüşüm, atıktan enerji gibi diğer geri alma prosedürleri ve izlemenin ardından iyileştirilmiş nihai bertaraf ile atık yönetimi için bir öncelik sırası düzenler. Atık yönetimi, insan sağlığını tehlikeye atmayacak, çevreye zarar vermeyecek, havaya, suya, toprağa, bitkilere veya hayvanlara risk oluşturmayacak, koku veya gürültü yoluyla rahatsız etmeyecek veya özel ilgi alanlarını olumsuz yönde etkilemeyecek şekilde yapılmalıdır. 3R hiyerarşisini enerji geri kazanımı ve bertaraf takip eder. Dünyada sıfır atık hiyerarşisinden önce kabul gören atık yönetim hiyerarşisi Şekil 2.1’de gösterilmektedir (Ercan, 2021; Zaman ve Ahsan, 2020).



Şekil 2.1. Atık yönetimi hiyerarşisi

İsrafın en alt düzeye indirilmesiyle ilgilenen yarı felsefi bir teoridir. Bu terim 1970'lerin ortalarında Kimyager Paul Palmer tarafından icat edilmiştir. Sıfır atık uygulaması, kaynakların kullanımından maksimum verimin nasıl elde edileceği ile ilgilidir. İsrafın birinci, geri dönüşümün ikinci olduğu üçüncü nesil planlamadır. Teori,

çoğunlukla başka bir ürün için bir kaynak olarak atıkla ilgilenir. Örneğin: bir kimyasal işlem sırasında atık olarak kabul edilen bir yan ürün, başka bir yeni ürün için hammadde olarak kullanılır. Başka bir deyişle, başlangıçtan itibaren israfın azaltılması ile ilgilidir. Sıfır atık, atıklarla sürdürülebilir bir şekilde ilgilenir. Amaç, daha az atık, daha az yönetim maliyetidir.

Sürdürülebilir bir çevre için; atık yönetiminde yeni bir bakış açısı sıfır atık kavramı ve döngüsel ekonomidir. Döngüsel ekonomi; Neredeyse hiç atık üretmeyen ve hammaddeleri kapalı devrede geri dönüştürülerek yeniden kullanılan ekonomi modeli olarak tanımlanmaktadır. Bu modele kısaca geri dönüşüm ekonomisi ismi verilebilir (Ercan, 2021)

Bakanlığa (ÇŞB, 2017) göre “Sıfır atık; israfın önlenmesini, kaynakların daha verimli kullanılmasını, oluşan atığın miktarının azaltılmasını, etkin toplama sisteminin kurulmasını, atıkların geri dönüştürülmesini kapsayan atık önleme yaklaşımı olarak tanımlanan bir hedeftir” diye tanımlanmaktadır. Diğer bir tanım olan Uluslararası Sıfır Atık Birliği-USAB (Zero Waste International Alliance- ZWIA) tarafından 2018 yılında revize edilen “sıfır atık; ürünlerin, ambalajların ve diğer malzemelerin, çevre ve insan sağlığına tehdit oluşturacak şekilde yakılmadan ve/veya toprağa, suya ve/veya havaya deşarj edilmeden sorumlu bir şekilde üretilmesi, tüketilmesi, yeniden kullanılması ve/veya kurtarılması yoluyla tüm kaynakların korunmasıdır” tanımıdır.

Gelişmiş ülkelerin çoğu, daha iyi bir çevre için ilk adım olarak sıfır atık uygulamalarını gerçekleştirmektedir. Mümkün olduğunca tekrar tekrar kullanım teşvik edilir. Sıfır atık uygulamasında, israftan kaçınmanın en iyi yolu her şeyi sürekli olarak yeniden kullanmak olmakla birlikte, uygulama tüm ürünler baştan yeniden kullanılmak üzere tasarlanmışsa yapılabilir. Bir ürün elde ederken atıkların nasıl kullanılacağı baştan tasarlanmalıdır, atık oluşuktan sonra atığı diğer atıklardan ayırarak geri kazanmak uygun bir yol değildir (Palmer, 2004).

Sıfır atık uygulamaları büyük kentsel ve küçük kırsal topluluklarda dünya çapında geçerli ilkeleri ve birkaç mantıklı adımı içermektedir. Sıfır atık programları, yerel yönetimlerin sıcaklık değişimini azaltmaya, sağlığı korumaya, yeşil işler üretmeye ve yerel mülkiyeti teşvik etmeye katkıda bulunacağı en hızlı ve en değer-etkili yöntemlerdir. Sıfır atık, mülk tarımı, tasarım, enerji, endüstriyel, ekonomik ve

toplumsal kalkınma ile bağlantılıdır. Dünyadaki her bir kişi atık üretir ve özünde sürdürülebilir olmayan bir toplumun bir bileşenidir (Palmer, 2004).

2.2 Sıfır Atık Hiyerarşisi

Dünyanın her yerinde, şu veya bu şekilde, geri dönüşüm yönetmeliklerine, katı atık yönetim planlarına ve depolamadan önce geri kazanımı içeren kaynak koruma programlarına bir kirlilik önleme hiyerarşisi dahil edilmiştir. Birçok kuruluş, çevresel etkiyi azaltmak ve kaynakları uygun şekilde yönetmek için tasarlanmış sistemler yerine malzemeleri yok etmek için tasarlanmış maliyetli sistemlerle sonuçlanan hiyerarşinin en üst noktası yerine 4 R (azaltma, yeniden kullanma, geri dönüşüm, saygılı kullanma) atık yönetimine odaklanmıştır. Bu nedenle, son birkaç on yılda ortaya çıkmakta olan diğer kaynak imha sistemleriyle birlikte, USAB ilk 3 R'ye (azaltma, yeniden kullanım ve geri dönüşüm (kompost dahil) odaklanan uluslararası hakemli tek sıfır atık hiyerarşisini benimsemiştir.

Sıfır atık hiyerarşisi, sıfır atık sistemini desteklemek için en yüksek ve en iyi malzeme kullanımından en düşük malzeme kullanımına kadar bir dizi politika ve stratejiyi tanımlar. Politika yapıcılardan endüstriye ve bireye kadar tüm paydaşlara uygulanabilir olacak şekilde tasarlanmıştır. Bu hiyerarşi, uluslararası kabul görmüş 3R atık yönetim hiyerarşisine (azalt, yeniden kullan, geri dönüştür) daha fazla derinlik sağlamayı; hiyerarşinin en üstünde politika, faaliyet ve yatırımı teşvik etmek ve sıfır atık uygulamalarına yaklaştıran sistemler veya ürünler geliştirmek isteyenlere bir rehber olmayı amaçlamaktadır. Planlama için rehberlik ve önerilen çözümleri değerlendirmeyi sağlayarak sıfır atık tanımını geliştirir (ZWIA, 2021).

Değişik atık yönetim hiyerarşileri verilse de USAB'ın daha kapsamlı atık hiyerarşisi (ZWIA, 2021) Şekil 2.2'de verilmektedir.



Şekil 2.2. Sıfır atık yönetim hiyerarşisi

2.2.1 Yeniden düşünme/yeniden tasarlama

Ürünleri dayanıklı, tamir edilebilir, yeniden kullanılabilir, tamamen geri dönüştürülebilir veya kompostlanabilir ve kolayca sökülebilir olacak şekilde yeniden kullanılmış, geri dönüştürülmüş veya sürdürülebilir şekilde hasat edilmiş yenilenebilir, toksik olmayan malzemelerden yeni ürünler tasarlanmalı ve satın alınmalı.

El değmemiş doğal kaynakların toplanması ve kullanılması konusunda Döngüsel Ekonomiye desteklemek için fonlar ve finansal teşvik sistemleri geliştirilmeli.

Döngüsel Ekonomi, döngüsel malzemeleri teşvik etmeli. Savurgan ürünlerden ve süreçlerinden vazgeçilmeli

Malların "sahipliğinden" "paylaşılan" malların ve hizmetlerin sağlanmasına kadar son kullanıcıların ihtiyaçlarının karşılanması şeklindeki değişiklikler kolaylaştırılmalı.

Üretim, Sıfır Atık Hiyerarşisini takip edecek ve daha sürdürülebilir ürün ve süreçlere doğru ilerleyecek şekilde ürünlerinin tüm yaşam döngüsünü dikkate aldığı sistemleri desteklenmeli ve genişletmeli. Üreticiler, Sıfır Atık Hiyerarşisini izleyen bir sistemde, ürünlerini ve ambalajlarını geri alabilmeli.

Kapalı döngü sistemlerinde sorunlu malzemeler belirlenmeli ve aşamalı olarak bırakılmalı

Yerel pazarlar ve yerel ekonomiler desteklenmeli, gereksiz üretim ve tüketim önlenmeli, bu konuda politika ve sistemler, kolaylaştırılmalı ve uygulanmalı

Satın alma ihtiyaçları yeniden değerlendirilmeli ve ürün sahipliğine alternatifleri aranmalı.

Bilinçli karar vermeye izin vermek için bilgi sistemi altyapısı geliştirilmelidir.

Gereksiz tüketimi yönlendiren sistemlerin farkında olunmalı ve bu sistemlerin cesareti kırılmalı.

2.2.2 Azaltma

Bozulma ve tüketilmeme nedeniyle oluşan ıskartaları en aza indirmek için bozulabilir gıdaların tüketimini ve satın alınmasını planlanması

Mümkün olduğunda yerel pazarların yanı sıra sosyal ve çevresel hedefleri destekleyen sürdürülebilir satın alma uygulamaları

Kullanılan malzemelerin miktarını ve toksisitesini en aza indirilmesi

Ürün, ürün kullanımı ve hizmetler için gereken ekolojik ayak izini en aza indirilmesi

Kullanım ömrü ve sürekli yeniden kullanım seçenekleri en üst düzeyde olan ürünlerin seçilmesi

Kolaylıkla ve sürekli olarak geri dönüştürülebilen malzemelerden yapılmış ürünlerin seçilmesi

İnsanlar için yenilebilir gıda kullanımına öncelik verilmesi

Hayvanların tüketebileceği yemlere öncelik verilmesi

2.2.3 Tekrar kullanma

Malzeme ve ürünlerin tekrar kullanımının geliştirilmesi

Bir eşya ve malzemenin değerinin, kullanılabilirliğinin ve işlevinin korunması için bakım, onarım ve yenileme yapılması,

Demonte parçalarla yeniden üretim; hala kullanımda olan ürünleri onarmak ve bakımını yapmak için "yedek" parçaları söküp ve koruyun

Alternatif kullanımlar için ürünlerin yeniden kullanımı

2.2.4 Geridönüşüm/kompost

Malzemeleri orijinal ürün döngüsünde tutmak ve malzemelerin tam kullanılabilirliğini korunması için sistemlerin desteklenmesi ve sayılarının artırılması

Organikler de dahil olmak üzere malzemelerin en yüksek ve en iyi kullanımına izin veren uygulamaların gerçekleştirilmesi ve sürdürülmesi

Malzemeleri mümkün olduğunca en uygun ve faydalı bir amaç için geri dönüştürülmesi ve kullanımı

Mümkün olan her yerde toplanan atıklar için yerel pazarlar ve kullanımlar geliştirilmesi,

Temiz kompost ve geri dönüşüm hammaddeleri oluşturmak için teşvikler sağlanması,

Üreticiye mümkün olan yakın yerlerde kompostlamanın gerçekleştirilmesi ve uygulamanın genişletilmesi (Mümkün olan her evde ve sahada lokal kompostlamaya öncelik verilerek),

Evlerde ya da merkezi olmayan kompostlamanın mümkün olmadığı durumlarda, endüstriyel kompostlamayı veya yerel koşullar gerektiriyorsa/izin veriyorsa anaerobik çürütme seçeneğinin düşünülmesi

2.2.5 Malzemelerin geri kazanılması

Karışık atıklardan geri kazanımın en iyi seviyeye getirilmesi ve geri kazanımdan sonra kazanılan malzemenin en iyi şekilde değerlendirilmesi

Mümkünse ortam sıcaklığı ve basıncında işleyen sistemleri kullanarak enerjinin geri kazanılması,

2.2.6 Kalıntı/bakiyelerin yönetimi

Kalıntı malzemelerin incelenmesi ve atılacak kısmının önlemek için yeniden düşünmek, azaltmak, yeniden kullanmak ve geri dönüştürmek üzere alternatifleri geliştirilmesi,

Fermente olabilen malzemelerin biyolojik stabilizasyonu yoluyla etkilerin en aza indirilmesini sağlamak,

Kaynakların korunmasının teşvik edilmesi ve bu kaynakların uygun olmayacak şekilde bertarafından kaçınılması,

Kalıntı atıkların miktarı azaldıkça ve bileşimi değişikçe, önceden ayarlanmış sistemler ve altyapının planlanması,

Kalıntılardan gaz oluşumu ve yayılımının minimize edilmesi ve salınan gazların kontrolünün çok iyi bir şekilde yapılması,

Mevcut depolama kapasitesini kullanılması ve depolama ömrünün mümkün olduğunca uzatılması, depolama sahalarının iyi yönetildiğinden emin olunması,

Toksik atıkların dikkate alınması ve kontrol edilmesi

2.2.7 Kabul edilemez atıklar

Organik ve/veya geri dönüştürülebilir atıkların uygun olmayacak bertarafına (yakma ve deponi sahalarında depolama) neden olacak politika ve sistemlerin desteklenmemesi,

Sürekli atık üretimine bağlı olan enerji ve uygun olmayan bertaraf sistemlerinin desteklenmemesi,

Atıkların yakılmasına izin verilmemesi,

Tüketici ürünlerine veya yapı malzemelerine toksik artıkların girmesine izin verilmemesi

2.3 Sıfır Atık Yönetim İlkeleri

Sıfır atık yönetiminin ilkeleri sırasıyla aşağıda kısaca özetlenmiştir (ZWIA, 2021).

Kapalı döngü sistemi; açık sistemlerde sistem dışına madde çıkışının aksine herhangi bir atık madde çıkışına mümkün olduğunca izin vermeyen sistemlere verilen isimdir. Sıfır atık yönetimini ilkesi olarak sistemler kaynak kullanımının doğrusal değil de kapalı bir döngü içerisinde kullanımını esas almaktadır.

Kaynağa yakın olmak; atıkların işlenmesinde seçilecek işlem ve proseslerin mümkün olduğunca atığın olduğu kaynağa yakın olması tercih edilmelidir.

Enerjinin korunması; atıkların azaltılması, yeniden kullanılması, geridönüşümü ve kompostlanması ile atıkların yakılarak ve deponilerde depolanarak elde edilen deponi gazının enerjisinden daha fazla enerji elde edilebilir.

Atıkların ihraç edilmemesi; toksik veya potansiyel olarak toksik atık veya maddelerin daha az gelişmiş ülkeleri ve sınırlı ve güvenli olmayan deponilerde depolayarak veya yakarak bertarafın yapıldığı geri dönüşüm pazarlarına ihracından kaçınılması gerekmektedir.

Toplumsal katılımının sağlanması; anlamlı ve sürdürülebilir katılımı kolaylaştırmak, anlayışı artırmak ve davranış değişikliğini ve algıları etkilemek için topluluklarla birlikte çalışan değişiklikler ve sistemler teşvik edilmelidir.

En yüksek verimli ve en iyi kullanım; mümkün olduğu kadar yüksek sayıda kullanım için malzeme ve ürünler tasarlamak ve kullanmak ve mümkün olduğunca uzun süre faydalı döngüde tutulması gerekir. Gelecekte kullanım sayılarının veya seçeneklerin sınırlı olduğu kapalı döngü kullanılamayacak malzemelerden mümkün olduğunca kaçınmak gerekir.

Bilgi toplama ve gelişim; kullanılan sistemlerle ilgili bilgi toplama ve sürekli gelişim için bu bilgileri geri besleme olarak kullanılması gerekir.

Yerel ekonomiler; ulaşımdan kaynaklanan sera gazlarını azaltmak, hesap verebilirliği geliştirmek ve onarım ve parça seçeneklerini artırmak için yerel ekonomilerin (üretim, onarım ve işletim) büyümesini ve genişlemesini desteklemek gerekir.

Malzemeler kaynaktır; ham doğal kaynakların kullanımından önce sürekli kullanım için malzemelerin korunması ve mevcut malzemelerin öncelikle kullanılması gerekmektedir.

Deşarjların azaltılması; iklim değişikliğine neden olana gazlar da dahil olmak üzere gezegen, insan, hayvan veya bitki sağlığına tehdit oluşturabilecek karaya, suya veya havaya yapılan tüm deşarjların en aza indirilmesi gerekmektedir.

Fırsatçı maliyetler; yatırım yaparken en uygun maliyetlerin dikkate alınması gerekmektedir.

Tedbir ilkesi; çevre için tehdit oluşturan bir madde veya aktivitenin, çevresel zararı için kesin bir bilimsel kanıt olmasa bile, çevreyi olumsuz etkilemesinin tedbirinin alınması gerekir.

Kirleten öder; çevresel zarara veya kaynak tükenmesine neden olanların çevresel maliyetleri kabul etmesinin teşvik edilmesi ve kabul etmesi sağlanmalıdır. Çevresel maliyetin tamamını ürün fiyatlarına yansıtmaları gerekmektedir.

Sürdürülebilir sistemler; uygulamaya koyulması kolay, esnek, ölçeklenebilir, dayanıklı ve yerel ekosistem sınırlarını zorlamayacak sistemlerin geliştirilmesi.

3. BETON ÜRETİMİ VE OLUŞAN ATIKLAR

3.1 Hazır Beton Üretimi

Beton; agrega, su, çimento ve katkı maddelerinin homojen olarak karıştırılması sonucu oluşan başlangıçta akışkan kıvamda olup ve zamanla katılaşp sertleşerek mukavemet kazanan bir yapı malzemesidir. İçeriğinde %10 oranında çimento, %15 oranında su ve %75 oranında agrega bulunmaktadır.

Dünyada sudan sonra en çok tüketilen ikinci insan yapımı madde olan beton, inşaat sektöründe yaygın olarak kullanılmaktadır ve küresel üretim hızı kişi başına yılda 3,8 tonun üzerindedir (Gursel vd., 2014). Betonun temel bileşeni olan çimento, mevcut antropojenik karbondioksit (CO₂) emisyonlarının yaklaşık yüzde 5'ine neden olan enerji kullanımı ve emisyonu fazla olan bir faaliyet sonucu üretilir. Bu nedenle, üretim ve tedarik süreçlerinde çimento ve betonun karbon ayak izi, hemen hemen her karbon ayak izi değerlendirme sisteminde önemli bir katkı maddesi olarak tanımlanmıştır (Xuan vd., 2018). Günümüzde beton malzemeleri tedarik etmenin ve beton ürünleri üretmenin çevresel etkilerinin kontrol edilmesi ve yönetilmesi, tüm Dünyada beton endüstrisinin sürdürülebilir gelişimi için çok gerekli bulunmuştur. Hazır beton üretimi ve kullanımı 1870'lere kadar tartışılmış, nihayetinde tanınmış bir İngiliz inşaat mühendisi olan George Deacon, 1872'de 'eğer sahaya hazır kullanılabilir bir ürün olarak beton verilirse, bu şüphesiz önemli avantajlar sağlayacaktır' sözünü ifade ederek hazır beton kullanımını başlatmıştır. On dokuzuncu yüzyılın sonlarına doğru bazı müteahhitler herhangi bir karışım standardı olmaksızın karışımlarının uygulayarak hazır beton üretimi yapmışlardır. Hazır beton kullanımının geniş çapta yaygınlaşması için ilk atılım, büyük hacimli inşaatlar için malzeme talebi olan ABD'den gelmiştir. Satılan hazır betonun ilk kayıtlı teslimatı 1913'te Baltimore'da yapılmıştır. Hazır betonun geliştirilmesindeki bir sonraki adım, Stephen Stepanian'ın bir transmikser patenti için başvurduğu ancak başarısız olduğu 1916'da olmuştur. Transmikserler ancak 1926'lı yıllarda ilk kez kullanılmaya başlanmıştır. ABD'deki hızlı gelişme, 1959'da üretilen çimentoların yaklaşık yüzde 52'sinin hazır beton endüstrisi tarafından kullanılmasına yol açmıştır (Newman ve Choo, 2003).

Birleşik Krallık hazır beton endüstrisi 1930'ların başında Danimarkalı mühendis Kjeld Ammentorp tarafından Middlesex'teki Bedfont'taki ilk tesis 37 m³ beton üretebilecek

kapasite yapılmıştır. İlk faaliyet yılında tesis yaklaşık 6600 m³ beton üreterek 10000 £ ciro yapmıştır Sonraki yirmi yılda büyüme yavaştı, ancak 1950'lerin sonundan 1970'lerin ortalarına kadar olan dönemde endüstride hızlı bir büyüme görülmüş, 1970 lerin ortalarında, Birleşik krallık 'ta yıllık üretim 32 milyon m³ ile zirveye ulaşmıştır. Bu zamandan beri 26 milyon ila 30 milyon m³ arasında yıllık üretimle faaliyet göstermektedir (Newman ve Choo, 2003). Hazır betonla 1976 larda tanışan Türkiye, hazır beton üretim miktarıyla bugün dünyada ilk sıralarda önemli bir yere sahiptir Türkiye Hazır Beton Birliğinin (THBB) kurulduğu 1988 yılındaki verilere göre yıllık 1,5 milyon m³ beton üretilmekte olup ilerleyen yıllarda artan üretim kapasitesi ile birlikte 2017 yılında 115 milyon m³ üretim ile en yüksek üretim kapasitesine ulaşılmıştır. Konut inşaatlarındaki yavaşlama ile birlikte beton üretimi 2018 yılında 100 milyon m³, 2019 yılında ise 77 milyon m³ düşmüştür. Pandemi döneminde konut kredi faizlerindeki indirimler sonucunda konut inşaatlarındaki canlanma ile 2020 yılında 95 milyon m³ beton üretilmiştir. Türkiye, mevcut üretim kapasitesi ile 2009 yılından bu yana hazır beton üretiminde Avrupa'da birinci, dünyada ise üçüncü büyük üreticidir (THBB, 2022). Çizelge 3.1'de yıllara göre ülkemizdeki hazır beton üretim miktarları verilmektedir (THBB, 2020).

Çizelge 3.1. Türkiye'de yıllara göre hazır beton üretimi

Yıllar	Hazır Beton Üretimi (m³)
1988	1.500.000
1993	10.000.000
1998	26.542.905
2003	26.828.500
2005	46.300.000
2006	70.732.631
2007	74.359.847
2008	69.600.000
2009	66.430.000
2010	79.680.000
2011	90.450.000
2012	93.050.000
2013	102.000.000
2014	107.000.000
2015	107.000.000
2016	109.000.000
2017	115.000.000
2018	100.000.000
2019	77.000.000
2020	95.000.000

Avrupa Hazır Beton Birliğinden (ERMCO) 2020 yılındaki güncel verilerine göre Avrupa Birliği üyesi ülkelerin toplam üretim miktarı 253 milyon m³ iken, Türkiye, 95 milyon m³ beton üretmektedir olup bu rakamlar ile AB ülkeleri arasında birinci iken Almanya 55 milyon m³ üretim ile ikinci, Fransa 37 milyon m³ üretim ile üçüncüdür.

Türkiye’de kişi başı hazır beton üretimi 1,1 m³ iken Avrupa ülkelerinde ortalama kişi başı hazır beton üretimi 0,6 m³ iken. Türkiye yalnızca beton üretimi değil kullanılan beton dayanım sınıflarında da öndedir. Avrupa’da kullanılan betonların dayanım sınıflarına bakıldığında; C25/30-C30/37 dayanım sınıflarında ortalama %60 iken, %71 ile Türkiye olan Avrupa Birliği ortalamasının da üstündedir. C35/45 ve üstü dayanım sınıflarında ise Avrupa Birliği ortalaması %13 iken Türkiye %21 Avrupa Birliği ortalamasının üstündedir (THBB, 2020).

Çizelge 3.2. Ülkeler göre hazır beton üretimi

Ülkeler	Miktar (milyon m ³)	
	2019	2020
Avusturya	11,9	11,5
Belçika	13,0	12,4
Çek Cumhuriyeti	8,0	7,7
Danimarka	2,7	2,8
Finlandiya	2,7	2,9
Fransa	40,3	37,0
Almanya	53,2	55,3
İrlanda	5,0	4,7
İtalya	28,4	28,7
Hollanda	7,8	7,4
Polonya	26,2	25,7
Portekiz	5,1	5,7
Slovakya	3,3	3,0
İspanya	24,8	22,8
İsveç	4,5	4,5
İngiltere	24,7	20,7
Toplam/Ortalama	261,6	252,7
Avrupa Birliği		
İsrail	18,9	20,8
Norveç	3,8	3,7
İsviçre	11,1	11,4
Türkiye	77,0	95,0
Toplam/Averaj ERMCO	372,4	383,6
Rusya	38,0	38,0
ABD	280,0	280,0
Güney Amerika	134,5	134,5
Japonya	84,8	84,8

Çizelge 3.3. Türkiye’de yıllara göre hazır beton firması ve üretim tesisi sayısı

Yıllar	Hazır Beton Firması	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	1.040
2014	580	1.040
2015	621	1.098
2016	570	1.120
2017	540	1.184
2018	495	1.100
2019	450	900
2020	542	1.032

3.2 Hazır Beton Üretiminde Atık Yönetimi

1980’li yılların sonu 1990’lı yılların başında inşaat ve yıkım atıklarından beton kalıntılarının geri kazanımı uygulamaları oldukça dikkat çekerken hazır beton tesislerinden üretim ve taşıma işlemlerinden oluşan beton atıklarına yeterince dikkate alınmamıştır (Paranhos vd., 2016; Shi vd., 2016).

Hacim fraksiyonuna göre, geri dönen beton atığının bileşimleri normalde %70 veya daha fazla geri kazanılabilir agregaya ve %30 veya daha az potansiyel olarak geri kazanılamayan çamur (çimentolu malzemeler, su, kısmen hidrate olmuş çimento veya ince agregaların ve kısmen ihmal edilebilir seviyede reaksiyona girmeyen puzolanik reaksiyona girmiş ürünler) içerir. Sonuç olarak, hazır beton tesislerinden bazılarında, yıkama sırasında oluşan büyük miktarda taze beton veya gri su ile çimento hamurunu yıkayarak kaliteli agregaları geri kazanabilen agregaya yıkama sistemi (agrega geri kazancı olarak da bilinir) kurmaktadır. Agregaya geri kazanım prosesi ile önemli miktarda ancak çimento içerikli gri su elde edilebileceğinden, bazı üreticiler, çamurdan gri suyu ayırmak için su geri kazanım sistemleri (Beton atık çamuru susuzlaştırma sistemi olarak da bilinir) kurmakta ve suyu geri kazanmaktadırlar. Geri kazanılan suyun kalitesi ve miktarı gri suyun katı içeriğine bağlı olmasına rağmen, genel olarak agregaya ıslahı, toz bastırma veya mikser tamburlarının ve mikser kamyon

tekerleklerinin iç yüzeylerinin yıkanması gibi diğer temizleme işlemleri için doğrudan yeniden kullanılabilirler. Beton santrallerinden elde edilen bu gri suların yeniden kullanımı kesinlikle hazır beton üretimi ve taşınması sırasında çevresel etkiyi azaltmaya yardımcı olan proaktif bir çevresel yönetim önlemidir. Sonuç olarak beton santrallerinde, donatılan geri kazanım sistemlerine bağlı olarak farklı türde proses atıkları bulunmaktadır. Atıklar şu şekilde tanımlanabilir (Xuan vd., 2018):

- İade edilen beton atığı: Aşırı sipariş, yetersiz işlenebilirlik veya şantiyedeki diğer düşük performans, üretim denemeleri vb. nedeniyle beton santrali tarafından tedarik edilmeden önce veya sonra iade edilmiş olsun veya olmasın taze, sertleşmemiş beton atıkları. Bunun miktarı ağırlıkça üretilen betonun ortalama %1,4 -% 9,0 arasında değişmektedir.
- Beton kamyonu tamburlarında veya transmikserlerinde veya üretim denemelerinden sonra beton kalıntıları,
- Sertleşmiş beton atığı: Tedarikten önce veya sonra iade edilmiş olsun veya olmasın, sertleşmiş beton,
- Geri kazanılmış agregalar: Agregat yıkama sistemi tarafından geri kazanılan iri veya ince agregalar,
- Gri su veya atık su: Agregat yıkama sisteminden veya diğer temizleme faaliyetlerinden gelen atık su. Katı içeriği önemli ölçüde değişir.
- Beton bulamaç atığı: Normal su içeriği %150 veya daha fazla olan, beton santrallerinin çökeltme çukurlarında biriken atık sularda bulunan katılardır. Filtre pres ile susuzlaştırma işleminden sonra su içeriği %100 veya daha az olabilir.
- Geri kazanılmış su: Beton bulamaç atık susuzlaştırma işleminden sonra toplanan su.

Gelişmiş ülkelerin çoğunda hazır beton altyapı tesisleri ve binalar için temel yapı malzemesidir. İnşaat yapımının % 80'ni hazır betondan kaynaklandığı tahmin edilmektedir (Poon vd., 2004). HB tesisleri beton hammaddelerinin bilgisayarlı otomatik harmanlama ve karıştırma kontrol sistemleri ile karıştırıldığı ve harmanlandığı özelleştirilmiş ve özel yapım beton üretmektedir. HB tesislerinde üretilen beton küçük ve büyük ölçekli projelerde kullanılmakta ve her uygulama için kalite uygulanabilir düzenleme ve standartlarla kontrol edilmektedir. Gerekli beton karıştırıldıktan sonra, nakliye sırasında beton bileşimlerinin olası ayrılmasını önlemek

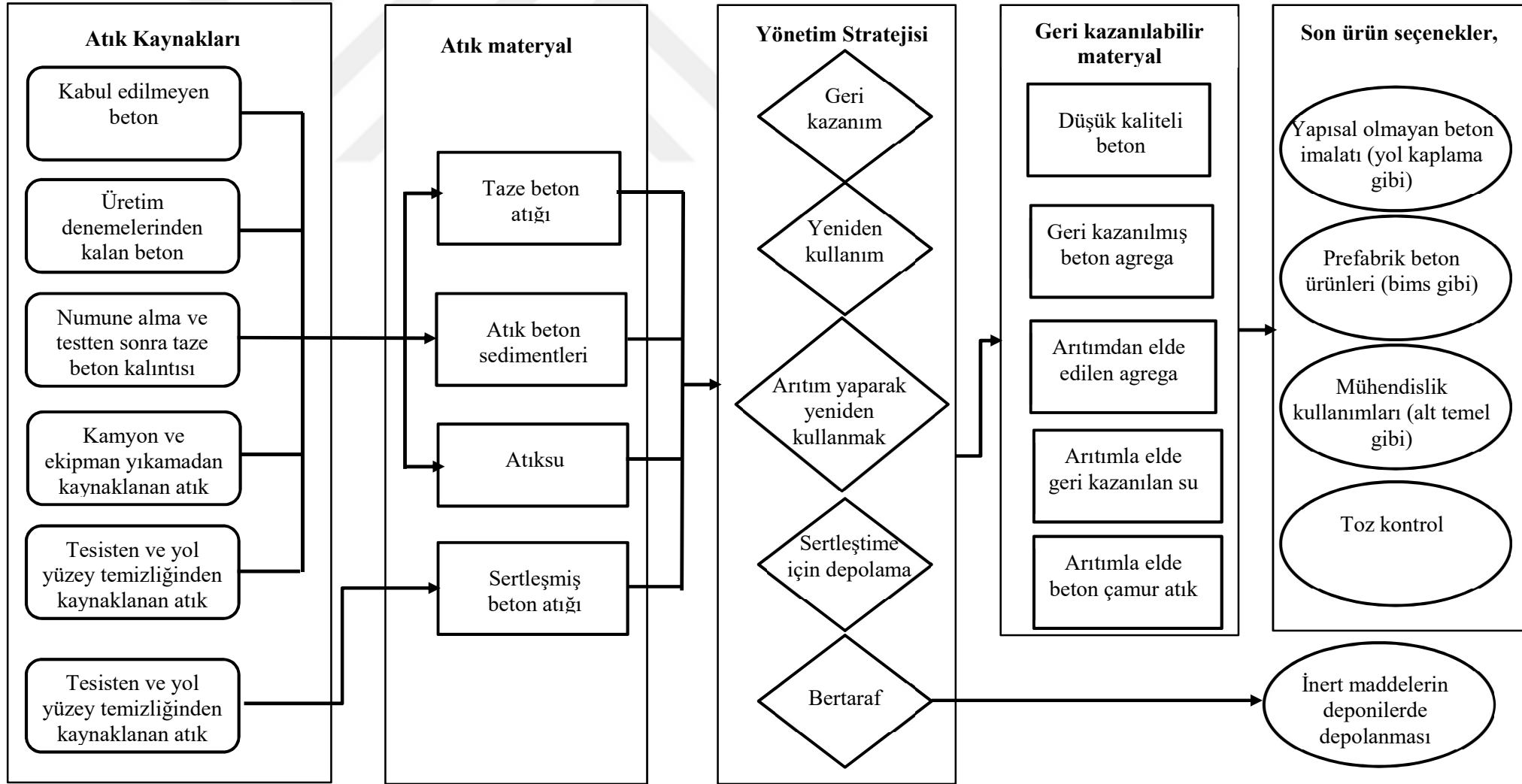
için döner tamburla donatılmış transmikserler veya beton mikser kamyonları ile şantiyelere taşınır (Xuan vd., 2018).

HB tesislerinde atıklar temel olarak üç farklı kaynaktan kaynaklanmaktadır.

1. Çeşitli nedenlerle HB tesislerine iade edilen taze beton atıkları; artık veya kabul kalite testlerinde yeterli görülmeyerek iade edilen betonlar gibi.
2. Transmikserler içerisinde veya üretim denemelerinden sonra oluşan beton kalıntıları
3. Mikser, transmikser, pompa ve diğerk ekipmanların temizliğı veya toz kontrolü ve saha yıkaması gibi temizlik faaliyetlerinden kaynaklanan atıklar

Hazır beton tesislerinde beton üretim işlemlerinde oluşan atıkların yönetimi şekil 3.1’de verilmektedir (Xuan vd., 2018). HB tesislerinden oluşan taze beton atıkların yeniden kullanımı için izelge 3.4’te dört temel atık yönetim stratejisi verilmiştir.

Atık yönetim stratejileri ülkelere ve tesislere göre farklılık göstermektedir. İlk iki stratejide oluşan atıklar taze beton atıklarının yeni değeri olan ürünlerin üretiminde kullanıldığı doğrudan yeniden kullanım olarak değeriendirilebilmektedir. Bununla birlikte bu iki geri kazanım stratejisi için nakliye ve ilave kimyasallarla karıştırma gibi ilave kaynak ve işlemlere gereksinim duyulmaktadır. Sonraki iki geri kazanım stratejisi geri kazanılan beton agrega (GBA), granül maddeler, temizlenmiş agrega, beton çamur atığı (BA), ve geri kazanılmış su (GS) gibi yeni uygulamalarda kullanılabilecek malzemeleri geri kazanılabilen dolaylı kullanım prosesleridir.



Şekil 3.1. Hazır beton tesislerinde işleme atıklarının mevcut yönetimi

Çizelge 3.4. Taze beton atıklarının işlenmesi için atık yönetim stratejileri

I	Daha düşük kaliteli ürünlerde kullanılmak üzere gerikazanım	Taze beton atığının, prefabrik beton elemanların (kaldırım taşları ve bims gibi) üretimi veya dolgu gibi inşaat kullanımları için belirli fabrikalara gönderilmesi;
II	Beton üretiminde yeniden kullanımı	Bir sonraki yeni beton karışımı için serisinde taze beton atıklarının yeniden kullanılması;
III	Taze beton atıklarının setleştikten sonra geri kazanımı	Hızlandırıcı katkılarla yeniden karıştırılarak veya karıştırılmadan sertleşmiş betona dönüşmeye izin vermek için depolama, ardından geri dönüştürülmüş beton agregaları veya granül malzemeler yapmak için kırma;
IV	Yıkama işlemlerinden kaynaklanan atıkların geri kazanımı ve kullanımı	Agregaları ve gri suyu geri kazanmak için mekanik bir agrega geri kazanma sistemi ile taze beton atığının yıkanması, kalan çimentolu çamurun çöktürme tanklarında veya bir filtre presisi ile suyunun alınması

3.2.1 Düşük kaliteli ürünlerin elde edilmesi

Taze beton atıklarının (geri iade edilen beton ve ekipmanlardaki (pompa, mikser, transmikser) beton atıkları) inşaatlarda düşük kaliteli dolgu malzemesi olarak kullanılabilir. Bu kısmen taze olan betonun ilave bir uygulama gerektirmeksizin kullanıldığı basit bir işlemdir. İlave olarak geri iade edilen ve ekipmanlardaki taze beton atıkları yeni bims, parke taşı gibi düşük kaliteli ürünlere dönüşümü yapılabilir (Cosgun ve Esin, 2006; Kazaz vd., 2015). Bu stratejinin ekstra taşıma maliyetleri ve betonun sertleşmesi gibi dezavantajları olduğu için kısa mesafeli beton kullanım yerleri (kalabalık şehirler ve kısa mesafeler) için daha uygundur. Betonun üretiminin yapıldığı tesisler ile ikinci kalite ürünleri üreten fabrikalar arasındaki işbirlikleri önemlidir (Xuan vd., 2018).

3.2.2 Beton üretiminde yeniden kullanımı

Bu stratejide geri iade edilen beton ve kamyonlarda kalan taze beton doğrudan yeni beton üretiminde ham madde olarak kullanılmaktadır. Bu stratejiyi uygulamak için, normal olarak taze beton atığına çimento hidratasyonunu yavaşlatmak için ek geciktiriciler/stabilizatörler eklenir ve ardından yeni betonla karıştırıldığında hidratasyonu hızlandırmak için bir etkinleştirici madde de kullanılabilir. Atık taze betonun karıştırıldığı betonun özelliklerini; karıştırılmış yeni betondaki geciktirilmiş beton miktarı, taze betonun yaşı, geciktirici ve aktivatörün dozajları ve geciktirilmiş RCW'nin bekleme süresi gibi değişkenler etkilemektedir. Bu stratejide taze beton atıklarının bertaraf maliyetinin ortadan kalkması ve yeni üretilen betonda yeniden kullanımı ile hammadde tasarrufu sağlanması gibi avantajlar mevcutken, bu kullanım için mevcut rehber ve kalite özellikleri tanımlanmadığı için belirsizliklerin olması uygulamayı kısıtlamaktadır. Bu uygulama için karışımları ayarlayabilecek uzmanlara gereksinim olduğundan kalite güvenliği ve kontrolü ile ilgili yüksek riskler bulunmaktadır. Bu strateji uygulanmadan önce üretilen betonu satın alacak müşteri dahil tüm paydaşların onayı alınmalı, katkı maddelerinin maliyetlerinin de değerlendirilmesi gerekmektedir (Xuan vd., 2018).

3.2.3 Taze beton atıklarının sertleştikten sonra geri kazanımı

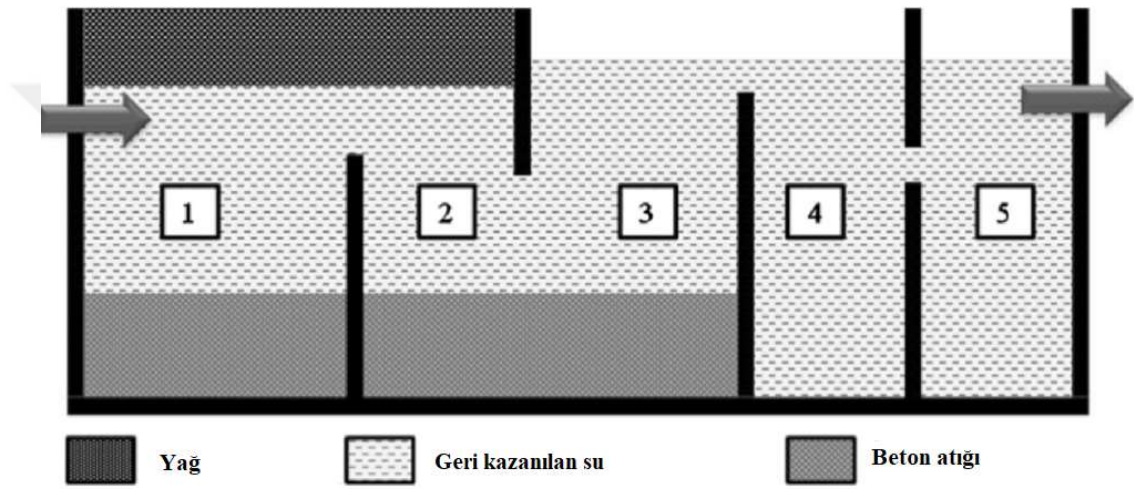
Yıkım atıklarından geri kazanılmış beton agregaları yol altı dolgu maddesi ve yapısal olmayan beton ürünleri gibi uygulamaları geliştirilmiştir. Bu uygulama için oluşan taze beton atıkları geçici olarak depolanır ve sertleşmiş betona dönüştürülebilmektedir. Sertleşmiş beton atığı depolandıktan sonra yeni beton ürünlerinde yeniden kullanılmak üzere kırıcılarla parçalanılarak istenilen boyuta getirilerek geri kazanılmış beton agrega elde edilir. ABD’de bu strateji çok iyi bir şekilde uygulanmakta, geri kazanılan beton atıklarının %60’ı geri kazanılan beton agregaya dönüştürülebilmektedir (Obla vd., 2007; Xuan vd., 2018). Son zamanlarda beton atıkları birkaç dakika içerisinde katkı maddeleri yardımıyla granül maddeye dönüştüren yeni bir teknik bulunmuştur (Ferrari vd., 2012). Geri kazanılan bu granül madde yeni beton ürünlerde yeniden kullanılabilir. Bu teknikte oluşan hem sıvı hem de katı atıklar kullanılarak granül oluşumu sağladığı için atık üretimini önemli ölçüde azaltmaktadır. Bu stratejinin uygulanmasında bu tekniği bilen ve kullanabilen uzmanlara gereksinim duyması, katkı maddesi maliyeti ve ilave alan ihtiyacı gibi deavantajları bulunmaktadır (Xuan vd., 2018).

3.2.4 Yıkama işlemi ile atıkların geri kazanımı

Son yıllarda bu strateji oldukça yaygın olarak hazır beton tesislerinde uygulanmaktadır. Bir transmikserden taze betonun temizlenmesi için yaklaşık 600-1200 L ham su ya da geri kazanılmış suya ihtiyaç duyulmaktadır (Chini ve Mbwanbo, 1996). Bu stratejide taze beton yıkanır, betondaki agrega geri kazanılırken kullanılan çimentolu su çöktürme havuzlarında çöktürülerek geri kazanılabilmektedir. Çöktürme havuzlarının dibinde ince materyal sediment olarak birikmekte ve elde edilmektedir. Mikser ve transmikser içindeki beton kalıntıların iyice temizlenmesi sonraki günlerde bu ekipmanların etkin şekilde kullanımı için oldukça önemlidir. Bu stratejide mekanik bir prosesle hazır betondaki agrega yıkama ve eleme ile ayrılarak geri kazanılır, içerisinde çimentolu parçacıklar ve ince agreganın bulunduğu yıkama suları (gri su) sedimentasyon tankında biriktirilir. Eğer agrega geri kazanım sistemi kullanılırsa iki ürün elde edilir.

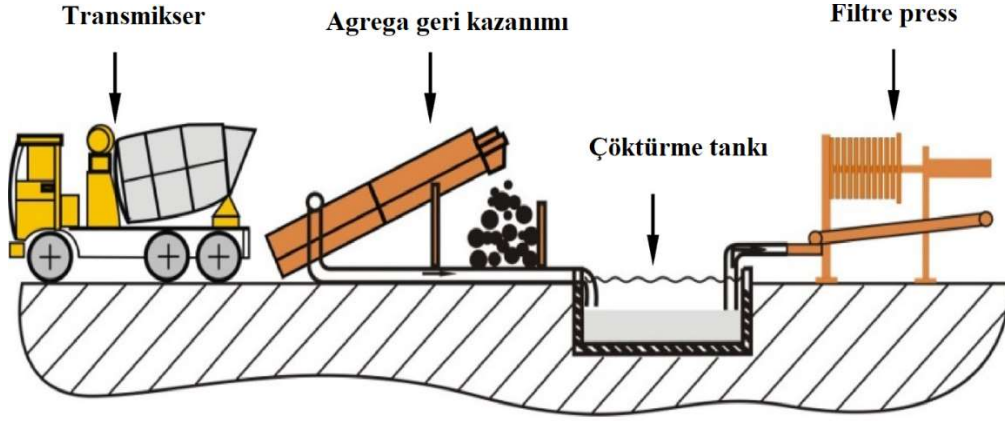
- Geri kazanılan agrega (kaba ve ince)
- Gri su, yani su, çimentolu tanecikler ve ince agrega içeren atıksu

Gri su tipik olarak Şekil 3.2’de verilen çok gözlü seri bağlı çöktürme tanklarına (Vieira ve de Figueiredo, 2016) verilerek, final tankından geri kazanılmış su yol yüzeylerinin yıkanması, toz baskılama gibi yeni kullanımlarda yada ilk uygulamalarda olduğu gibi mikser, transmikser yada taze beton atığının yıkanması için yeniden kullanılabilir. Katı maddeler ilk birkaç tank da tutulur. Çöktürme havuzlarında biriken çamur periyodik olarak boşaltılıp, toplanıp susuzlaştırıldıktan sonra deponi alanlarına gönderilir ya da yeniden kullanılmaktadır. Bu uygulama ile elde edilen suyun yoğunluğu yaklaşık 1,0 g/cm³ civarında, oluşan çamur ise % 150 veya daha yüksek su içeriğine sahip çamur olarak oluşur (Xuan vd., 2018).



Şekil 3.2. Hazır beton yıkama suları için tipik birçok gözlü seri bağlı çöktürme havuz sistemi

HB tesisinde agrega ve su geri kazanımı için kullanılan bir sistem Şekil 3.3’de verilmektedir (Xuan vd., 2016). Bu sistemde çöktürme tanklarında toplanan atık beton çamuru filtre pressde susuzlaştırılarak suyu alınmış su içeriği %100’den daha az olan susuzlaştırılmış çamur (Şekil 3.4) elde edilebilmektedir.



Şekil 3.3. Örnek bir taze atık geri kazanım sistemi



Şekil 3.4. Filtre pres ile elde edilmiş susuzlaştırılmış çamur

3.3 Agregat Kullanımı ve Atık Oluşumu

Çimento bazlı malzemeler, küresel malzeme tüketiminin yaklaşık 1/3'ünü temsil eder (Wiedmann vd., 2015) ve hizmet ömürleri boyunca, neredeyse aynı miktarda atık oluşumundan sorumludurlar. Betonun küresel çimento tüketiminin yaklaşık %40-45'ini oluşturduğunu ve agregat artı suyun çimento tüketiminin 7-8 katı olduğunu varsayarsak (Scrivener vd., 2018) 2017'deki küresel beton üretimi yaklaşık 10^9 ton/yıl'dır. Beton üretiminin büyük ölçekli olması ve her yerde bulunması nedeniyle, kaynak kullanım verimliliğindeki küçük bir artış bile çevresel etki üzerinde önemli bir azaltıcı etkiye sahiptir. Atık üretiminin azaltılması, kaynak verimliliğini artırmanın bir yoludur. Ancak, yaşamın sonu dışında, her aşamada üretilen atık miktarı hakkında çok az birincil bilgi vardır. Birçok ülkede beton üretiminin önemli bir kısmından hazır

beton şirketleri sorumludur. Her beton kamyon yükünde atık oluşur. Beton yükünün bir kısmı her zaman tesise geri döner, çünkü tüm beton döner tamburdan iç yüzeye yapıştırıldığı için boşaltılamaz. Ek olarak, bazen müşteri gerçekten ihtiyaç duyduğundan daha fazlasını sipariş ettiğinden veya başka nedenlerden dolayı müşteriden iade edilen bir artık olabilir.

Brezilya'da, Brezilya Beton Tedarikçileri Derneği 2009 yılında, São Paulo metropol bölgesinde, hazır betonda üretilen beton hacminin yaklaşık %9'unun boşa gittiğini tahmin etmiştir (Correia vd., 2009). Bu değer, diğer ülkelerdeki diğer araştırmacılar tarafından sunulan değerden önemli ölçüde yüksektir. ABD'de geri dönen betonun, üretilen toplam hacmin yaklaşık %5'i olduğunu bildirmiştir (Obla ve Kim, 2009; Vieira vd., 2019). İngiliz Hazır Beton Birliği 2014 yılında, Birleşik Krallık'ta bu rakamın %1'den az olduğunu tahmin ederken, Sealey vd. (2001) %3 olarak tahmin etmiştir. Nielsen ve Glavind (2007), Danimarka'da üretilen betonun yaklaşık %3'ünün atık haline geldiğini belirtmektedir. Kou vd. (2012) günlük 1000 m³ beton üretimi olan bir hazır beton tesisinden her gün yaklaşık %0,3-0,4 taze beton atığı üretildiğini ifade etmiştir. Tam ve Tam (2007) Hong Kong'da üretilen taze betonun yaklaşık %1,5'inin geri iade edildiğini bildirmektedir. Sandrolini ve Franzoni (2001) 9 m³'lük bir transmikserde kamyonunda her teslimatın sonunda yaklaşık 200-400 kg kalıntı beton olduğunu belirtmektedir. Kazaz ve Ulubeyli (2016) 17 farklı ülkede beton geri kazanımına ilişkin mevcut verilerden elde edilen Çimento Sürdürülebilirlik Girişimi (Cement Sustainability Initiative) den elde ettiği bilgileri kullanarak hazır beton tesisinde üretilen atık miktarının %0,4-0,5'e karşılık geldiği sonucuna varmıştır.

3.4 Su Kullanımı ve Oluşan Yıkama Sularının Özellikleri

Hazır beton üretiminde önemli miktarlarda su kullanılmaktadır. Üretilen hazır betonun her m³'ü için betonun karışımında kullanılmak üzere yaklaşık 175 L su kullanılırken, beton üretimi ve taşınması mikserleri, transmikserleri beton pompaları ve diğer ekipmanın yıkanması için 70 L civarında su kullanılmaktadır. Küresel ölçekte beton üretimi yıllık 11 milyar ton olup, beton karışımında 1,87 milyar m³ ham su kullanımı ve 748 milyon m³ atıksu oluşumuna karşılık gelmektedir. Yıkama işleminden sonra oluşan yıkama sonra oluşan atıksu yüksek miktarda askıda katı madde ve ağır metaller içermektedir. Eğer bu atıksular uygun şekilde bertaraf edilmez, su kaynaklarına deşarj

edilirlerse yüksek pH, ağır metal ve askıda katı madde içerikleri nedeni ile çevre ve insan sağlığı açısından problemler oluşturmaktadırlar (Ghrair vd., 2020; Nas, 2018).

Oluşan atıksuyun özellikleri literatürde çok farklılıklar göstermektedir. Özellikle ham suyun oluşumunun kesikli bir zaman diliminde oluşması nedeni ile örneklemelerin uygun şekilde yapılmamasından kaynaklanmaktadır. Örneğin bir Türkiye’de Bakanlık projesi olarak hazırlanan kılavuzda üç tesis için ham atıksu giriş ve çöktürme havuzlarından oluşan arıtma sonrası çıkış derişimleri Çizelge 3.5’te verilmektedir (Nas, 2018).

Çizelge 3.5. Türkiye’de beton santrali yıkama sularının ve çöktürme tankı çıkış sularının özellikleri

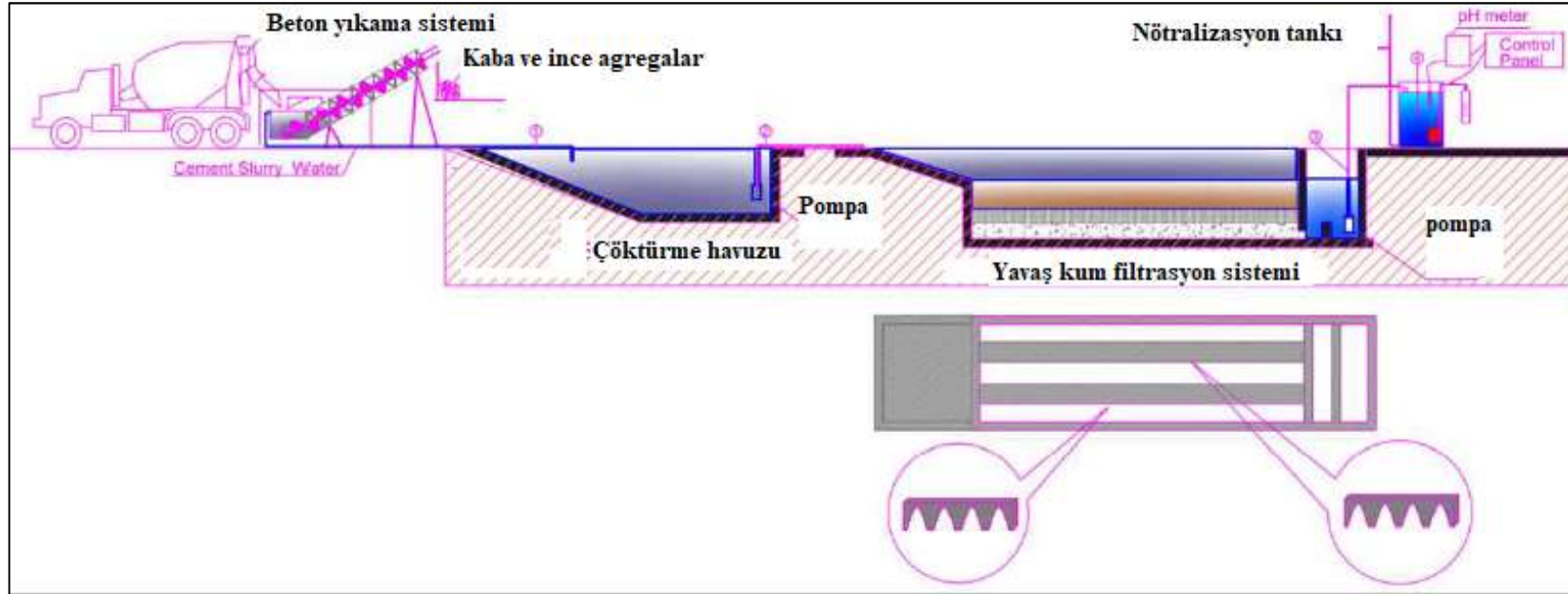
Parametre	Tesis I		Tesis II		Tesis III	
	Giriş	Çıkış	Giriş	Çıkış	Giriş	Çıkış
Askıda katı madde	758	103	161	48,0	396	43,0
Krom (VI), (Cr ⁺⁶)	0,100	0,100	0,300	0,300	0,300	0,600
Yağ-Gress	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0
pH	12,6	12,5	12,3	12,1	11,9	11,5
Toplam Cr	0,200	0,200	0,600	0,600	0,500	0,900
Çinko (Zn)	-	<0,010	0,050	0,020	<0,010	<0,010
Kurşun (Pb)	-	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Alkalinite	-	2467	15,0	646	10,0	2016
Klorür (Cl ⁻)	-	159	97,0	147	87,0	152,0
Fosfat (PO ₄ ⁻²)	-	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Sülfat (SO ₄ ⁻²)	-	13,0	37,0	52,0	22,0	<2,00
Nitrat (NO ₃ ⁻)	-	<0,550	<0,550	<0,550	<0,550	<0,550
Permanganat İndeksi	-	1	11	4	3	3

Ürdün’de yapılan bir çalışmada her 25 m³ beton üretimi için 400 L olacak şekilde temsili örneklemeler iki gün boyunca gerçekleştirilmiştir. Örnekler tesis, transmikser ve pompaların yıkanmasından oluşan atıksular kompozit örnekleme ile toplanmıştır. Toplanan örnekler içerisinde homojenliğin korunması için bir dengeleme tankı içerisinde her 15 dakikada 4 dakika karıştırma yapılmıştır. Bu çalışmada yıkamada kullanılan kuyu suyunun kullanıldıktan sonra oluşan atıksu bir arıtma çöktürme işlemine, filtrasyon, nötralizasyon işlemlerine tabii tutulmuş daha sonra beton karışım suyu olarak (%100, %75 ve %25 karışım oranlarında) kullanımının beton kalitesi üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Bu çalışmada beton imalatında kullanılan suların kimyasal ve fiziksel özellikleri Çizelge 3.6’te verilmektedir.

Çizelge 3.6. Ham ve arıtılmış beton santrali yıkama atıksularının fiziksel ve kimyasal özellikleri

Parametreler	Birim	Ham yıkama atıksuyu	Filtrelenmiş atıksu	Filtrelenmiş nötralize edilmiş atıksu	ASTM (ASTM, 2018) ve EC (EC, 2002) beton karışım suyu kullanım limitleri	SKKY Tablo 7.5 Alıcı ortam deşarj standartları (RG, 2004)
Elektriksel iletkenlik	$\mu\text{S/cm}$	11854	10190	1553	-	-
pH	-	12,60	12,70	7,20	<4,00	6-9
Toplam askıda katı madde (AKM)	mg/L	123400	0	0	>50	100
Toplam çözünmüş katı madde (TÇKM)	mg/L	7097	2420	1493	-	-
Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ)	mg/L	3216	48,7	39,5	-	-
Krom	mg/L	5,25	<0,001	<0,001	0,1	0,3*
Yağ ve gres	mg/L	-	-	-	-	10,0
Renk	Pt-Co					280

*Cr⁺⁶



Şekil 3.5. Pilot ölçekli yıkama suyu arıtma tesisi

Dengeleme tankında alınan atıksuyun hidroksit alkalinitesinin yüksek pH'ı 12,6 olduğu tespit edilmiştir. Atıksuyun yüksek alkalitesi $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Mg}(\text{OH})_2$, NaOH ve KOH çözülmüş alkali hidroksitlere bağlanmıştır. Elektriksel iletkenlik değeri 11854 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ve TÇKM 7097 mg/L bulunmuştur. Bu tür atıklar beton bileşimlerinde bulunan yüksek CaCO_3 , SiO_2 ve $\text{Ca}(\text{OH})_2$ gibi çözülmüş tuzlar ve hidroksitler yanında kimyasal katkı maddeleri (polielektrolitler) içerdiğinden yüksek iletkenlik ve alkalinite değerleri bu maddelerden kaynaklanmaktadır. Örneğin su içerisine ilave edilen 35 mL/L süper plastikleştirici 4400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ EC iletkenliğe neden olmaktadır. AKM değeri de ham suda oldukça yüksek bir değerde 123 mg/L olarak ölçülmüştür. Kullanılan karışım malzemelerinden kaynaklanan Cr, Ni, Hg ve Pb değerleri sırasıyla 5,28, 3,50, 5,02 ve 0,98 mg/L ham suda ölçülmüştür. Yüksek KOİ (3216 mg/L) ve BOİ (714 mg/L) değerleri su azaltıcı ve geciktirici olarak kullanılan kimyasal süper plastikleştiricilerden kaynaklanmaktadır. Ham ve filtrelenmiş su pH değeri yüksek olduğundan tehlikeli olarak değerlendirilmekte ülkemizin mevzuatlarının paralel olduğu Avrupa ve EPA standartlarına göre alıcı ortama deşarj edilememektedirler. Dört kat en üstte en küçük taneciklerden oluşan silika kum ve altında sırasıyla ince, orta ve kaba yavaş kireçtaşı agregalardan oluşan yavaş kum filtresi ile pH dışında tüm parametrelerde deşarj standartları sağlanabilmektedir (Ghairy vd., 2020).

4. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmanın amacı Konya’da faaliyet gösteren hazır beton tesislerinin, betonu üretimde kaynaklanan atık miktarlarının belirlenmesi ve doğal kaynaklara verilen zararın en aza indirilmesi açısından yapılması gerekenlerin ve yapılanların değerlendirilmesi olmuştur. Bu amaç doğrultusunda bu konuda önceden yapılan akademik çalışmaların taranması ve uygulama ile ilgili hazır beton üreticileriyle bir anket çalışması yapılmıştır. Bu anket çalışması kapsamında elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak Konya bölgesi genelinde atık yönetimi ile ilgili mevcut durum ortaya konmuştur.

4.1 Konya İli Genel Tanıtımı

M.Ö. 7. bin yıldan beri yerleşim yeri olan ve çeşitli kültürlerle, medeniyetlere ev sahipliği yapan Konya, yüzölçümü olarak ülkemizin en büyük ilidir. Konya nüfusu 2020 yılına göre 2.250.020'dir. Bu nüfus, 1.118.850 erkek ve 1.131.170 kadından oluşmaktadır. Yüzde olarak ise: %49,73 erkek, %50,27 kadındır. Yüzölçümü 41.001 km² olan Konya ilinde kilometrekareye 55 insan düşmektedir. Konya nüfus yoğunluğu 55kişi/km²'dir. Konya 2021 nüfusu, tahmini verilere göre 2.266.895. Bu nüfus verisi, eski yıllarındaki nüfus artış hızlarına göre tahmini hesaplanmıştır (TÜİK, 2022)

4.2 Anket Çalışması

Hazırlamış olduğumuz anket soruları Konya’da Faaliyet gösteren hazır beton ve beton mamulleri üretimi yapan firmalara gönderilmiş ve anket cevapları telefon aracılığı ile ve yüz yüze görüşerek oluşturulmuştur.

Ankette soruları;

4. Tesiste kaç kişi çalışıyor?
5. Tesiste çalışan idari ve teknik personel sayısı?
6. Tesiste çalışan mühendis var mı, unvan/unvanları nelerdir?
7. Tesiste çalışan işçi sayısı?
8. Tesisin yıllık elektrik tüketimi ve aylık ortalaması nedir?
9. Çevre danışmanlık hizmeti alınıyor mu yoksa bünyenizde çevre görevlisi mevcut mu?

10. Tesiste oluşan atıklar nelerdir?
11. Oluşan atıkların miktarları nelerdir? (Kg/gün, m³/gün, ton/gün)
12. Atıklar ile ilgili neler yapılıyor?
13. Beton üretim santrali kapasitesi (m³ beton /gün ya da ton/gün olarak belirtilmelidir)
14. Santralde toplam ne kadar su kullanılıyor (m³/gün veya ton/gün)?
15. Kullanılan suyun kaynağı nedir? (Şebeke, yeraltı suyu, geri kazanım suyu vs)
16. Ne kadar proses atıksuyu oluşuyor (saha, mikser, transmikser yıkama) (m³/gün veya ton/gün)?
17. Her transmikser için ne kadar yıkama suyu (m³/gün veya litre/gün) kullanılıyor?
18. Transmikserler günde ortalama kaç tur yapıyor?
19. Toplamda saha ve sabit mikser için ne kadar su (m³ veya ton/gün) kullanılıyor?
20. Proses atıksularını arıtmak için hangi işlem yapılıyor (1 gözlü, 2 gözlü, 3 gözlü çöktürme, vs?)
21. Proses atıksuları geri mi kazanılıyor deşarj mı ediliyor?
22. Geri kazanım uygulaması varsa geri kazanılan su nerelerde kullanılıyor?
23. Suyun geri kazanım uygulaması yoksa çekinceleriniz nelerdir?
24. Arıtma işleminde ne kadar çamur oluşuyor (m³/gün veya ton/gün)?
25. Oluşan çamuru nihai olarak ne yapıyorsunuz (agrega kullanımı ya da bertarafa göndermek gibi)?
26. Bertarafa gönderiyorsanız nereye gönderiyorsunuz?
27. Agregada kullanım hakkında çekinceleriniz var mı?
28. Sıfır atık yönetmenliğini hakkında bilgi birikiminiz var mı?
29. Sıfır atıkla ilgili nasıl çalışmalar yapıyorsunuz?

5. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

5.1 Genel Bulgular

Konya ilinde bulunan hazır beton ve beton mamulleri üretin 20 tesisle yüz yüze ve diğer iletişim metotları kullanılarak yapılan görüşmeler neticesinde anket çalışmalarındaki bulgular aşağıdaki şekillerde değerlendirilmiştir. Anket yapılan tesislerde çalışan personel sayıları ve beton üretim maksimum kapasiteleri sırasıyla Çizelge 5.1’de ve Santral kapasitelerine göre bu tesislerin Çevre Etki Değerlendirme Yönetmenliği Ek-2 göre “18- Hazır beton tesisleri, çimento veya diğer bağlayıcı maddeler kullanılarak şekillendirilmiş malzeme üreten tesisler, ön gerilimli beton elemanı, gaz beton, betopan ve benzeri üretim yapan tesisler, (Üretim kapasitesi 100 m³/saat ve üzeri)” Çevre Etki Değerlendirme Yönetmenliği gereği 10 tesis ÇED için seçme eleme kriterlerine göre değerlendirme ile faaliyet izni aldığı 10 tesis içinde ÇED kapsamı dışında olduğu ve ÇED muafiyet beldelerinin olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.2’ de verilmektedir. Tesiste çalışan işçi sayıları ortalama olarak 52 kişi ve beton üretim kapasitesi 117 m³/saat olarak tespit edilmiştir. Tesislerin çalışanları ile beton üretim kapasiteleri arasında doğrusal bir ilişki görülememektedir. Arasında bir ilişki bulunmamaktadır.

Çizelge 5.1. Tesiste çalışan işçi sayısı

Tesis	Çalışan İşçi Sayısı
1	17
2	13
3	40
4	18
5	18
6	12
7	10
8	50
9	80
10	40
11	20
12	30
13	80
14	120
15	180
16	50
17	20
18	60
19	80
20	100
Ortalama	52
Standart sapma	44

Santral kapasitelerine göre bu tesislerin Çevre Etki Değerlendirme Yönetmenliği Ek-2 göre “18- Hazır beton tesisleri, çimento veya diğer bağlayıcı maddeler kullanılarak şekillendirilmiş malzeme üreten tesisler, ön gerilimli beton elemanı, gaz beton, betopan ve benzeri üretim yapan tesisler, (Üretim kapasitesi 100 m³/saat ve üzeri)” Çevre Etki Değerlendirme Yönetmenliği gereği 10 tesis ÇED için seçme eleme kriterlerine göre değerlendirme ile faaliyet izni aldığı 10 tesis içinde ÇED kapsamı dışında olduğu ve ÇED muafiyet beldelerinin olduğu görülmektedir.

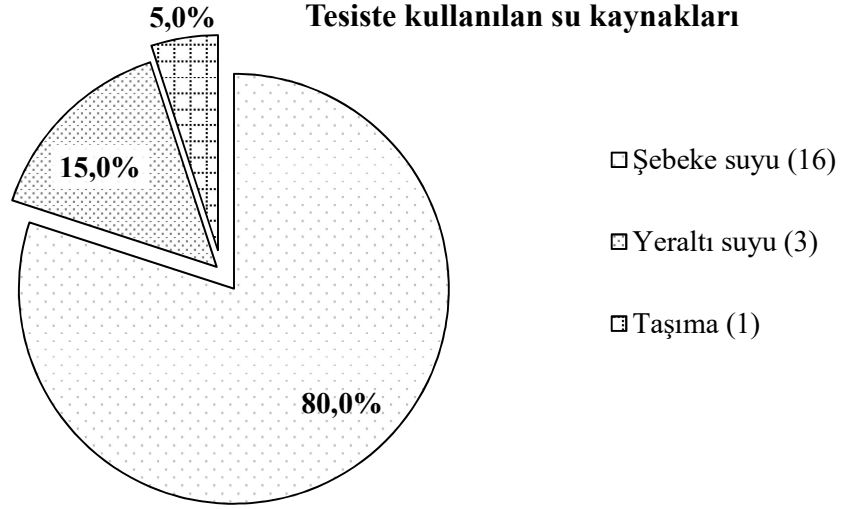
Çizelge 5.2. Beton üretim kapasitesi

Tesis	Santral kapasitesi (m ³ /saat)
1	80
2	120
3	60
4	90
5	120
6	70
7	120
8	120
9	240
10	240
11	180
12	130
13	80
14	90
15	90
16	90
17	120
18	90
19	120
20	90
Ortalama	117
Standart sapma	50

Tesiste ne kadar su kullanıldığına ilişkin sorulan soruya verilen cevaplardan ortalama 150 m³/gün olarak cevap verilmiştir. Santralde kullanılan sularda en düşük 20 m³/gün iken. En yüksek kullanıma sahip 250 m³/gün olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.3. Santralde kullanılan su

Tesis	Santral kullanılan su (m ³ /gün)
1	100
2	183
3	235
4	130
5	20
6	60
7	38
8	87
9	227
10	213
11	153
12	188
13	250
14	200
15	150
16	140
17	160
18	200
19	130
20	140
Ortalama	150
Standart sapma	65



Şekil 5.1. Kullanılan suyun kaynağı

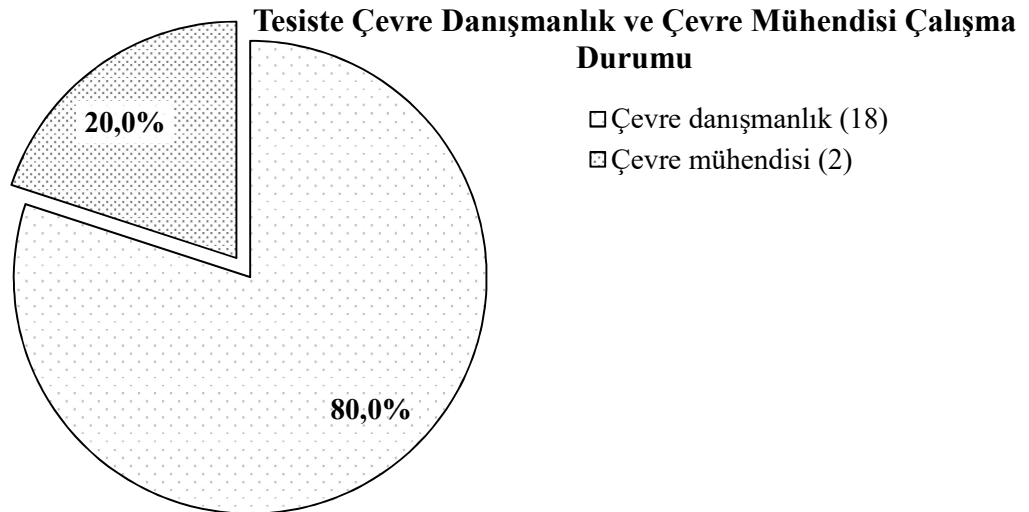
Tesiste kullanılan su kaynakları %80 oranından şebeke kullanımı olduğu görülmektedir. Sahalara yapılan ziyaretler ve yetkili kişiler ile görüşmeler neticesinde bu tesislerin bazılarında yeraltı sularını kullanmak için kuyuların olduğu tespit edilmiştir.

Anket yapılan tesislerde suların daha çok şebeke suyundan sağlandığı görülmektedir. Şebeke suları halk sağlığı dikkate alınarak içme ve kullanım maksatlı üretimi yapılmaktadır. Beton santrallerinde de belli kalitede suya ihtiyaç olmakla birlikte doğal su kaynakları veya geri kazanılan sularında kullanılabileceği dikkate alındığında bu sektörde şebeke suyunun kullanımı kaynak israfı olarak değerlendirilebilmektedir.

Çizelge 5.4. Proses kaynaklı oluşan atıksu

Tesis	Oluşan atıksu (m ³ /gün)
1	20
2	19
3	10
4	20
5	2
6	3,8
7	5
8	61
9	60
10	15
11	5
12	10
13	10
14	14
15	4
16	10
17	5
18	10
19	5
20	6
Ortalama	15
Standart sapma	17

Oluşan atıksuların kaynağı olarak mikser ve transmikserlerden kaynaklandığı gözlemlenmiştir. Her bir transmikser için ortalama su tüketimi 0,5m³ olduğu belirtilmiştir. Tesislerde bunun herhangi bir kaydı tutulmuş değil, tecrübe edilen yaklaşık bir miktar olarak ifade edilmiştir.



Şekil 5.2. Tesiste çevre danışmanlık hizmeti

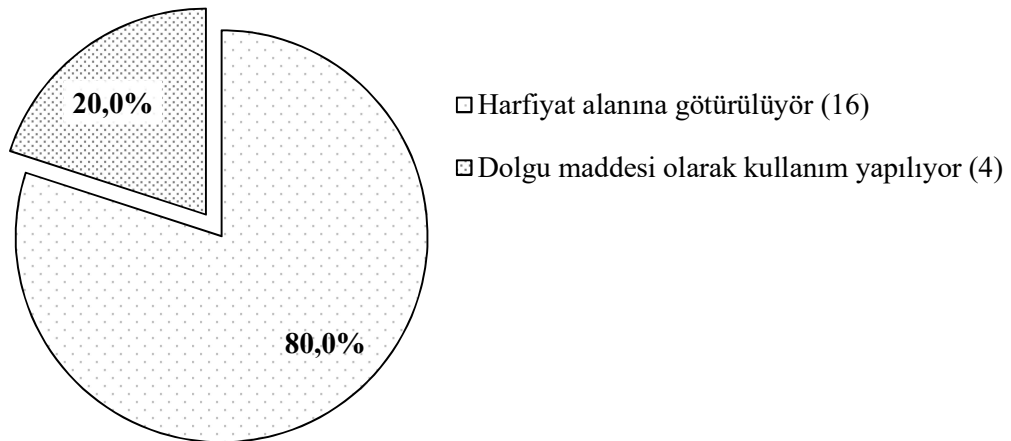
Şekil 5.2’de gösterildiği gibi beton santralleri bünyelerinde atık yönetiminde devamlı hizmet alabileceği personel sınırlı sayıda bulundurmaktadır. Çevre mühendisliği açısından firmaların sadece %10’luk kısmı sıfır atık uygulamalarını gerçekleştirebilecek bu meslek grubunu istihdam etmektedir. Diğer kısım ise danışmanlık hizmeti almaktadır. Daha çok ayda bir tesise uğrama zorunluluğu bulunan sırf yasal yükümlülüğü sağlayacak şekilde Çevre danışmanlık hizmeti almaktadırlar.

Beton santrallerinde oluşan katı atıklar ve atık kodları Çizelge 5.5’ de verilmektedir. Bu tabloda bu üretim sektörüne özel ve en fazla üretilen atık 10 13 14 atık kodlu atık beton ve beton çamurlarıdır. Diğer atıklar her iş kolunda oluşması muhtemel atık sınıfına girmektedir. Beton atıklarının anket yapılan tesislerdeki akıbetinin ne olduğu ile ilgili soruya % 80 “hafriyat alanına götürülüyor” cevabı alınmıştır. Bu uygulama sıfır atık hiyerarşisi açısından uygun bir uygulama değildir.

Çizelge 5.5. Tesiste oluşan atık kodları ve türleri (RG, 2015)

Tesiste oluşan atık kodları	Atık içerikleri
15 01 10	Kontamine Ambalaj
15 02 02	Kontamine Bez
13 02 08	Diğer Motor Şanzıman Yağları
20 01 26	Bitkisel Atık Yağ
16 06 04	Alkali Piller
20 01 21	Flüoraysan lambalar
15 01 06	Karışık Ambalaj
10 13 14	Atık Beton ve Beton Çamurları
20 01 27	Atık Tonerler
20 01 08	Biyolojik olarak bozulabilir mutfak ve kantin

Beton atıklarına yapılan işlemler



Şekil 5.3. Beton atıklarına yapılan işlemler

Oluşan atık çamurla ilgili veriler teknik uygunluk raporlarında verilen bilgiler olup gerekli çalışmanın yapılmadığı gözlemlenmiştir.

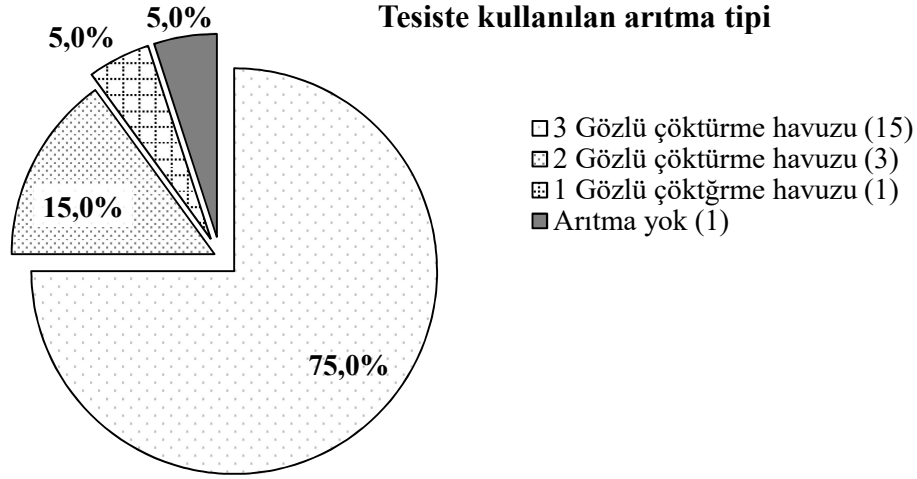
Çizelge 5.6. Oluşan atık çamur miktarları

Tesis	Oluşan atık çamur(ton/gün)
1	0,8
2	1
3	2
4	1
5	0,5
6	1
7	4
8	2
9	4
10	2
11	2
12	2
13	4
14	2
15	1
16	1
17	1
18	2
19	1,3
20	1,4
Ortalama	1,8
Standart sapma	1,1

Saha yetkilileri ile yapılan görüşmelerde oluşan sonuç ise hafriyat alanına gönderilen beton atıklarının olmadığı yönünde olmuştur. Bu tür atıkların deponi alanlarına kabul edilmesinde yasal yükümlülükler, atık bertaraf tesislerine göndermede maliyet söz konusu olduğundan kontrolsüz şekilde çevre ortamında deşarjların yapıldığı ve zaman zaman da firmaların bu tür eylemlerinden dolayı cezai işlemlere maruz kaldıkları gözlemlenmiştir.

Tesiste oluşan yıkama atıksularının arıtımı ve arıtım türü sorulduğunda

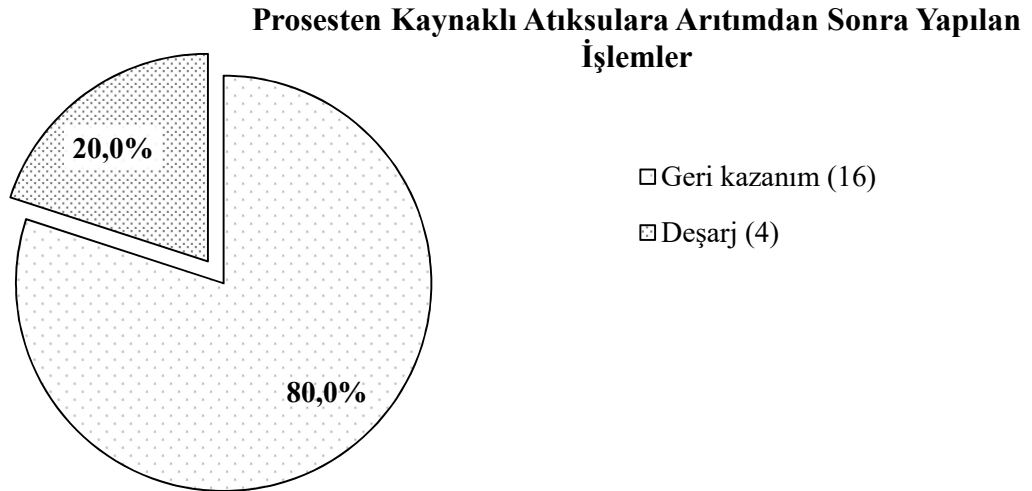
Şekil 5.4'te gösterilen cevaplar alınmıştır.



Şekil 5.4. Tesiste kullanılan arıtma tipi

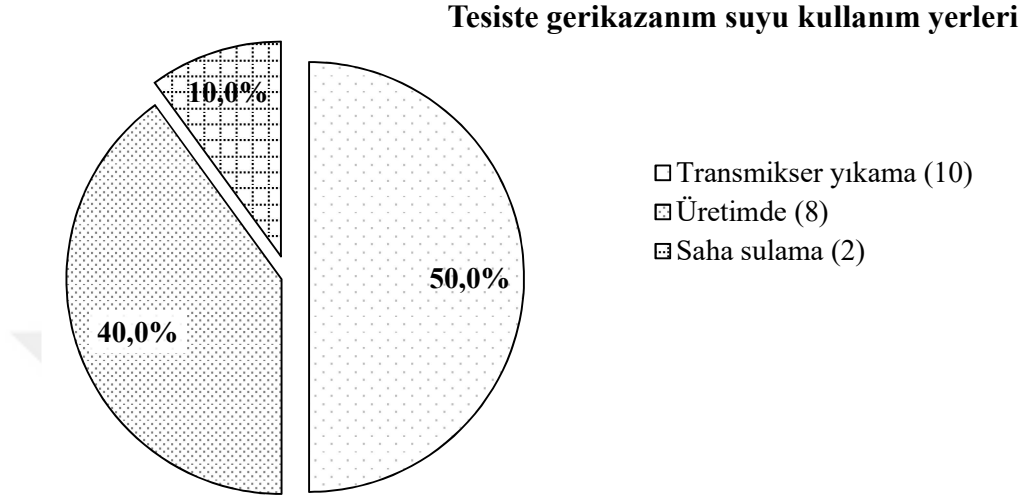
Literatürde gerekçesi bulunmayan 3 gözlü çöktürme havuz sisteminin oldukça yaygın kullanımı ilginç bir durumdur. Basit bir arıtım seçeneği olan çöktürme işlemi sadece atıksu içerisindeki AKM giderimini sağlama potansiyeli bulunmaktadır.

Çöktürme havuzlarından elde edilen geri kazanım suyunun %80 oranında olduğu ifade edilmiştir (Şekil 5.5). Mevcut arıtım üniteleri ile deşarj kriterlerinin pH ve ağır metal açısından literatür kısmında gerekçesi verildiği gibi sağlanması mümkün olmadığı için beton santrallerden deşarj edilen arıtım sonrası atıksuların çevre ve halk sağlığı açısından bir tehdit oluşturduğu açıktır. Üstelik kullanılan arıtma sistemlerinin ise düzenli çalışmadığı gözlemlenmiştir.



Şekil 5.5. Prosesten kaynaklı atıksulara arıtma işleminden sonra yapılan işlemler

Proseslerden kaynaklı atıksular çoğunluk olarak geri kazanım olarak kullanıldığı beyan edilmiştir (Şekil 5.6). Firma çalışanları ve çevre danışmanlık firmaları ile görüşmeler neticesinde geri kazanım kullanımının yeterli miktarda olmadığı ve gerekli kullanım ekipmanlarının tam olmadığı tespit edilmiştir.



Şekil 5.6. Tesiste gerikazanım suyu kullanım yerleri

Firmalara Sıfır Atık Yönetmenliği hakkında bilgilerinin olup olmadığı sorusuna verilen cevaplar ise hemen hemen hepsinin bilgisi olduğu yönünde olmuştur. Sıfır atıkla ilgili yapılan işlemler sorusuna da atıkların ayrı olarak toplatıldığı bilgisi paylaşılmıştır.

5.2 Bulguların Sıfır Atık Yönetimi Açısından Değerlendirilmesi

Tesislerin mevcut durumları göz önünde bulundurulduğunda sıfır atık yönetim bir tanesi olan yeniden düşün/tasarla ilkesine uygun olarak atıksu ve atık beton uygulamaları yeniden gözden geçirilerek atıksu için çöktürme havuzlarına ilaveten filtrasyon sistemlerini de ilave ederek betondan kaynaklı atıksularını daha etkin bir şekilde kullanılabilmektedir. Ayrıca beton atıkları için geri dönüşüm tesisleri kurarak taze beton atığını agregasını ayırarak geri dönüşümlerini sağlayabilmektedir.

Üretim aşamasında ilave kontrol mekanizmaları kurarak ve personel eğitimleri düzenlenerek üretim fazlası ve yanlış beton üretiminin önüne geçilmesi sağlanmalıdır.

Beton atıksuyu için literatürlerde atıksuyun yeniden kullanımı açısından bir sorun teşkil etmediği saptanmıştır. Tesislerde ön arıtma tabi tutulan beton atıksuyu üretim aşamasında belirli yüzdelerle karıştırarak yeniden kullanımı sağlanabilir.

Beton atıkları ile ilgili çalışmaların gösterdiği üzere geri dönüşüm tesislerinde geri kazanımı sağlanan agrega üretim sürecinde belirli yüzdelerle kullanımı sağlanabilir. Ayrıca daha düşük beton sınıflarında çöktürme havuzlarında oluşan atık çamurda kullanılabilir.

Bütün bunları sağlayan bir tesisin beton üretiminden kaynaklı kabul edilemez bir beton atığı söz konusu olmayacaktır.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Konya’da faaliyet gösteren hazır beton ve beton mamulleri üretimi yapılan tesislerde anket sonucunda üretim kapasitelerine bakıldığında Türkiye’de 2020 yılında üretilen 95 milyon m³ betonun %0,6 sına yakın üretim kapasitesine sahiptir. Proses kaynaklı oluşan atıksular literatürde de belirttiği mikser ve tranmikserlerin yıkaması sonucu oluşmuştur. Fakat mikser, transmikser ve saha yıkama suyu miktarının daha fazla olduğu ortaya çıkmıştır. İşletmelerin saha yıkama suyu oluşacak atıksudan dolayı az gösterilmeye çalışıldığı belirlenmiştir. Çöktürme havuzlarında bekleyen su çimentolu su haline gelmiş ve dipte çamur birikmesi çok fazla olduğu gözlemlenmiştir. Literatür çalışmalarında çöktürme havuzlarındaki su üretimde tekrar kullanılabilir. Ancak firmalar üretim reçetelerine bağlılıklarından, ilave donanım masrafları ve çalışanlar bu işi yapmalarındaki isteksizlerinden dolayı tesislerde çöktürme havuzları faal olarak kullanılmamaktadır. Suyun tekrar kullanılabilmesi için geri dönüşüm ünitesine ihtiyaç olmadığı bu çalışma sonucu olarak ortaya çıkmıştır. Yapılan literatür çalışmalarında ülkemizde hazır beton tesislerinin atıksu geri kazanım uygulamalarını gerçekleştirdiği durumda proses suyu ihtiyacının %14’nün mikser ve transmikser yıkama sularının geri kazanılması ile elde edilmesi durumunda yıllık yaklaşık olarak 3 milyon m³ atıksu geri kazanılmış olacaktır. Tesislerin mevcut durumlarına bakıldığında kullanım sularının kaynakları yeraltı ve şebeke suyu olduğundan su tasarrufu ve yeraltı sularının korunumu açısından önem teşkil etmektedir. Geri dönüşüm suyunun %100 oranında kullanılabileceği ancak bunun üretilen betonun mukavemet etki ettiği gösterilmiştir. Bu nedenle uygun değer tekrar kullanım oranı %25 olarak tavsiye edilmektedir. Ancak tekrar kullanım oranı işletmelerin kendi kalite kontrol politikalarına göre belirlenebilmektedir. Geri dönüşüm suyunun üretimde kullanılmasının çevreye kattığı kazanç ise literatürde pH değeri 12-13 olarak belirtilen kimyasal maddenin doğaya verilmemiş olması ve yaşam alanlarının korunmuş olmasıdır.

Oluşan atık beton miktarı açısından incelendiğinde ise tesislerde bu rakamların teknik uygunluk raporlarında belirttiği şekilde olduğunu beyan edilmiş oluşan beton atık çamuru için veri tutulmadığı gözlemlenmiştir. Firmaların geri dönüşüm tesislerinin olmadığı gözlemlenmiştir. Yapılan saha incelemeleri ve yetkililerle görüşme

neticesinde oluşan atık betonun çeşitli alanlara düzensiz bir şekilde atıldığı gözlemlenmiştir.

Tesislerde yapılan hatalar genel olarak sıraladığımızda şunlar olduğu tespit edilmiştir.

- Çöktürme havuzlarının bazı tesisler için uygun olarak yapılmadığı
- Mikser ve transmikser yıkama sularının çöktürme havuzlarına iletimlerinde problemler olduğu
- Çöktürme havuzlarında oluşan çamurların uygun bir şekilde bertaraf edilmediği
- Geri dönüşüm sularının kullanılmamasında personelden kaynaklı hataların olduğu
- Tesislerin periyodik bakımlarının zamanında yapılmaması olarak tespit edilmiştir.

2020 verilerine göre yıllık 95 milyon m³ üretim kapasitesine sahip Türkiye bulunduğu Avrupa bölgesinde en fazla beton üretin ülke konumu itibari ile en fazla kaynak tüketen ve en fazla atık türeten ülke konumundadır. Kaynakların verimli kullanılması, atıkların azaltılması ve israfın önüne geçilmesi için:

Firmalar oluşan atıkları kullanılabilirliğinin farkındalığına oluşturmak için kamu kurum ve kuruluşlarının gerekli faaliyetler düzenleyerek firmaları bu konuda bilinçlendirmeleri sağlanabilir.

Kamu kurum ve kuruluşlar, firmaların tabi olduğu kanun ve yönetmenliklere uygunluğunu yerinde denetleyerek üretim proseslerinde oluşan atıkların veri portallarına girilmesi sağlanabilir.

Ödül ve ceza yöntemi ile ilgili firmalar teşvik edilebilir.

Hazırlanan teknik uygunluk raporları daha ayrıntılı ve gerçekçi hazırlatılarak oluşan atıkların ve kullanım yerlerinin gerçeğe yakın olması sağlanmalıdır.

Kamu kurum ve kuruluşların yapmış olduğu denetimlerde uzman kişiler seçilerek denetimlerin ve caydırıcı ceza sistemlerinin uygulanması ile atıkların yeniden kullanımı sağlanılabilir.

Personellere atığın önüne geçme ve israfın engellenmesi için katılımlarını teşvik edecek şekilde eğitim ve bilinçlendirme çalışmaları yapılmalıdır.

Kapalı döngü sistemleri kurularak geri dönüşümlü santralleri kurularak taze beton atığı, beton atıkları ve yıkama suları arıtılarak sistemde tekrar kullanımı sağlanmalıdır. Ayrıca kapalı döngü sistemi sadece üretim proseslerinde değil işletme alanlarının hepsinde kurulmalıdır. Örneğin; yemekhane atıkları kapalı sistemle oluşan atıkların kompostlanarak toprak iyileştirici olarak kullanılması, fotokopi için kullanılan kâğıtların çift taraflı kullanılması ve fotokopi makinasının ayarları değiştirilerek daha uzun toner kullanımının sağlanması şekline olabilir.

Proseslerde oluşan atıkların işlenmesinde atık oluşum yerlerine yakın yerlerde sistemlerin kurulumunun sağlanması gerekmektedir. Örneğin; mikser ve transmikserlerden kaynaklı yıkama suyunun toplandığı çöktürme havuzu taze beton atığından kaynaklı ve beton geri dönüşümü işlemleri birbirine yakın tasarlanmalıdır.

Üretim yönetimi gözden geçirilerek ihtiyaçtan fazla ürün üretilmemeli böylelikle fazla üretim yapmayarak enerji tasarrufu sağlanabilmektedir. Ayrıca sipariş durumları gözden geçirilerek ani değişimlerin önüne geçilerek değişimlerden doğacak enerji kaybının önüne geçilebilir. Bir diğer hususta yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına teşvik edilerek gerekli enerjinin bir kısmını buradan sağlanabilmektedir.

Hazır beton tesislerinin çimento üretimi için kullanacağı ısı enerjinin atık ihraç ederek yapılması önlenerek atıkların yeniden kullanıma teşvik edilerek atıkların yakılmasından kaynaklı CO₂ ve oluşacak diğer emisyonlardan kaçınılmalıdır.

Firmalar paydaşları ile anlamlı ve sürdürülebilir katılımı kolaylaştırmak, anlayışı artırmak ve davranış değişikliğini ve algıları etkilemek için topluluklarla birlikte çalışan değişiklikler ve sistemler teşvik edilmelidir.

Yeni, verimli ve yerli üretim sistemleri araştırılarak oluşacak atığı minimum seviyede tutacak sistemlerin kurulumu sağlanabilmektedir.

İşletmeler sektördeki gelişmeleri yakından takip ederek gerekli doküman havuzları oluşturarak işletme körlüğünden kurtulmalı ve gelişime açık olmalıdır.

Ulaşımdan kaynaklı sera gazlarını azaltmak için hesap verilebilirliği genişletmek ve bakım onarım ve parça seçeneklerini artırmak için yerel ekonomilerin büyümesini ve genişlemesini desteklemesi gerekir.

İşletmeler unutmamalıdır ki her malzemeler kaynaktır. Bu çerçevede beton üretiminde oluşan atıksu, çimento ve atık agrega işlenerek yeniden doğal kaynakların kullanımından önce sürekli kullanım için malzemelerin korunması ve mevcut malzemelerin öncelikle kullanılması gerekmektedir.

İşletmeler deşarjı hiç düşünmemeli ve bundan önce yapılacak önlemleri düşünmelidir. Bu işlemler oluşan atık beton ve yıkama sularının tamamı geri dönüştürüle bilmektedir. İklim değişikliğine neden olana gazlar da dahil olmak üzere gezegen, insan, hayvan veya bitki sağlığına tehdit oluşturabilecek karaya, suya veya havaya yapılan tüm deşarjların en aza indirilmesi gerekmektedir.

İşletmeler yatırım yaparken en uygun ve en fırsatçı maliyetleri dikkate alması gerekmektedir.

Tedbir için tabi olunun kanun ve yönetmenliklerde önce çevre için tehdit oluşturan bir madde veya aktivitenin, çevresel zararı için kesin bir bilimsel kanıt olmasa bile, çevreyi olumsuz etkilemesinin önceliğine alınması gerekir.

Kamu kurum ve kuruluşlarının, işletmelerin sebep olduğu çevresel zarara veya kaynak tükenmesine neden olanların çevresel maliyetleri kabul etmesinin teşvik edilmesi ve kabul etmesi sağlanmalıdır.

İşletmeler sürdürülebilir sistemleri uygulamaya koyulması kolay, esnek, ölçeklenebilir, dayanıklı ve yerel ekosistem sınırlarını gözeterek erine getirmelidir.

Unutulmamalıdır ki bugün kaynak olarak kullandığımız ve rahat ulaşımını sağladığımız ürünler, kaynak kullanımının azaltılmaması ve israfın önüne geçilememesinden dolayı ilerde ulaşmak için çok çabaya, gayrete ve maliyete ihtiyaç duyacak hala gelebiliriz. İşletmeler ve çalışanlar olarak gerekli maliyetler göz önüne alınarak alınacak önlemler daha yaşanılabilir ve daha güzel miras bırakılabilir bir Dünya için önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

Arendal, G., 2004. Vital waste graphics.

ASTM, 2018. ASTM C/C-M-18, Standard Specification for Mixing Water Used in the Production of Hydraulic Cement Concrete, ASTM international West Conshohocken, PA.

Cal-Recycle. 2021. Waste Prevention Terms and Definitions. San Francisco, CA: Government of California.

Chini, S.A. ve Mbwanbo, W.J., 1996. Environmentally friendly solutions for the disposal of concrete wash water from ready mixed concrete operations, CIB W89 Beijing International Conference. Citeseer. pp. 21-24.

Correia, S., Souza, F., Dienstmann, G. ve Segadaes, A., 2009. Assessment of the recycling potential of fresh concrete waste using a factorial design of experiments, Waste Management, 29, 11, 2886-2891.

Cosgun, N. ve Esin, T., 2006. A study regarding the environmental management system of ready mixed concrete production in Turkey, Building and Environment, 41, 8, 1099-1105.

ÇŞB, 2017. Sıfır Atık El Kitabı, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara.

EC, 2002. European Committee for Standardization EN 1008. Mixing Water for Concrete—Specification for Sampling, Testing and Assessing the Suitability of Water, Including Water Recovered from Processes in the Concrete Industry, as Mixing Water for Concrete.

Ercan, F., 2021. Atık Yönetimi Mevzuatı (<http://www.pagcev.org/upload/files/Funda%20Ercan%20Atik%20Yonetimi%20Mevzuati.pdf>).

Ferrari, G., Nussbaumer, W., Surico, F. ve SpA, M., 2012. New additive for recycling returned concrete with zero-impact, Proceedings of 37th Conference on Our World in Concrete & Structures, Singapore.

Ghrai, A.M., Heath, A., Paine, K. ve Al Kronz, M., 2020. Waste wash-water recycling in ready mix concrete plants, Environments, 7, 12, 108.

Gursel, A.P., Masanet, E., Horvath, A. ve Stadel, A., 2014. Life-cycle inventory analysis of concrete production: A critical review, Cement and Concrete Composites, 51, 38-48.

Kazaz, A. ve Ulubeyli, S., 2016. Current methods for the utilization of the fresh concrete waste returned to batching plants, Procedia Engineering, 161, 42-46.

Kazaz, A., Ulubeyli, S., Er, B., Arslan, V., Atici, M. ve Arslan, A., 2015. Fresh ready-mixed concrete waste in construction projects: a planning approach,

Organization, Technology & Management in Construction: an International Journal, 7, 2, 1280-1288.

Kou, S.-c., Zhan, B.-j. ve Poon, C.-s., 2012. Feasibility study of using recycled fresh concrete waste as coarse aggregates in concrete, Construction and Building Materials, 28, 1, 549-556.

Nas, B. 2018. Arıtılmış Atıksuların Yeniden Kullanımı: Sanayi Sektörleri Uygulama Kılavuzları, Maden Sanayi, Çevre Şehircilik Bakanlığı, Ankara.

Newman, J. ve Choo, B.S. 2003. Advanced Concrete Technology 3: Processes. Elsevier.

Nielsen, C.V. ve Glavind, M., 2007. Danish experiences with a decade of green concrete, Journal of Advanced Concrete Technology, 5, 1, 3-12.

Obla, K., Kim, H. ve Lobo, C.L., 2007. Crushed Returned Concrete as Aggregates for New Concrete, Citeseer.

Obla, K.H. ve Kim, H., 2009. Sustainable concrete through reuse of crushed returned concrete, Transportation research record, 2113, 1, 114-121.

Palmer, P. 2004. Getting to Zero Waste. Purple Sky Press.

Paranhos, R.S., Cazaciu, B.G., Sampaio, C.H., Petter, C.O., Neto, R.O. ve Huchet, F., 2016. A sorting method to value recycled concrete, Journal of Cleaner Production, 112, 2249-2258.

Pichtel, J. 2005. Waste management practices: municipal, hazardous, and industrial. CRC press.

Poon, C.-S., Yu, A.T. ve Jaillon, L., 2004. Reducing building waste at construction sites in Hong Kong, Construction Management and Economics, 22, 5, 461-470.

RG, 2004. Su Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliği, Resmî Gazete Tarihi: 31.12.2004 Resmî Gazete Sayısı: 25687, Çevre ve Orman Bakanlığı.

RG, 2015. Atık Yönetimi Yönetmeliği Resmi Gazete Tarihi: 02.04.2015 Resmi Gazete Sayısı: 29314, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.

Sandrolini, F. ve Franzoni, E., 2001. Waste wash water recycling in ready-mixed concrete plants, Cement and Concrete Research, 31, 3, 485-489.

Scrivener, K.L., John, V.M. ve Gartner, E.M., 2018. Eco-efficient cements: Potential economically viable solutions for a low-CO₂ cement-based materials industry, Cement and Concrete Research, 114, 2-26.

- Sealey, B., Phillips, P.S. ve Hill, G., 2001. Waste management issues for the UK ready-mixed concrete industry, *Resources, Conservation and Recycling*, 32, 3-4, 321-331.
- Shi, C., Li, Y., Zhang, J., Li, W., Chong, L. ve Xie, Z., 2016. Performance enhancement of recycled concrete aggregate—a review, *Journal of Cleaner Production*, 112, 466-472.
- Tam, V.W. ve Tam, C.M., 2007. Economic comparison of recycling over-ordered fresh concrete: a case study approach, *Resources, Conservation and Recycling*, 52, 2, 208-218.
- THBB, 2022. Türkiye Hazır Beton Birliği, Dünyada Sektör, <https://www.thbb.org/sektor/dunyada-sektor/>.
- THBB, 2020. Türkiye Hazır Beton Birliği, Türkiye Hazır Beton Sektörü İstatistikleri, İstanbul.
- TÜİK, 2022. Türkiye İstatistik Kurumu, Nüfus ve demografi, <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=nufus-ve-demografi-109&dil=1>.
- US-EPA, 2011. *Wastes-Non-Hazardous Waste*.
- Vieira, L.d.B.P. ve de Figueiredo, A.D., 2016. Evaluation of concrete recycling system efficiency for ready-mix concrete plants, *Waste Management*, 56, 337-351.
- Vieira, L.d.B.P., de Figueiredo, A.D., Moriggi, T. ve John, V.M., 2019. Waste generation from the production of ready-mixed concrete, *Waste Management*, 94, 146-152.
- Wiedmann, T.O., Schandl, H., Lenzen, M., Moran, D., Suh, S., West, J. ve Kanemoto, K., 2015. The material footprint of nations, *Proceedings of the national academy of sciences*, 112, 20, 6271-6276.
- Xuan, D., Poon, C.S. ve Zheng, W., 2018. Management and sustainable utilization of processing wastes from ready-mixed concrete plants in construction: A review, *Resources, Conservation and Recycling*, 136, 238-247.
- Xuan, D., Zhan, B., Poon, C.S. ve Zheng, W., 2016. Carbon dioxide sequestration of concrete slurry waste and its valorisation in construction products, *Construction and Building Materials*, 113, 664-672.
- Zaman, A. ve Ahsan, T. 2020. *Zero-waste: reconsidering waste Management for the Future*. Routledge.
- ZWIA, 2021. Zero Waste Hierarchy of Highest and Best Use (<https://zwia.org/zwih/>).

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Serkan GÜR

EĞİTİM BİLGİLERİ

Lisans : Aksaray Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 2012-2018

Yüksek Lisans : Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, 2018-2022

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLERİ

Aksaray Belediyesi / Yaz Stajı 2015

Aksaray Belediyesi / Yaz Stajı 2014

Betokav Beton Mamülleri A.Ş./ 2018-2022

TEZDEN ÜRETİLEN YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER

Kongrelerde Sunulan Bildiriler

1.Gür S., Işık M., Beton Üretim Santrallerinde Sıfır Atık Uygulamaları ve Önerileri, UCMK – 14. National 2. International Environmental Engineering Congress, 09-10-11 December 2021.