



**Avrupa Birliğı tarafından  
finanse edilmektedir**



Temel  
Çalışma Hakları  
Bil, Konuş, Güçlen



## **Çimento Sektörünün Geleceği:**

**İkiz Dönüşüm ve Yeni Nesil Becerilerin İnsan Kaynağına Etkisi**

**Yönetici Özeti**

**İkiz Dönüşüm Çerçevesinde  
Çimento Sektörünün Mevcut Durumu**

**Sonuç ve Değerlendirme**



**ÇEİS**

ÇİMENTO ENDÜSTRİSİ  
İŞVERENLERİ SENDİKASI



*Bu yayın Avrupa Birliğı tarafından finanse edilmektedir.*

*İçeriği yalnızca ÇEİS sorumluluğundadır ve Avrupa Birliği'nin görüşlerini yansıtmaz.*

*Bu yayında yer alan fikir ve görüşler ÇEİS'e ait olup, ILO'nun fikir, görüş ve politikalarını yansıtmamaktadır.*



**Avrupa Birliği tarafından  
finanse edilmektedir**



# **Çimento Sektörünün Geleceği:**

İkiz Dönüşüm ve Yeni Nesil Becerilerin İnsan Kaynağına Etkisi

## **Yönetici Özeti**



*İstanbul, 2026*

# ÇİMENTO SEKTÖRÜNÜN GELECEĞİ: İKİZ DÖNÜŞÜM VE YENİ NESİL BECERİLERİN İNSAN KAYNAĞINA ETKİSİ

## Yönetici Özeti

### İkiz Dönüşüm Çerçevesinde Çimento Sektörünün Mevcut Durumu

## Sonuç ve Değerlendirme

#### Araştırma Ekibi

Doç. Dr. Işıl Kurnaz  
Prof. Dr. Furkan Emirmahmutoğlu  
Doç. Dr. Okan Güray Bülbül  
Dr. Sertaç Demirci  
Ceren Uz

#### Proje Sahibi

Çimento Endüstrisi İşverenleri Sendikası

Köybaşı Cad., No: 40, 34464 Yeniköy, Sarıyer / İstanbul  
T: +90 (212) 299 92 22

#### Yayın İlkeleri

Bu kitabın yayın ve dağıtım hakkı ÇEİS'e aittir.  
Tamamı veya herhangi bir bölümü ÇEİS'in yazılı izni olmadan fotokopi dahil mekanik ve elektronik olarak transfer edilemez, çoğaltılamaz ve dağıtılamaz.

Bu kitap ÇEİS'in katkılarıyla hazırlanmıştır. Kitapta yer alan yazı ve fotoğrafların sorumluluğu eser sahibine aittir.

#### Grafik Tasarım & Uygulama

İlkay Güneş  
ilkaykirmizigul@ceis.org.tr

#### Basım Yeri

Desen Basım Yayın ve Tanıtım Hiz. Ltd. Şti.  
Kırkkonaklar Mah. 381. Cadde No:5/A Çankaya/ANKARA

Sertifika: 51449

#### Basım Tarihi

26 Haziran 2026

1. Baskı Haziran 2026, Ankara





*Bu yayın Avrupa Birliği tarafından finanse edilmektedir.  
İçeriği yalnızca ÇEİS sorumluluğundadır ve Avrupa Birliği'nin görüşlerini yansıtmaz.  
Bu yayında yer alan fikir ve görüşler ÇEİS'e ait olup,  
ILO'nun fikir, görüş ve politikalarını yansıtmamaktadır.*





## Çimento Sektörünün Geleceği:

İkiz Dönüşüm ve Yeni Nesil Becerilerin İnsan Kaynağına Etkisi



## Çimento Sektörünün Geleceği:

İkiz Dönüşüm ve Yeni Nesil Becerilerin İnsan Kaynağına Etkisi

# Yönetici Özeti



## YÖNETİCİ ÖZETİ

### Metodoloji

Bu çalışma, Türkiye çimento sektöründe ikiz dönüşümün (yeşil ve dijital dönüşüm) iş gücü becerileri, çalışma ilişkileri ve insan kaynağı yapısı üzerindeki etkilerini çok boyutlu biçimde analiz etmek amacıyla karma yöntem yaklaşımıyla tasarlanmıştır. Araştırma süreci, birbirini besleyen dört temel aşama üzerinden yürütülmüştür: (i) literatür taraması, (ii) keşfedici ön görüşmeler, (iii) odak grup görüşmeleri ve (iv) nicel saha araştırması. Sürecin aşamalı ve bütünsel biçimde kurgulanması sayesinde hem sektörel dönüşüm dinamikleri derinlemesine anlaşılmış hem de saha bulgularının veri temelli biçimde doğrulanması mümkün olmuştur.

Araştırmanın en önemli metodolojik özelliği, aşamalı ve birbirini besleyen bir araştırma tasarımına sahip olmasıdır. Literatür taraması kavramsal çerçeveyi oluşturmuş; keşfedici görüşmeler saha gerçekliğini görünür hale getirmiş; odak grup görüşmeleri dönüşümün derinlikli boyutlarını ortaya çıkarmış; nicel araştırma ise bu bulguların sektör ölçeğinde değerlendirilmesini sağlamıştır.

Bu bütünsel yaklaşım sayesinde dönüşümün teknik, ekonomik, sosyal, kültürel ve davranışsal boyutları birlikte analiz edilebilmiştir. Araştırma, çimento sektöründe ikiz dönüşümün yalnızca teknoloji yatırımlarıyla açıklanamayacağını; insan kaynağı, liderlik, kurumsal çeviklik, beceri dönüşümü ve adil geçiş politikalarının sürecin merkezinde yer aldığını ortaya koyan çok katmanlı bir metodolojik çerçeve sunmaktadır.

### Literatür Taraması

Bu bölümde, çimento sektöründe ikiz dönüşümün iş gücü üzerindeki etkilerini ortaya koyabilmek amacıyla yeşil dönüşüm, dijital dönüşüm ve bunların sektörel yansımalarına ilişkin güncel literatür sistematik biçimde incelenmiştir. Literatür bulguları, çimento sektörünün iklim değişikliğiyle mücadelede kritik bir konumda olduğunu göstermektedir. Küresel karbon emisyonlarının yaklaşık %7'sinden sorumlu olan sektör, yüksek enerji yoğunluğu ve klinker üretim süreçlerinden kaynaklanan emisyonlar nedeniyle yeşil dönüşüm politikalarının öncelikli alanlarından biri olarak değerlendirilmektedir. Bu çerçevede, sektörün karbon salımını azaltan üretim modellerine, döngüsel ekonomi uygulamalarına ve düşük karbonlu teknolojilere yönelmesi kaçınılmaz hale gelmiştir.

Yeşil dönüşüm literatürü, sürdürülebilir kalkınmanın yalnızca çevresel değil, aynı zamanda ekonomik ve sosyal boyutları da içeren bütüncül bir yaklaşım gerektirdiğini ortaya koymaktadır. Bu kapsamda, karbon vergileri, emisyon ticaret sistemleri, alternatif yakıt kullanımı, yenilenebilir enerji kaynakları, karbon yakalama ve depolama teknolojileri ile atık yönetimi uygulamaları öne çıkan politika araçları arasında yer almaktadır. Özellikle döngüsel ekonomi yaklaşımı; kaynak



verimliliği, geri dönüşüm, yeniden kullanım ve atık azaltımı ekseninde çimento sektöründe yeni üretim paradigmasının temelini oluşturmaktadır.

Literatür aynı zamanda dijital dönüşümün, yeşil dönüşüm hedeflerine ulaşmayı kolaylaştıran tamamlayıcı bir unsur olduğunu vurgulamaktadır. Büyük veri analitiği, yapay zekâ, nesnelerin interneti (IoT), bulut bilişim ve süreç kontrol sistemleri gibi teknolojiler; enerji tüketiminin optimize edilmesi, üretim süreçlerinin gerçek zamanlı izlenmesi, kaynak kullanımının etkinleştirilmesi ve emisyonların azaltılması açısından sektör için stratejik önem taşımaktadır. Dijitalleşme sayesinde üretim süreçlerinde verimlilik artarken sürdürülebilirlik hedeflerinin daha ölçülebilir ve yönetilebilir hale geldiği değerlendirilmektedir.

Araştırma kapsamında incelenen literatür, ikiz dönüşümün yalnızca teknolojik ve çevresel bir dönüşüm olmadığını; bununla birlikte iş gücü piyasalarında yapısal değişimleri beraberinde getirdiğini göstermektedir. Özellikle veri analizi, dijital okuryazarlık, otomasyon sistemleri yönetimi, enerji verimliliği, çevresel sürdürülebilirlik, karbon yönetimi ve döngüsel ekonomi uygulamalarına ilişkin becerilerin önemi giderek artmaktadır. Bununla birlikte eleştirel düşünme, problem çözme, uyarlanabilirlik ve yaşam boyu öğrenme gibi yetkinlikler de dönüşüm sürecinin temel insan kaynağı gereksinimleri arasında öne çıkmaktadır.

Literatür bulguları, çimento sektöründe mevcut mesleklerin dönüşeceğini ve yeni uzmanlık alanlarının ortaya çıkacağını da ortaya koymaktadır. Karbon yakalama uzmanı, sürdürülebilirlik yöneticisi, enerji verimliliği uzmanı, veri analisti, yapay zekâ uzmanı ve dijital dönüşüm danışmanı gibi yeni mesleklerin önümüzdeki dönemde önem kazanacağı öngörülmektedir. Bu durum, sektörün yalnızca teknolojik yatırımlara değil aynı zamanda nitelikli insan kaynağına ve beceri dönüşümüne yönelik stratejik planlamalara da ihtiyaç duyduğunu göstermektedir.

Literatür, çimento sektöründe ikiz dönüşümün çevresel sürdürülebilirlik, dijitalleşme ve rekabet gücü açısından zorunlu bir dönüşüm alanı haline geldiğini ortaya koymaktadır. Bu dönüşümün başarılı olabilmesi için teknoloji yatırımlarının yanı sıra iş gücünün yeni beceri ihtiyaçlarına uyum sağlayacak biçimde yeniden yapılandırılması, eğitim ve beceri geliştirme politikalarının güçlendirilmesi ve dönüşüm sürecinin “adil geçiş” yaklaşımı temelinde yönetilmesi gerektiği değerlendirilmektedir.

## Keşfedici Ön Görüşmelerden Elde Edilen Bulgular

Türkiye çimento sektöründe ikiz dönüşümün işgücü becerileri üzerindeki etkilerini analiz etmek amacıyla yürütülen bu çalışma kapsamında, saha araştırması öncesinde sektör temsilcileriyle keşfedici ön görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Araştırma; sektörün dijital ve yeşil dönüşüm süreçlerine ilişkin mevcut durumunu, dönüşümün iş gücü yapısına etkilerini, yeni beceri gereksinimlerini ve sektörel hazırlık düzeyini ortaya koymayı hedeflemektedir.

Bu kapsamda, 11-26 Haziran 2025 tarihleri arasında çimento sektörünün önde gelen firmalarında görev yapan insan kaynakları, sürdürülebilirlik, dijital dönüşüm, endüstri 4.0 ve teknik



birim uzmanlarıyla toplam 11 görüşme gerçekleştirilmiştir. Görüşmelerin üçü yüz yüze, sekizi çevrim içi yapılmıştır. Araştırmada betimsel analiz ve tematik analiz yaklaşımı benimsenmiş; dijital dönüşüm, yeşil dönüşüm, insan kaynakları yönetimi, yönetsel beceriler, yeni meslekler ve sektörel iş birlikleri olmak üzere altı ana tema üzerinden değerlendirme yapılmıştır.

Söz konusu görüşmelerin temel amacı, sektörde ikiz dönüşümün nasıl algılandığını, dönüşümün hangi alanlarda yoğunlaştığını, hangi becerilerin kritik hale geldiğini, sektörün dönüşüm ilişkisi temel kaygılarını, saha araştırmasında hangi başlıkların derinleştirilmesi gerektiğini ortaya koymaktır. Keşfedici görüşmeler, araştırmanın sonraki aşamalarında kullanılacak odak grup ve anket sorularının geliştirilmesine doğrudan katkı sağlamıştır. Özellikle kuşak farklılıkları, dönüşüm yorgunluğu, nitelikli iş gücünü çekme sorunu, veri okuryazarlığı, otomasyonun işin niteliğine etkisi, adil geçiş yaklaşımı, liderlik ve kurumsal kültür gibi başlıkların saha açısından kritik önemde olduğu bu aşamada belirginleşmiştir. Ön görüşmeler aynı zamanda sektörün dönüşüm sürecindeki temel gerilimin teknoloji eksikliğinden çok insan kaynağı ve kurumsal adaptasyon kapasitesi ile ilişkili olduğunu göstermiştir.

Araştırma bulguları, çimento sektöründe ikiz dönüşümün yalnızca teknolojik bir değişim değil; sektörün üretim kültürünü, insan kaynağı yapısını ve yönetsel anlayışını dönüştüren yapısal bir süreç olarak algılandığını da göstermektedir. Bununla birlikte, sektörün geleneksel üretim yapısı, yüksek yaş ortalaması ve 7/24 üretim modeli dönüşümün hızını belirleyen temel unsurlar arasında öne çıkmaktadır.

Keşfedici ön görüşmelerde öne çıkan bulgular şu şekilde sıralanabilir:

- Katılımcılar, sektörün dönüşüm sürecindeki en belirleyici özelliğini “geleneksel ve muhafazakâr üretim kültürü” olarak tanımlamıştır. “Bizim sektörde işler biraz böyle yürür” anlayışının değişime direnç yaratabildiği; ancak aynı zamanda güçlü bir bilgi paylaşımı kültürü oluşturduğu ifade edilmiştir. Özellikle ÇİTOSAN döneminden gelen kurumsal bilgi aktarımı kültürünün hâlen etkili olduğu vurgulanmıştır.
- Çimento sektörünün “azaltımın zor olduğu bir sektör” olarak algılanması; karbon salımı, atık üretimi ve çevresel etkiler nedeniyle yeşil dönüşüm baskısını artırmaktadır. Bu nedenle alternatif yakıt, alternatif hammadde, atık ısı geri kazanımı ve yenilenebilir enerji uygulamaları sektörün temel dönüşüm alanları olarak öne çıkmaktadır.
- Katılımcılar, dijital dönüşümün sektörde üretim süreçlerinden çok daha derin etkiler yaratacağını düşünmektedir. Özellikle yapay zekâ destekli üretim, otonom sistemler ve veri tabanlı üretim süreçlerinin bazı pozisyonları tamamen ortadan kaldırabilecek ölçüde dönüştürücü etkiler yaratacağı belirtilmiştir.
- Katılımcılara göre, dijital dönüşüm uygulamaları iki temel eksende ilerlemektedir. İlki üretim süreçlerindeki dijitalleşme (yapay zekâ, otomasyon, kestirimci bakım, büyük veri kullanımı, otonom sistemler) ve diğeri ise yönetim süreçlerindeki dijitalleşmedir (insan kaynakları otomasyonu, sosyal güvenlik mevzuatı süreçleri, dijital bordro, yapay zekâ destekli işe alım, veri analitiği).



- İnsan kaynakları yönetiminde dijitalleşmenin özellikle operasyonel iş yükünü azalttığı; insan kaynakları birimlerinin daha stratejik alanlara yönelmesini sağladığı ifade edilmiştir. Özellikle çalışan bağlılığı, performans yönetimi ve iş gücünü elde tutma süreçlerinde veri temelli sistemlerin önem kazandığı görülmektedir.
- Sektörde en büyük sorunlardan biri olarak nitelikli iş gücünü çekme ve elde tutma güçlüğü öne çıkmıştır. Özellikle Y ve Z kuşağının 7/24 üretim modeline uyum sağlamak istememesi nedeniyle genç ve yüksek becerili çalışanların sektörde kalıcılığı düşük görülmektedir. Katılımcılar bu durumu “En iyi çalışan mevcut çalışanımız” ifadesiyle özetlemiştir.

- **Katılımcılar, ikiz dönüşüm sürecinde en önemli becerilerin;**
- **Problem çözme,**
- **Teknoloji kullanımına adaptasyon,**
- **Veri analizi ve raporlama,**
- **Analitik düşünme,**
- **Değişime açıklık,**
- **Hızlı uyum sağlama olacağını vurgulamıştır.**

Özellikle raporlama ve veri temelli düşünme becerilerinin sektör açısından kritik hale geldiği ifade edilmiştir.

- Görüşmelerde sıkça vurgulanan bir diğer unsur, dijital dönüşümün “pozisyonları değil alışkanlıkları risk altına soktuğu” yönündeki değerlendirmedir. Katılımcılar, değişime uyum sağlayamayan çalışanların risk altında olacağını, dönüşümün esas olarak zihniyet değişimi gerektirdiğini belirtmiştir.
- İkiz dönüşümün mesleki etkileri değerlendirildiğinde;
  - **Yeşil dönüşümün meslekleri dönüştürücü,**
  - **Dijital dönüşümün ise bazı meslekleri ortadan kaldırıcı etkiye sahip olduğu görüşü öne çıkmıştır.**

Özellikle vizitörlük, paketlenme, numune toplama, kantar ve bazı optimizasyon görevlerinin otomasyon ve yapay zekâ nedeniyle risk altında olduğu belirtilmiştir. Buna karşılık, çevre ve sürdürülebilirlik odaklı pozisyonların, veri analizi ve dijital üretim uzmanlıklarının, karbon yönetimi ve enerji verimliliği alanlarının önümüzdeki dönemde önem kazanacağı ifade edilmiştir.



- Katılımcılar, yeşil dönüşümün hızını belirleyecek temel unsurların Emisyon Ticaret Sistemi (ETS), Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması (CBAM) ve Türkiye'nin 2053 Net Sıfır Emisyon hedefi olduğunu vurgulamıştır. Özellikle CBAM'ın ihracat odaklı çimento sektörü üzerinde ciddi dönüştürücü baskı yaratacağı belirtilmiştir.
- Çığır açan teknolojiler (karbon yakalama, hidrojen kullanımı, plazma teknolojileri vb.) konusunda sektör temsilcileri, yüksek maliyetler nedeniyle şirketler arası konsorsiyum modellerinin gerekli olabileceğini ifade etmiştir.
- Araştırma bulguları, sektörde dönüşümün başarısının yalnızca teknoloji yatırımlarına değil; çalışanların dönüşüme hazırlanmasına, beceri geliştirme süreçlerine ve zihniyet dönüşümüne bağlı olduğunu göstermektedir. Özellikle cesaret, öğrenmeye açıklık, veri temelli yönetim anlayışı ve stratejik vizyonun dönüşümün temel yönetsel belirleyicileri olduğu ifade edilmiştir.

Ödak grup ve nicel saha araştırması öncesinde gerçekleştirilen keşfedici ön çalışma, Türkiye çimento sektöründe ikiz dönüşümün artık kaçınılmaz bir süreç olarak görüldüğünü; ancak bu dönüşümün başarılı olabilmesi için yalnızca teknik altyapının değil, insan kaynağının da dönüşüme hazırlanması gerektiğini ortaya koymaktadır. Araştırma, özellikle beceri dönüşümü, yeniden eğitim, sektör-üniversite iş birlikleri, çalışanların dönüşüme katılımı ve adil geçiş yaklaşımının güçlendirilmesi gerektiğine işaret etmektedir.

## Nicel Araştırma Bulguları

Nicel araştırma, Türkiye çimento sektöründe ikiz dönüşümün (yeşil ve dijital dönüşüm) iş gücü üzerindeki etkilerini analiz etmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırma, Türkiye genelindeki 53 ÇEİS üyesi işyerinde yürütülmüştür. Araştırmanın hedef kitlesini teknik çalışanlar, insan kaynakları çalışanları, bakım ve üretim çalışanları ile işyeri sendika temsilcileri oluşturmaktadır. Araştırma kapsamında toplam 598 katılımcıya ulaşılmıştır. Nicel araştırma kapsamında özellikle dönüşüm algısı, beceri ihtiyaçları, eğitim süreçleri, dijitalleşmenin etkileri, sürdürülebilirlik farkındalığı, değişime direnç, iş güvencesi algısı, geleceğin meslekleri ve sosyal diyalog mekanizmaları ölçülmüştür. Veriler Google Forms aracılığıyla toplanmış ve istatistiksel analiz yöntemleriyle değerlendirilmiş; demografik farklılıklar, görev bazlı ayrışmalar ve ortak eğilimler analiz edilmiştir.

Araştırma bulguları, çimento sektöründe ikiz dönüşüm sürecinin artık yalnızca teknolojik bir dönüşüm olarak değil; iş yapış biçimlerini, beceri ihtiyaçlarını, çalışma ilişkilerini ve insan kaynağı politikalarını doğrudan etkileyen yapısal bir dönüşüm olarak algılandığını göstermektedir. Bununla birlikte sektör genelinde dönüşüme ilişkin algının "ihtiyatlı kabul" düzeyinde olduğu; çalışanların dönüşümü tamamen reddetmediği ancak sürecin etkilerine ilişkin belirsizliklerin devam ettiği görülmektedir.



Nicel araştırmada öne çıkan bulgular şu şekilde sıralanabilir:

- İşyeri sendika temsilcilerinin yalnızca %15,6'sı dijital ve yeşil dönüşüm konusunda daha önce eğitim aldığını belirtmiştir. Bu durum, dönüşüm sürecine ilişkin farkındalık ve kapasite geliştirme faaliyetlerinin henüz sınırlı düzeyde kaldığını göstermektedir.
- Katılımcıların %57,8'i ikiz dönüşümün en önemli etkisinin "iş tanımlarındaki değişim" olduğunu ifade etmiştir. Bunu %54,1 ile "beceri ve eğitim ihtiyacının artması" izlemiştir. İş kaybı korkusu ve iş güvencesi endişesi ise %49,5 oranında dile getirilmiştir. Bulgular, dönüşümün doğrudan istihdam kaybından çok işin niteliğini değiştireceği yönünde algılandığını göstermektedir.
- İşyeri sendika temsilcilerinin yaklaşık yarısı, çalışanların dönüşüme uyum sağlayabilmesi için sunulan eğitimlerin yeterince planlı, erişilebilir ve iş rutinleriyle uyumlu olmadığını düşünmektedir. Özellikle eğitim içeriklerinin saha ihtiyaçlarıyla örtüşmediği algısı dikkat çekmektedir.
- Çalışanların yeniden eğitim sürecinde karşılaştığı en büyük engel %75,2 ile "zaman kısıtı ve yoğun iş yükü" olarak öne çıkmıştır. Motivasyon eksikliği (%56,9) ve eğitimlerin yeterince uygulamalı olmaması (%38,5) diğer önemli engeller arasında yer almaktadır.
- Dijitalleşmenin iş sağlığı ve güvenliği açısından olumlu etkileri olduğu yönünde güçlü bir algı bulunmaktadır. Sendika temsilcilerinin yaklaşık %67'si otomasyon, sensör sistemleri ve dijital izleme teknolojilerinin iş güvenliği süreçlerini iyileştirdiğini ifade etmiştir.
- Teknik departman çalışanlarının büyük çoğunluğu (%79,3) lisans mezunudur ve çalışanların %59'u 10 yıldan fazla sektör deneyimine sahiptir. Bu durum sektörün deneyimli ancak dönüşüm süreçlerinde yeniden becerilenme ihtiyacı taşıyan bir teknik işgücüne sahip olduğunu göstermektedir.
- Teknik çalışanlar açısından dijital ve yeşil dönüşümün en önemli sonucu; veri analitiği, otomasyon sistemleri, enerji verimliliği, yapay zekâ uygulamaları ve dijital bakım süreçlerine ilişkin teknik beceri ihtiyacındaki artıştır. Özellikle önümüzdeki 12 ay içerisinde çalışanların en fazla geliştirmek istediği beceriler arasında dijital teknolojiler, süreç optimizasyonu ve sürdürülebilirlik odaklı teknik yetkinlikler öne çıkmaktadır.
- İnsan kaynakları çalışanlarının değerlendirmeleri, sektörün önümüzdeki dönemde yeni meslekler ve yeni yetkinlik alanlarıyla karşı karşıya kalacağını ortaya koymaktadır. Veri analisti, sürdürülebilirlik uzmanı, karbon yönetimi uzmanı, enerji verimliliği uzmanı ve dijital dönüşüm uzmanı gibi pozisyonların önem kazanacağı öngörülmektedir. Buna karşılık bazı rutin görevlerin otomasyon nedeniyle dönüşüme uğrayacağı düşünülmektedir.
- İnsan kaynakları profesyonelleri, sektörde en fazla ihtiyaç duyulan ancak eksik görülen alanların dijital okuryazarlık, veri temelli karar alma, çevresel sürdürülebilirlik bilgisi ve analitik düşünme becerileri olduğunu belirtmiştir.



- Araştırma bulguları, genç çalışanların ve daha kısa süreli sendika temsilciliği deneyimine sahip katılımcıların dönüşüme daha olumlu baktığını göstermektedir. Buna karşılık yaş arttıkça ve görev süresi uzadıkça dönüşüme ilişkin kaygı ve direnç düzeyinin arttığı gözlenmiştir. Bu durum, dönüşüm sürecinde özellikle deneyimli çalışanlara yönelik özel uyum ve motivasyon politikalarına ihtiyaç olduğunu ortaya koymaktadır.
- Sosyal diyalog mekanizmalarına ilişkin bulgular, sendika-işveren iş birliğinin tamamen zayıf olmadığını ancak henüz kurumsallaşmış ve sürdürülebilir bir yapıya kavuşmadığını göstermektedir. Üniversite-sektör iş birlikleri ve geçiş destekleri konusunda da önemli gelişim alanları bulunmaktadır.

Nicel araştırma, genel olarak çimento sektöründe ikiz dönüşümün artık kaçınılmaz bir süreç olarak kabul edildiğini; ancak bu dönüşümün başarılı olabilmesi için teknoloji yatırımlarının yanı sıra insan kaynağına yönelik güçlü bir beceri dönüşümü stratejisine ihtiyaç duyulduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle eğitim altyapısının güçlendirilmesi, çalışanların dönüşüme katılımının artırılması, sosyal diyalog mekanizmalarının geliştirilmesi ve adil geçiş yaklaşımının kurumsal politikalara entegre edilmesi sektörün sürdürülebilir dönüşümü açısından kritik önem taşımaktadır.

## Odak Grup Görüşmelerinden Elde Edilen Bulgular

Odak grup görüşmeleri, Türkiye çimento sektöründe ikiz dönüşümün (yeşil ve dijital dönüşüm) iş gücü becerileri üzerindeki etkilerini analiz etmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın üçüncü aşamasında, çimento sektöründe farklı işlevsel alanlarda çalışan katılımcılarla odak grup görüşmeleri gerçekleştirilmiştir. Odak grup yöntemi, katılımcıların yalnızca bireysel deneyimlerini değil; ortak algıları, dönüşüm süreçlerine ilişkin kolektif değerlendirmeleri ve birimler arası farklılaşmaları ortaya koyabilmek amacıyla tercih edilmiştir.

Odak grup görüşmeleri insan kaynakları, makine- bakım, üretim, kalite ve ar-ge, iş sağlığı ve güvenliği, çevre ve sürdürülebilirlik, elektrik-elektronik ve enerji ile satış ve pazarlama birimleri özelinde gerçekleştirilmiştir. Odak grup görüşmelerine sektörün farklı bölgelerinde faaliyet gösteren çimento şirketlerinden uzman, yönetici ve teknik çalışanlar katılmıştır. Bu kapsamda odak grup görüşmelerine toplam 46 katılımcı dahil edilmiştir. Katılımcılar, insan kaynakları yöneticileri, bakım müdürleri, üretim yöneticileri, sürdürülebilirlik uzmanları, enerji yöneticileri, satış ve pazarlama profesyonelleri gibi sektörün farklı uzmanlık alanlarını temsil etmektedir.

Odak grup görüşmeleri yarı yapılandırılmış soru setleriyle yürütülmüş; görüşmeler çevrim içi platformlar aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Görüşmelerde katılımcı onayı alınarak kayıt tutulmuş ve tüm kayıtların yazılı dökümleri hazırlanmıştır. Odak grup görüşmelerinde özellikle dönüşüm algısı, beceri ihtiyaçları, yeni meslekler, dijitalleşmenin iş süreçlerine etkisi, kuşak farklılıkları, işveren markası, liderlik, dönüşüm direnci ve adil geçiş gibi temalar ele alınmıştır. Elde edilen veriler tematik analiz yöntemiyle değerlendirilmiş; tekrar eden örüntüler, ortak anlatılar ve birimler arası farklılıklar sistematik biçimde analiz edilmiştir.



Araştırma bulguları, çimento sektöründe ikiz dönüşümün yalnızca teknolojik veya çevresel bir dönüşüm olarak değil; aynı zamanda insan kaynağını, kurumsal kültürü, liderlik anlayışını ve iş yapış biçimlerini yeniden şekillendiren yapısal bir dönüşüm olarak algılandığını ortaya koymaktadır. Katılımcılar, sektörün önündeki temel sorunun teknolojiye erişimden çok, dönüşümün hızına uyum sağlayabilecek insan kaynağı ve kurumsal çeviklik kapasitesi olduğunu vurgulamıştır.

Odak grup görüşmelerinde öne çıkan bulgular şu şekildedir:

- Katılımcılar, ikiz dönüşümün artık sektör açısından bir tercih değil, zorunluluk haline geldiğini ifade etmiştir. Özellikle Avrupa Birliği'nin Sınırdan Karbon Düzenleme Mekanizması (CBAM), Emisyon Ticaret Sistemi (ETS) ve sürdürülebilirlik yükümlülükleri dönüşümün temel itici gücü olarak görülmektedir.
- Çimento sektörünün yüksek karbon emisyonu ve enerji yoğun üretim yapısı nedeniyle yeşil dönüşümün diğer sektörlerle kıyasla daha zor ve maliyetli olduğu değerlendirilmiştir. Katılımcılar, klinker üretim yapısı değişmeden "tam sıfır karbon" hedefinin oldukça güç olduğunu vurgulamıştır.
- Dijital dönüşüm ise sektörün hemen tüm birimlerinde daha somut ve uygulanabilir bir dönüşüm alanı olarak görülmektedir. Otomasyon sistemleri, kestirimci bakım, veri analitiği, yapay zekâ uygulamaları ve dijital raporlama sistemlerinin yaygınlaştığı ifade edilmiştir.
- Araştırmanın en güçlü bulgularından biri, sektörün temel darboğazının teknoloji değil insan kaynağı olduğudur. Katılımcılar, dönüşüm sürecinde teknik altyapının geliştirilebildiğini ancak bu dönüşümü yönetecek nitelikli iş gücüne erişimin giderek zorlaştığını belirtmiştir.
- Özellikle bakım, üretim ve teknik birimlerde genç iş gücünü sektöre çekme ve elde tutma konusunda ciddi sorunlar yaşandığı ifade edilmiştir. 7/24 (yedi gün yirmi dört saat) üretim modeli, sektörün "azaltımın zor olduğu bir sektör" algısı ve genç kuşakların beklentilerindeki değişim bu sorunun temel nedenleri arasında gösterilmiştir.
- Katılımcılar, dijital dönüşümün meslekleri tamamen ortadan kaldırmaktan çok işin niteliğini değiştirdiğini vurgulamıştır. Rutin ve tekrar eden görevlerde otomasyonun artacağı; buna karşılık veri analizi, sürdürülebilirlik yönetimi, enerji verimliliği, dijital üretim ve süreç optimizasyonu gibi alanlarda yeni uzmanlıkların öne çıkacağı ifade edilmiştir.
- Görüşmelerde sıkça vurgulanan bir diğer unsur, dijital dönüşümün "pozisyonlardan çok alışkanlıkları risk altına soktuğu" yönündeki değerlendirmedir. Katılımcılar, dönüşümün önündeki temel direncin teknoloji eksikliğinden değil; değişime uyum sağlama kapasitesi, kurumsal kültür ve davranış kalıplarından kaynaklandığını belirtmiştir.
- İnsan kaynakları birimlerinin rolünün önemli ölçüde dönüşmekte olduğu görülmektedir. Operasyonel süreçlerde otomasyon artarken; insan kaynaklarının stratejik rolü güçlenmek-



tedir. Beceri yönetimi, yeniden beceri kazandırma, çalışan deneyimi, veri analitiği ve adil dönüşüm yönetimi insan kaynaklarının temel gündemleri arasında yer almaktadır.

- Araştırma bulguları, dönüşüm sürecinde veri okuryazarlığı, problem çözme, analitik düşünme, proje yönetimi, dijital adaptasyon ve çeviklik gibi becerilerin kritik hale geldiğini göstermektedir. Teknik becerilerin yanında değişime uyum ve öğrenme kapasitesi de temel yetkinlik alanları arasında değerlendirilmektedir.
- Kuşak farklılıkları dönüşüm sürecinin önemli belirleyicilerinden biri olarak öne çıkmıştır. Z kuşağının dijital araçlara daha hızlı uyum sağladığı; buna karşılık deneyimli çalışanların dönüşüm süreçlerinde daha fazla destek ihtiyacı duyduğu ifade edilmiştir. Bu nedenle mentorluk ve tersine mentorluk uygulamalarının önem kazandığı belirtilmiştir.
- Katılımcılar, yeşil dönüşüm konusunda farkındalığın arttığını ancak bu farkındalığın davranış değişimine tam olarak yansımadığını vurgulamıştır. Özellikle beyaz yaka ve mavi yaka çalışanların dönüşümü algılama biçimlerinin farklılaştığı; bu nedenle hedef gruba özel eğitim ve iletişim stratejilerine ihtiyaç duyulduğu ifade edilmiştir.
- Dönüşüm sürecinde liderlik ve üst yönetim sahiplenmesinin kritik önemde olduğu değerlendirilmiştir. Katılımcılar, dönüşümün başarısının teknik yatırımlardan çok üst yönetimin yaklaşımına, kurumsal kültüre ve stratejik kararlılığa bağlı olduğunu vurgulamıştır.
- İşveren markası perspektifi açısından bakıldığında, yeşil ve dijital dönüşümün doğru yönetilmesi halinde sektörün genç yetenekler açısından daha cazip hale gelebileceği değerlendirilmiştir. Özellikle sürdürülebilirlik, teknoloji ve inovasyon eksenli yeni sektör anlatısının önem kazandığı ifade edilmiştir.
- Araştırma bulguları, sektörün dönüşüm sürecini yalnızca teknik bir modernizasyon olarak değil; insan odaklı ve adil geçiş yaklaşımıyla yönetilmesi gereken bir süreç olarak gördüğünü ortaya koymaktadır. Mevcut çalışanların sistem dışına itilmemesi, yeniden beceri kazandırma mekanizmalarının güçlendirilmesi ve iç mobilite olanaklarının artırılması önemli öncelikler arasında yer almaktadır.

Odak grup görüşmeleri de Türkiye çimento sektöründe ikiz dönüşümün artık kaçınılmaz bir dönüşüm alanı olarak kabul edildiğini göstermektedir. Ancak araştırma, dönüşümün başarısının yalnızca teknoloji yatırımlarına değil; insan kaynağının dönüşüme hazırlanmasına, kurumsal çevikliğin artırılmasına, sektörün işveren markasının güçlendirilmesine ve liderlik kapasitesinin geliştirilmesine bağlı olduğunu ortaya koymaktadır. Bu kapsamda beceri dönüşümü, sektör-eğitim iş birlikleri, yeniden eğitim mekanizmaları ve adil geçiş politikalarının önümüzdeki dönemde kritik önem taşıyacağı değerlendirilmektedir.





## **Çimento Sektörünün Geleceği:**

İkiz Dönüşüm ve Yeni Nesil Becerilerin İnsan Kaynağına Etkisi



## Çimento Sektörünün Geleceği:

İkiz Dönüşüm ve Yeni Nesil Becerilerin İnsan Kaynağına Etkisi

# İkiz Dönüşüm Çerçevesinde Çimento Sektörünün Mevcut Durumu



*Bu yayın Avrupa Birliği tarafından finanse edilmektedir.  
İçeriği yalnızca ÇEİS sorumluluğundadır ve Avrupa Birliği'nin görüşlerini yansıtmaz.  
Bu yayında yer alan fikir ve görüşler ÇEİS'e ait olup,  
ILO'nun fikir, görüş ve politikalarını yansıtmamaktadır.*





## İÇİNDEKİLER

**TABLO ve GRAFİKLER LİSTESİ/ 22**

**KISALTMALAR/ 23**

**GİRİŞ/ 25**

**1. KAVRAMSAL ÇERÇEVE/ 27**

1.1. İkiz Dönüşüm/ 27

1.2. Yeşil Dönüşüm/ 27

1.3. Dijital Dönüşüm/ 32

**2. ÇİMENTO SEKTÖRÜNÜN MEVCUT DURUMU/ 35**

**3. ÇİMENTO SEKTÖRÜNDE İKİZ DÖNÜŞÜM/ 39**

**4. İKİZ DÖNÜŞÜME UYUMDA İNSAN KAYNAĞI VE BECERİ GEREKSİNİMLERİ/ 43**

**KAYNAKLAR/ 48**



## TABLO ve GRAFİKLER LİSTESİ

**Tablo 1.** Uzun Döneme (10 Yıl) İlişkin Tehditler/ 28

**Tablo 2.** Çimento Sektöründe İstihdamın Bölgesel Dağılımı (2025)/ 39

**Grafik 1.** Dünya Çimento Üretimi (2022)/ 36

**Grafik 2.** Kişi Başına Düşen Çimento Tüketimi (Ton - 2022)/ 36

**Grafik 3.** Karbondioksit Salım Miktarı (Ton - 1960-2023)/ 37

**Grafik 4.** Karbondioksit Salımı Ana Kaynakları (2023)/ 38

**Grafik 5.** Çimento Üretiminde Karbon Salım Kaynakları/ 40



## KISALTMALAR

|                                                          |               |
|----------------------------------------------------------|---------------|
| Avrupa Çimento Birliği                                   | : CEMBUREAU   |
| Avrupa İnşaat ve Ağaç İşçileri Federasyonu               | : EFBWW       |
| Avrupa Mesleki Eğitim Geliştirme Merkezi                 | : CEDEFOP     |
| Birleşmiş Milletler Çevre Programı                       | : UNEP        |
| Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi | : UNFCCC      |
| Çimento Endüstrisi İşverenleri Sendikası                 | : ÇEİS        |
| Dünya Ekonomik Forumu                                    | : WEF         |
| Dünya Kaynakları Enstitüsü                               | : WRI         |
| Dünya Sürdürülebilir Kalkınma İş Konseyi                 | : WBCSD       |
| Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı                 | : OECD        |
| Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli                 | : IPCC        |
| Karbon Yakalama, Kullanma ve Depolama Teknolojileri      | : CCUS        |
| Küresel Çimento ve Beton Birliği                         | : GCCA        |
| Londra Ekonomi ve Siyaset Bilim Okulu                    | : LSE         |
| McKinsey Yönetim Danışmanlığı Şirketi                    | : McKinsey    |
| Nesnelerin İnterneti                                     | : IoT         |
| PricewaterhouseCoopers Yönetim Danışmanlığı Şirketi      | : PwC         |
| Süreç Kontrol Sistemleri                                 | : APC         |
| Türkiye Çimento Sanayicileri Birliği                     | : TÜRKÇİMENTO |
| Ulusal Okyanus ve Atmosfer İdaresi                       | : NOAA        |
| Uluslararası Çalışma Örgütü                              | : ILO         |
| Uluslararası Enerji Ajansı                               | : IEA         |
| Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı                 | : IRENA       |
| Yapay Zeka                                               | : AI          |





## GİRİŞ

Sanayileşme, içinde yaşadığımız toplumsal yapının en temel belirleyicilerinden biri olarak kabul edilmektedir. 18. yüzyılda başlayan ve günümüze dek artarak devam eden sanayileşme süreci, insanlık tarihindeki en büyük dönüştürücü dinamiklerden biri olmuştur. Ekonomik büyümeyi tetikleyen, teknolojik ilerlemeleri hızlandıran ve toplumsal yapıları köklü biçimde etkileyen bu süreç, aynı zamanda fosil yakıtlara dayalı üretim sistemlerinin yaygınlaşmasına neden olarak doğal kaynak tüketimini hızlandırmış ve çevresel sorunları derinleştirmiştir.

Özellikle fosil yakıtların kullanımının artması, kömür ve petrole olan bağımlılık, atmosferdeki sera gazı miktarını artırarak biyosfer üzerinde önemli düzeyde bir baskı yaratmış ve bu durum iklim değişikliği ve küresel ısınma gibi çevresel sorunları da beraberinde getirmiştir. Biyosferin sürdürülebilirliğini tehdit eden ve küresel riskler haline gelen bu sorunlar, birçok uluslararası kuruluşun mücadeleyi küresel bir boyuta taşımasına ve çeşitli düzenlemeler geliştirmesine neden olmuştur.

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi<sup>1</sup> (UNFCCC) ve yine bu çerçevede imzalanan Kyoto Protokolü<sup>2</sup>, Paris İklim Anlaşması<sup>3</sup>, Avrupa Birliği'nin Yeşil Mutabakatı<sup>4</sup> ve Uluslararası Çalışma Örgütü'nün (ILO) Adil Geçiş Yaklaşımı<sup>5</sup> gibi düzenlemeler, küresel risk haline gelen çevresel sorunlarla mücadelede ülkeleri, sera gazı emisyonlarını azaltmaya, kalkınma hedeflerinde sürdürülebilir ve çevreye duyarlı politikalar geliştirmeye ve çevresel hedeflere ulaşırken aynı zamanda toplumsal dönüşümün de adil bir biçimde gerçekleştirilmesine teşvik etmektedir.

Küresel düzeyde başarı sağlanabilmesi, özellikle sera gazı emisyonlarının büyük kısmını oluşturan enerji yoğun sektörlerin dönüşümüne bağlıdır. Bu bağlamda, dünya genelindeki karbon salımının yaklaşık %7'sinden sorumlu olan çimento sektörü (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, PwC; 2024), iklim değişikliğiyle mücadelede kritik öneme sahiptir. Bu durum, sektörde yalnızca çevresel etkilerin azaltılmasını değil, aynı zamanda üretim-tüketim modellerinin ve iş yapış biçimlerinin sürdürülebilirlik temelinde yeniden yapılandırılmasını zorunlu hale getirmektedir.

Sanayi devrimi sonrasında ekonomik büyümenin lokomotifi olarak kabul edilen doğrusal ekonomi anlayışı, başka bir ifadeyle al-kullan-at modeli<sup>6</sup> çimento sektöründe de yaygın biçimde benimsenmiştir. Ancak bu modelin çevreye ve ham madde tüketimi temelinde doğal kaynaklara yönelik baskısı, sektörün mevcut üretim paradigmasını sorgulamasına ve çevresel açıdan uyumlu, ekonomik olarak ise rekabetçi yeni üretim biçimlerine yönelmesine neden olmuştur. Bu bağlamda, kaynak tüketiminin optimize edilmesi, atıkların ye-

<sup>1</sup> Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC): 1992 yılında Rio de Janeiro'da imzalanan sözleşme, küresel sera gazı emisyonlarının sınırlandırılmasını amaçlayan ilk uluslararası çerçeve niteliğindedir. Taraf devletleri emisyonları izleme, raporlama ve azaltma yönünde yükümlülük altına sokar.

<sup>2</sup> Kyoto Protokolü: 1997 yılında kabul edilen ve 2005'te yürürlüğe giren protokol, gelişmiş ülkeler için bağlayıcı sera gazı emisyonu azaltım hedefleri belirleyen ilk uluslararası anlaşmadır. Ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluklar ilkesini esas alır.

<sup>3</sup> Paris İklim Anlaşması: 2015 yılında imzalanan ve 2016'da yürürlüğe giren bu anlaşma, küresel sıcaklık artışını sanayi öncesi döneme göre 2°C'nin oldukça altında tutmayı ve 1,5°C ile sınırlandırmayı hedeflemektedir. Taraf ülkeler ulusal katkı beyanları sunarak iklim eylem planlarını kendileri belirler.

<sup>4</sup> Avrupa Birliği Yeşil Mutabakatı: Avrupa Komisyonu tarafından 2019'da ilan edilen bu politika belgesi, AB'yi 2050 yılına kadar iklim-nötr kıtaya dönüştürmeyi amaçlamaktadır. Enerji, ulaşım, sanayi ve tarım gibi tüm sektörlerde yeşil dönüşümü esas alır.

<sup>5</sup> Uluslararası Çalışma Örgütü'nün (ILO) Adil Geçiş Yaklaşımı: ILO, iklim değişikliğiyle mücadelede ekonomik dönüşümlerin iş gücü üzerindeki etkilerini azaltmak amacıyla adil geçiş (just transition) çerçevesini geliştirmiştir. Bu yaklaşım, çevresel sürdürülebilirlik ile insana yakışır işlerin birlikte ele alınmasını hedefler.

<sup>6</sup> Al-kullan-at modeli (linear economy): Ham maddelerin çıkarılması, işlenmesi, kullanılması ve ardından atık olarak bertaraf edilmesini esas alan geleneksel ekonomik üretim ve tüketim modelidir. Bu modelde kaynakların değeri kısa süreliğine kullanılır, yeniden kullanım ya da geri dönüşüm sınırlıdır.



niden değerlendirilmesi ve çevresel etkilerin azaltılmasını hedefleyen döngüsel ekonomi yaklaşımı, çimento üretiminde giderek daha fazla önem kazanmaktadır.

Sektörde yaşanan bu dönüşüm, çevresel hedeflere ulaşmanın yanı sıra üretim süreçlerinin verimliliğini artırmayı, teknolojik yeniliklere uyumu ve dijital sistemlerin entegrasyonunu da içeren bütüncül bir yapısal değişimi ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, günümüzde birçok sektör açısından önem kazanan ve küresel bir yaklaşım haline gelen ikiz dönüşüm, öncelikli kalkınma stratejilerinden biri haline gelmiştir. İkiz dönüşüm, bir yandan iklim değişikliği ve küresel ısınma ile mücadele kapsamında çevresel etkilerin azaltılmasını, yani yeşil dönüşümü; diğer yandan ise dijital teknolojilerin üretim süreçlerine entegrasyonunu, başka bir ifadeyle dijital dönüşümü birlikte ele alan bütüncül bir bakış açısını ifade etmektedir. Böylelikle çevresel sürdürülebilirlik ile ekonomik büyüme hedeflerinin eş zamanlı olarak gerçekleştirilmesi mümkün hale gelmektedir.

Yeşil dönüşümle çevresel etkilerin azaltılmasının, dijital dönüşümle ise teknolojik kapasitenin artırılmasının hedeflendiği bu bütüncül yaklaşım, üretimden tedarik zincirine, enerji kullanımından insan kaynağına kadar tüm süreçlerde derin bir değişim ihtiyacını gündeme getirmektedir. Çimento sektörü açısından hem karbon salımının azaltılmasına hem de dijital teknolojilerle üretim süreçlerinin iyileştirilmesine imkan sağlama noktasında ikiz dönüşümü merkeze alacak uyumlaştırıcı politikaların bir ihtiyaç olduğu görülmektedir. Bu ihtiyaç döngüsel ekonomi ilkeleriyle birlikte ele alındığında daha kapsamlı bir hale gelmektedir. Özellikle atık yönetimi ve geri kazanımı, kaynak verimliliği, ürün yaşam döngüsünün uzatılması gibi ilkeler temelinde işleyen döngüsel ekonomi yaklaşımli uygulamalar, çimento üretiminin çevreyle uyumlu bir niteliğe kavuşmasında anlamlı sonuçlar doğuracaktır.

Tüm bu dönüşüm süreci, yalnızca teknolojik ya da çevresel boyutlarıyla değil, aynı zamanda insan kaynağı açısından da önemli sonuçlar doğurmaktadır. Doğrusal üretim modellerinden çevresel ve dijital odaklı sistemlere geçiş, iş gücü niteliklerinde yapısal dönüşümleri zorunlu hale getirmektedir. Üretim süreçlerinde otomasyonun artması ve veri temelli karar mekanizmalarının yaygınlaşması, dijital becerilerin organizasyonlarda bilgi teknolojileri alanında olduğu kadar sahadaki teknik personel açısından da temel beceriler haline gelmesine neden olmaktadır.

Diğer taraftan, yeşil dönüşümle birlikte çevreye duyarlı ve uyumlu hareket etme zorunluluğu iş tanımlarını yeniden şekillendirmektedir. Karbon ayak izini azaltmaya yönelik stratejiler, kaynakların etkin kullanımı ve atık yönetimi gibi çevresel hedeflerin üretim ve yönetim süreçleriyle bütüncül hale gelmesi çalışanların hem teknik hem de çevresel bilgi düzeyinin artırılmasını gerektirmektedir. Bu çerçevede, sektörde yeni mesleki gereklilikler ve yeni beceriler ön plana çıkmakta; üretimden yönetime kadar daha çevik, bütüncül düşünebilen ve teknolojik değişimlere hızlı uyum sağlayabilen bir iş gücüne duyulan ihtiyaç giderek artmaktadır.

Bu araştırma, çimento sektöründe yaşanan ikiz dönüşüm sürecinin iş gücü dinamikleri üzerindeki etkilerini kapsamlı biçimde analiz etmeyi amaçlamaktadır. Çalışma kapsamında, üretim ve yönetim süreçlerinde yaşanan yapısal dönüşümün sektörel istihdama nasıl yansıdığı, hangi beceri ve yeterlilik setlerinin öne çıktığı ortaya konacaktır. Bu analizler doğrultusunda, sektörün hem çevresel sürdürülebilirlik hem de dijitalleşme hedeflerine uyum sağlayabilecek nitelikli insan kaynağını nasıl şekillendirmesi gerektiğine dair politika ve strateji önerileri geliştirilecektir. Böylece çalışma, çimento sektörünün ikiz dönüşüm sürecine uyumunu kolaylaştıracak, sürdürülebilir ve rekabetçi bir gelecek inşasına katkı sunmayı amaçlamaktadır.



## 1. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Araştırmanın ilk aşamasında, çimento sektöründe ikiz dönüşümün işgücü üzerindeki etkilerini anlamak amacıyla güncel literatür sistematik biçimde incelenmiştir. Bu kapsamda, özellikle araştırmanın kuramsal ve kavramsal temellerini oluşturmaya yönelik olarak yeşil dönüşüm ve dijital dönüşüm kavramları ayrı ayrı ele alınmış; her iki dönüşümün çimento sektörü bağlamındaki önemi ile iş gücünün beceri ihtiyaçlarına etkileri değerlendirilmiştir.

Kavramsal çerçevenin inşasında ulusal ve uluslararası düzeyde yayımlanmış akademik çalışmalar, politika belgeleri ve sektör raporları dikkate alınmıştır. Bu kaynaklar aracılığıyla dönüşüm süreçlerinin genel görünümü ortaya konulmuş; kavramların yalnızca teorik düzeyde değil, aynı zamanda sektörel bağlamda somut karşılıkları da irdelenmiştir. Çimento sektörü ile doğrudan bağlantı kurmak amacıyla ise sektörün önde gelen ulusal ve uluslararası paydaşları tarafından yayımlanan belgeler ve raporlar temel alınmıştır. Bu doğrultuda, Küresel Çimento ve Beton Birliği (GCCA), Avrupa Çimento Birliği (CEMBUREAU), Uluslararası Enerji Ajansı (IEA), Çimento Endüstrisi İşverenleri Sendikası (ÇEİS), Türkiye Çimento Sanayicileri Birliği (TÜRKÇİMENTO) ve ilgili diğer kurumların yayımladığı belgeler temel kaynak olarak kullanılmıştır.

### 1.1. İkiz Dönüşüm

Günümüz ekonomik ve toplumsal yapısı, çevresel sürdürülebilirlik hedefleri ile dijital teknolojilerin entegrasyonunu eş zamanlı olarak zorunlu kılan kapsamlı bir dönüşüm sürecinden geçmektedir. Öyle ki hem çevreye duyarlı politikaların geliştirilmesi hem de hızla ilerleyen teknolojik değişimlere uyum sağlanması kaçınılmaz bir gereklilik halini almıştır. “İkiz dönüşüm” olarak tanımlanan bu süreç, yeşil dönüşüm ile dijital dönüşümün birbirini karşılıklı olarak beslediği ve özellikle de sürdürülebilir kalkınma bağlamında köklü bir paradigma değişimini beraberinde getiren bütüncül bir yapıyı ifade etmektedir (Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı [OECD], 2022; Avrupa Komisyonu, 2021).

Söz konusu paradigma değişimi toplumsal yaşamın ve ekonomik üretim ilişkilerinin birçok boyutunda etkisini göstermektedir. Başka bir deyişle, çevresel ve teknolojik boyutlarından üretim süreçlerinin yeniden yapılandırılmasına, iş gücünün yeni beceri gereksinimlerine uyumlu hale getirilmesine yönelik eğitim anlayışlarının geliştirilmesinden niteliksel dönüşümüne ve sosyal politika araçlarının yeni toplumsal ihtiyaçlara cevap verecek şekilde yeniden tasarlanmasına kadar geniş bir etki alanı yaratmaktadır (Dünya Ekonomik Forumu [WEF], 2023).

İkiz dönüşümün önemini artıran temel unsur, sürdürülebilir kalkınma hedefleri ile dijital teknolojilerin birbirini tamamlayıcı nitelikte toplumsal ve ekonomik sistemleri dönüştürme kapasitesidir. Bu iki sürecin bir arada ve eş zamanlı yürütülmesi, biyosfer üzerindeki baskının azaltılmasını sağlayacak çözümlerin geliştirilmesine olanak tanırken, aynı zamanda bu çözümlerin uygulanabilmesini mümkün hale getirecek teknolojik altyapının inşasını da desteklemektedir (McKinsey Yönetim Danışmanlığı Şirketi [McKinsey], 2021).

Bu çerçevede, ikiz dönüşümün temel boyutlarını oluşturan yeşil dönüşüm ve dijital dönüşüm kavramları raporun ilerleyen bölümlerinde ayrı başlıklar altında ele alınacaktır. İlk olarak, çevresel sürdürülebilirliği merkeze alan ve iklim krizi, doğal kaynakların tükenmesi gibi acil yanıt gerektiren sorunlara odaklanan yeşil dönüşüm ele alınacaktır. Sonrasında yeşil dönüşümün etkinliğini artıran, uygulama süreçlerini kolaylaştıran ve verimliliğini yükselten bir tamamlayıcı araç konumundaki dijital dönüşüm değerlendirilecektir. Dolayısıyla, ikiz dönüşümün bütüncül olarak anlaşılabilmesi için öncelikle yeşil dönüşümün kavramsal çerçevesinin ortaya konulması gerekmektedir.

### 1.2. Yeşil Dönüşüm

Yeşil dönüşüm kavramı, günümüzün en kritik sürdürülebilirlik gündemlerinden biri olarak küresel boyutta ekonomik, sosyal ve çevresel yapıların yeniden şekillendirilmesi ve bir bütün halinde çevreye verdiğimiz zararı azaltarak yeni bir yaşam döngüsüne



yönelmemizi ifade etmektedir. Bu bağlamda karşı karşıya olduğumuz küresel risklerin ne olduğunu bilmemiz yeşil dönüşümle neyi amaçladığımızı daha iyi anlamamıza yardımcı olacaktır.

Dünya Ekonomik Forumu'nun küresel riskler bağlamında yayımladığı en önemli raporlardan biri olan Küresel Riskler Raporu'na göre, önümüzdeki 10 yıllık döneme ilişkin uzun vadeli risk görünümünde öne çıkan başlıca tehditler aşağıdaki tabloda gösterilmektedir (WEF, 2025).

**Tablo 1.** Uzun Döneme (10 Yıl) İlişkin Tehditler

|     |                                               |
|-----|-----------------------------------------------|
| 1.  | Aşırı hava olayları                           |
| 2.  | Biyoçeşitlilik kaybı ve ekosistem çöküşü      |
| 3.  | Dünya sistemlerinde kritik değişim            |
| 4.  | Doğal kaynak kıtlığı                          |
| 5.  | Yanlış bilgilendirme ve dezenformasyon        |
| 6.  | Yapay zekâ teknolojilerinin olumsuz sonuçları |
| 7.  | Eşitsizlik                                    |
| 8.  | Toplumsal kutuplaşma                          |
| 9.  | Siber casusluk ve savaş                       |
| 10. | Kirlilik                                      |

**Kaynak:** WEF, Global Risk Report 2025.

Tabloda ilk sıralarda yer alan “aşırı hava olayları”, “biyoçeşitlilik kaybı ve ekosistem çöküşü”, “doğal kaynak kıtlığı” ve “kirlilik” gibi çevresel riskler, sürdürülebilirliğin temel bileşenlerini tehdit eden kritik unsurlar olarak öne çıkmaktadır. Bu riskler bir taraftan iklim değişikliği ve küresel ısınmanın etkilerini gözler önüne sererken diğer taraftan mevcut üretim ve tüketim kalıplarının biyosfer üzerindeki etkilerini de dolaylı olarak görünür kılmaktadır.

Tablodan çıkarabileceğimiz en önemli sonuç uzun vadeli küresel risklerin büyük çoğunluğunun doğrudan ya da dolaylı bir biçimde sürdürülebilirlikle ilişkili olduğudur. Bu durum, sürdürülebilirlik kavramının sadece çevresel sorunlarla sınırlı kalmadığını, bunun yanı sıra ekonomik ve sosyal dinamiklerle de yakından bağlantılı olduğunu göstermektedir. Sürdürülebilirlik en temel anlamda ekonomik gelişme hedefinden vazgeçmeden, ekoloji ile ekonomi arasında bağ

kurmayı ve bunu bilimsel ve teknik gelişmelerle destekleyerek yeni ve çevreci bir inşa gerçekleştirmeyi ifade etmektedir. Başka bir deyişle iktisadi açıdan gelişebilmenin yegane koşulunun ekolojik sürdürülebilirlikle sağlanabileceğini vurgulamaktadır (Kılıçoğlu, 2005: 23-24).

Yeşil dönüşüm ise sürdürülebilirliği somutlaştıran ve bu hedeflere ulaşmada ekonomik ve sosyal yapılar ile çevresel süreçler arasında bağ kuran bir yaklaşımdır. Bu kapsamda yeşil dönüşümün temel amacı, doğal kaynakların sürdürülebilir yönetimi, karbon ayak izinin azaltılması, ekosistemlerin korunması ve toplumların iklim değişikliğine dirençli hale getirilmesinin sağlanmasıdır (OECD, 2022). Daha önce de vurgulandığı gibi yeşil dönüşümün amaçlarının gerçekleştirilebilir kılınmasında üretim ve tüketim süreçlerinde ve bir bütün halinde iş yapış biçimlerinde köklü değişikliklere gidilmesi gerekmektedir. Bu



noktada karşımıza yeşil dönüşümle doğrudan ilişkili bir diğer kavram olarak döngüsel ekonomi kavramı çıkmaktadır.

Bu bağlamda döngüsel ekonomi, “uzun ömürlü tasarım, bakım, onarım, yeniden kullanım, yeniden üretim, yenileme ve geri dönüşüm sayesinde malzeme ve enerji döngülerini yavaşlatarak, kapatarak ve daraltarak kaynak girdisi ile atık, emisyon ve enerji sızıntısını en aza indiren yenileyici bir sistem” olarak tanımlanmaktadır (Geissdoerfer vd., 2017). Bu yaklaşım, kaynakların verimli ve sürdürülebilir şekilde kullanılmasını sağlayarak ekonomik faaliyetlerin çevresel etkilerini minimize etmeyi amaçlamaktadır. Aynı zamanda döngüsel ekonomi, malzeme akışlarının yavaşlatılması ve döngülerin kusursuz hale getirilmesiyle, tüketim odaklı “al-kullan-at” modelinden kullanıcı odaklı “paylaşım ve yeniden kullanım” modeline geçişi temel almaktadır. (Lazarevic ve Valve, 2017). “Al-kullan-at” modeli ya da bir diğer deyişle doğrusal ekonomi yaklaşımı, sanayi devrimi ile başlamış ve içinde bulunduğumuz döneme kadar gelişim göstermiş bir üretim anlayışını temsil etmektedir (Yücel, 2002). Literatürde “kullan-at ekonomisi”, “lineer ekonomi”, “çizgisel ekonomi” gibi kavramlarla da ifade edilen bu yaklaşım kaynakların yeniden kullanımına izin vermeyen, onları doğrudan atık haline getiren ve bu şekilde tek yönlü bir akış ve sonunda üretimin nihai olarak tükenmesiyle gerçekleşen çizgisel bir süreci ifade etmektedir (Özkan ve Yücel; 2020).

Bu noktada doğrusal ekonomi, üretimde ve iş yapış süreçlerinde çevresel etkileri dikkate almayan, doğal kaynaklar üzerindeki baskıyı görmezden gelen ve bu anlamda gelecek nesillerin refah düzeylerini önemsemeyen bir ekonomik yaklaşımdır. Bu yaklaşımın çevre üzerindeki yıkıcı etkileri gün geçtikçe daha net bir biçimde gözler önüne serilmektedir. Jeolojik zaman çizelgesine göre dünyanın doğal olarak soğuma evresine doğru ilerlemesi gerekirken, doğrusal ekonomi anlayışı ve buna bağlı olarak gelişim gösteren insan kaynaklı sera gazı salımı bu süreci tersine çevirmiş ve dünyanın ısınmasına yol açmıştır (Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli [IPCC], 2023). Bu durum uzun yıllar içinde ve oldukça yavaş gerçekleşmesi beklenen ısı değişimlerinin çok daha

hızlı yaşanmasına neden olmakta ve canlıların bu değişime uyum sağlamalarını her geçen gün giderek zorlaştırmaktadır.

Sanayi Devrimi’nden bu yana atmosferdeki karbon-dioksit (CO<sub>2</sub>) miktarı %50’den fazla artmış, metan (CH<sub>4</sub>) ve azot oksit (N<sub>2</sub>O) gibi diğer sera gazlarında da benzer yükselişler gözlenmiştir. Bu artışlar sonucunda ortalama sıcaklıklar yaklaşık 1,2 °C yükselmiş ve bu da yukarıda ifade edildiği gibi iklim değişikliğinin küresel bir risk olarak kabul edilmesine yol açmıştır (Ulusal Okyanus ve Atmosfer İdaresi [NOAA], 2024).

IPCC’ye göre günümüzdeki sera gazı emisyonunun yaklaşık olarak %45’i doğrudan üretim ve tüketim süreçlerinden kaynaklanmaktadır. Bu husus hiç kuşku yok ki doğrusal ekonomi yaklaşımının çevreye ilişkin olumsuz etkilerini gözler önüne sermektedir. Yine benzer bir biçimde Uluslararası Enerji Ajansı’nın verilerine göre sera gazı emisyonunun yaklaşık %75’i ise fosil yakıtların kullanımı sonucu ortaya çıkmaktadır (IEA, 2023).

Doğrusal ekonomi yaklaşımının çevreye ilişkin yol açtığı bir diğer olumsuzluk ise atıklar noktasında kendisini göstermektedir. Birleşmiş Milletler Çevre Programı’nın (UNEP) (UNEP, 2022) raporuna göre küresel ölçekte üretilen toplam atığın sadece %33’ü geri dönüştürülürken geri kalan kısmı ise doğrudan yakılmakta ya da depolanmaktadır. Bu durum önemli ölçüde çevresel kirliliğe neden olmaktadır. Bu bağlamda önemli bir diğer etki de su tüketiminde kendisini göstermektedir. Dünya Kaynakları Enstitüsü’nün (WRI) hazırladığı rapora göre mevcut üretim ve tüketim anlayışımızı bu şekilde sürdürmeye devam ettiğimiz takdirde önümüzdeki dönemde su kaynağına olan talebin yaklaşık %40 artış göstereceği hesaplanmaktadır (WRI, 2024).

Tüm bu olumsuz çevresel etkiler doğrusal ekonomi modelinin yapısal olarak sürdürülemezliğini açıkça gözler önüne sermektedir. Yeşil dönüşüm, tam da bu noktada mevcut yaklaşımın ekosistem üzerinde yarattığı baskıyı azaltmaya, çevresel yükleri hafifletmeye dönük yeni bir yaklaşım ortaya koymaktadır. Bu çerçevede sürdürülebilir kalkınmanın desteklenmesi



ve iklim krizinin etkilerinin hafifletilmesi amacıyla uluslararası kurum ve kuruluşlar, yeşil dönüşümün yaygınlaştırılması ve döngüsel ekonomi yaklaşımının benimsenmesi yönünde düzenlemelere gitmektedirler. Söz konusu düzenlemeler ile ekonomik büyüme ile çevresel sürdürülebilirlik arasında bir denge kurulması hedeflenmektedir.

Bu kapsamda gerçekleştirilen önemli uluslararası düzenlemeler arasında, küresel iklim politikalarının ve bu anlamda yeşil dönüşüm yaklaşımının temelini oluşturan “Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi” (UNFCCC) yer almaktadır (UNFCCC, 1992).

1992 yılında kabul edilen ve 1994 yılında yürürlüğe giren bu sözleşme, insan kaynaklı sera gazlarının ekosisteme olan etkisini azaltmaya dönük ilk uluslararası adım olmuştur. Sözleşmenin temel amacı atmosferdeki sera gazı emisyonunun sabit bir düzeyde tutulmasını sağlamaktır (Görmez, 2018). Ancak bunu izleyen dönemde sera gazı emisyonlarının küresel ölçekte sabit kalması noktasında başarılı olunamaması ve dahası emisyonların küresel ölçekte artmaya devam etmesi beraberinde yeni bir düzenlemeye gidilmesine ihtiyaç duyulmuştur.

Bu bağlamda 1997 yılında “Kyoto Protokolü” imzalanmış ve ilgili düzenleme 2005 yılında yürürlüğe girmiştir. Protokol, gelişmiş ülkeler için bağlayıcı sera gazı azaltım hedefleri belirleyerek karbon emisyonlarının kontrol altına alınmasına yönelik ilk hukuki çerçeveyi oluşturmuştur (UNFCCC, 1998). Kyoto protokolünün devreye girmesiyle birlikte sera gazı emisyonu noktasında sınırlamaya tabi tutulan gelişmiş ülkelerin emisyon oranları 1990’daki düzeylerinin altına inmiş ancak buna karşın sınırlamaya tabi olmayan ülkelerin emisyonlarında önemli bir artış gözlenmiştir (Koçum, 2023).

Protokolün 2020 yılında sona erecek olması sebebiyle 2015 yılında “Paris Anlaşması” imzalanmıştır. Bu anlaşma, ülkelerin sera gazı emisyonlarını azaltmalarını ve ekonomik faaliyetlerini iklim dostu hale getirmelerini zorunlu kılarak yeşil dönüşümün uluslararası bir zorunluluk haline gelmesini sağlamıştır. Buna

göre anlaşmaya taraf olan ülkeler kendi ulusal katkı beyanları çerçevesinde belirlemiş oldukları sera gazı azaltım hedeflerine göre yeşil kalkınma hamlesi başlatmaları ifade edilmiştir. Anlaşma ile uzun dönemde küresel sıcaklık artışının sanayileşme öncesi döneme göre 2°C’nin altında tutulmasını hedeflenmiştir.

Paris Anlaşması’nın uluslararası düzeyde oluşturduğu bağlayıcı yükümlülükler beraberinde bölgesel düzeyde politika ve stratejilerin geliştirilmesine de yol açmıştır. Bu kapsamda en önemli düzenleme, Avrupa Birliği tarafından 2019 yılında düzenlenen “Avrupa Yeşil Mutabakatı”dır. Söz konusu mutabakata göre 2050 yılına kadar AB düzeyinde iklim ve karbon nötrlüğünün gerçekleştirilmesi amaçlanmış ve bu kapsamda başta enerji olmak üzere sanayi, ulaşım ve tarım gibi sektörlerde kapsamlı yeşil dönüşümler öngören politika çerçevesi ortaya konmuştur (Avrupa Komisyonu, 2019).

Mutabakatın önemli unsurlardan biri de karbon sızıntısını önlemek ve 2050 hedeflerini gerçekleştirilebilir kılmak adına geliştirilen “Sınırdaki Karbon Düzenlemesi”dir. 2026 yılından itibaren kademeli bir biçimde yürürlüğe girecek olan bu düzenlemeye göre, ithal edilen ürünlere sınırdaki karbon vergisi getirilmesi öngörülmektedir. Düzenleme ile yeşil dönüşümün sadece Avrupa Birliği içerisinde değil aynı zamanda uluslararası ticaret alanında da güçlü bir biçimde desteklenmesi amaçlanmaktadır (Avrupa Komisyonu, 2021).

Yeşil dönüşüm ve sürdürülebilirlik süreçlerinin sadece çevresel ve ekonomik boyutları bulunmamaktadır. Dönüşüm, en az bunlar kadar önemli sosyal boyutları da içerisinde barındırmaktadır. Bu bağlamda Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) tarafından benimsenen “Adil Geçiş İlkeleri”, başta iş gücü piyasaları olmak üzere toplum genelinde dönüşümün sosyal adalet ve kapsayıcılık ilkeleri temelinde gerçekleştirilmesinin gerekli olduğunu ifade etmektedir (ILO, 2015). ILO’nun bu yaklaşımı, yeşil dönüşümün yaratacağı işsizlik, beceri uyumsuzluğu ve toplumsal eşitsizlikler gibi sosyal etkilerin dengelenmesini hedeflemektedir.



Yeşil dönüşümün başarısı büyük ölçüde uygulanan politika araçlarının niteliği ve etkinliği ile doğrudan bağlantılıdır. Günümüzde birçok gelişmiş ya da gelişmekte olan ülke yeşil dönüşüm bağlamında çeşitli stratejiler uygulamaktadır. Bunlar genel olarak, karbon vergileri, emisyon ticareti sistemleri, yenilebilir enerji teşvikleri ve enerji verimliliği standartları, alternatif yakıt sistemleri vb. çeşitli mekanizmaları içermektedir. Uluslararası Enerji Ajansı'nın (IEA, 2022) raporuna göre bu araçların varlığı yeşil dönüşümün sağlanmasında kritik rol oynamaktadır. Özellikle kullanım alanı genişleyen güneş, rüzgar, hidroelektrik ve biyokütle gibi enerji kaynakları, çevreye zararlı etkileri olduğu bilinen fosil yakıtlara bağımlılığı azaltırken aynı zamanda karbon emisyonlarının da düşmesine imkan sağlamaktadır. Buna ek olarak karbon yakalama ve depolama teknolojilerinin gelişimi de emisyonların azaltılmasında etkili sonuçlar doğuracağı ifade edilmektedir (Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı [IRENA], 2021).

Yeşil dönüşüm günümüzde tüm sektörler açısından stratejik önemde bir nitelik arz etmektedir. Çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması ve küresel bir risk haline gelen iklim krizine karşı dayanaklı organizasyonel yapıların oluşturulması noktasında yeşil dönüşüm kıymetli olmakla birlikte her sektörün doğrudan çevreyle kurduğu ilişki, iş yapış biçimleri, üretim süreçleri, doğal kaynaklar üzerinde kurduğu baskı ve karbon salım düzeyleri farklılık gösterdiğinden, yeşil dönüşümün sektörel uygulanabilirliği ve sektörel öncelikleri de çeşitlilik göstermektedir.

Yeşil dönüşümün sektörel bazda taşıdığı bu farklılaşma beraberinde iş gücü üzerinde yaratacağı etkileri de çeşitlendirmektedir. Her sektör kendi üretim süreçleri, teknoloji düzeyi ve istihdam biçimine göre dönüşümden farklı etkilendiğinden sektörde çalışan insan kaynağı da benzer bir süreci deneyimlemektedir. Örneğin, enerji, inşaat ve sanayi gibi yüksek emisyonlu sektörlerde yeşil dönüşüm, mevcut süreçlerin iyileştirilmesinin yanı sıra yapısal değişiklikleri de beraberinde getirmektedir. Bu sektörlerde çalışan mühendisler, teknisyenler ve bakım personeli gibi meslek gruplarının yenilenebilir enerji sistemleri, enerji verimliliği teknolojileri ve karbon yakalama teknikleri

konusunda ileri teknik bilgi ve becerilere sahip olmaları beklenmektedir (ILO, 2019). Buna karşın, hizmet sektörü gibi düşük karbon yoğunluklu alanlarda dönüşüm, daha çok dijitalleşme ve sürdürülebilir iş modellerinin benimsenmesiyle sınırlı kalmakta; burada ise yenilikçilik, çevresel farkındalık, müşteri ilişkileri yönetimi ve sürdürülebilir tedarik zinciri becerileri ön plana çıkmaktadır (ILO, 2019; OECD, 2021).

Her ne kadar sektörel farklılaşma, yeşil dönüşüm sürecinde farklı beceri setlerinin ön plana çıkmasına neden olsa da, tüm sektörleri kesen ve dönüşümün başarıyla yürütülmesi için ortaklaşa geliştirilmesi gereken bazı temel yetkinlik alanları da bulunmaktadır. Bu ortak becerilerin başında çevresel farkındalık ve sürdürülebilirliğe ilişkin yüksek düzeyde bir bilinç gelmektedir (Wessels vd., 2021). Bununla birlikte, yenilikçi ve eleştirel düşünme, analitik problem çözme becerisi ve dönüşüm sürecinin toplumsal etkilerini yönetebilme yeteneği gibi beceriler de sektör fark etmeksizin öne çıkan temel nitelikler arasında yer almaktadır. Özellikle çok paydaşlı yapılarla etkili iletişim kurma ve bu aktörlerle iş birliği içinde süreci yönetebilme becerisi, dönüşümün sürdürülebilir kılınmasında kritik önem taşımaktadır (WEF, 2025). Bu bağlamda farklı sektörlerin kendine özgü gereksinimleri bulunsun da yeşil dönüşümün iş gücü açısından ortaya koyduğu beceri beklentilerinde belirgin bir ortaklaşma söz konusudur. Bu da sürdürülebilir bir insan kaynağının oluşturulmasında temel bir çerçeve sunmaktadır.

Yeşil dönüşüm sadece mevcut mesleklerle ve bu mesleklerdeki beceri yenilemelerini gerektirmekle kalmamakta bunun yanı sıra yeni mesleklerin de ortaya çıkmasına zemin hazırlamaktadır. Döngüsel ekonomi yaklaşımı ve düşük karbon tüketimini temel alan politikaların yaygınlaşması ile iş gücü piyasasında çevresel sürdürülebilirliği odağına alan teknik ve yönetsel kapasitesi yüksek yeni mesleklerin de gelişim göstermesi beklenmektedir. Bu bağlamda öne çıkan meslekler arasında enerji sistemleri tasarımcısı, karbon yakalama uzmanı, karbon ayak izi uzmanı, yeşil finans uzmanı, iklim politikası analisti, atık yöneticisi, enerji denetçisi ve çevresel uyum yöneticisi yer almaktadır. Bu meslekler bir yandan teknik uzmanlık



gerektirirken aynı zamanda çevresel düzenlemelerin takibi, sürdürülebilirlik raporlaması, yeşil tedarik zinciri yönetimi ve karbon piyasalarına ilişkin finansal bilgi gibi farklı yetkinlikleri de içermektedir (UNEP, 2021; Avrupa Mesleki Eğitimi Geliştirme Merkezi [CEDEFOP], 2022). Öyle ki ILO'ya göre yeşil dönüşüm 2030 yılına kadar dünya genelinde 24 milyon yeni istihdam yaratma potansiyeline sahiptir ve bu ise yeşil dönüşümü tek başına çevresel bir zorunluluk olmaktan çıkarmakta aynı zamanda insan kaynağı açısından da son derece önemli bir strateji haline getirmektedir (ILO, 2023).

Son olarak, yeşil dönüşüm, ekonomik, çevresel ve toplumsal alanlarda köklü değişimlere yol açma potansiyeline sahip olsa da hali hazırda uygulanmasında çeşitli yapısal kısıtlarla karşı karşıya kaldığını söylemek mümkündür. Bu kapsamda, teknolojik altyapı eksiklikleri, finansman kaynaklarına erişimde yaşanan güçlükler ve kurumsal kapasite yetersizlikleri, özellikle gelişmekte olan ülkelerde dönüşüm sürecinin yavaş ve sınırlı bir şekilde ilerlemesine neden olduğunu dile getirmek mümkündür (Dünya Bankası, 2021). Yine benzer bir biçimde ihtiyaç duyulan altyapı yatırımlarının yüksek maliyetli oluşu, kamu-özel sektör iş birliklerini ve özel sektörün dönüşüme aktif bir biçimde katılımını zorlaştırdığı bilinmektedir. Bununla birlikte yeşil dönüşümün istihdam kaybı, beceri uyumsuzlukları ve eşitsizlikler gibi önemli toplumsal sonuçlar ortaya çıkarabileceği düşünülmektedir. Bu durum, dönüşüme yönelik politikaların uygulanabilirliğini sınırlandırabileceği gibi toplumsal desteği olumsuz etkileyebilir (ILO, 2018).

### 1.3. Dijital Dönüşüm

İkiz dönüşümün bir diğer boyutunu da dijital dönüşüm oluşturmaktadır. Yeşil dönüşüm, çevresel sürdürülebilirliği merkeze alan köklü bir yapısal değişimi ifade ederken dijital dönüşüm ise dijital teknolojilerin iş yapış süreçlerine entegrasyonu yoluyla ekonomik ve sosyal alanlarda dönüşüme ortaya koymaktadır. Bu iki dönüşüm temel anlamda birbirinden bağımsız ilerleyen süreçler değildir. Aksine dijital dönüşüm, yeşil dönüşümün amaçlarına ulaşabilmesi için gerek-

li teknolojik altyapıyı ve takip mekanizmalarını sağlayarak tamamlayıcı bir rol üstlenmektedir.

Dijital dönüşüm kavramı ilk olarak 90'lı yıllarda bilgi ve iletişim teknolojilerinin çalışma hayatına entegrasyonu bağlamında ortaya çıkmıştır. Başlangıçta dijitalleşme ile ifade edilmek istenen, mevcut analog süreçlerin dijital ortama aktarılması iken zamanla daha derin ve yapısal bir değişimi vurgulamak için kullanılmaya başlanmıştır. İnternetin yaygınlaşması, mobil teknolojilerin gelişmesi ve bu bağlamda dijital veri üretimine zemin hazırlayacak unsurların giderek gelişim göstermesi beraberinde birçok alanda köklü değişimlere zemin oluşturmuştur (Vial, 2019).

Bu anlamda dijital dönüşüm, dijital teknolojilerin bütüncül bir şekilde uygulanmasıyla kullanıcı memnuniyetinin artırılması, iş operasyonlarının sadeleştirilmesi, yenilikçi ürün ve yeni iş modeli tasarımlarının hayata geçirilmesini mümkün kılan bir değişimdir (Hrustek vd., 2019).

Dijitalleşme olgusu özellikle de sanayi sektöründe meydana gelen evrimleşme temelinde neredeyse aynı zaman diliminde farklı ülkelerde farklı kavramlarla isimlendirilmiştir. Almanya'da, özellikle sanayi devrimi ve sonrasındaki süreçte sanayinin geçirdiği dönüşümü temel alarak Endüstri 4.0 ya da Dördüncü Sanayi Devrimi (Schwab, 2018) kavramını kullanılırken ABD'de bu dönüşüm Akıllı Üretim (Smart Manufacturing) olarak adlandırılmıştır. Japonya ise Toplum 5.0 kavramını kullanarak vurguyu Endüstri 4.0 ve Akıllı Üretim yaklaşımlarında olduğu gibi dijital teknolojiler, sanayi ve ekonomi ilişkisinden toplumsalın tüm alanlarına insanı merkeze alarak refah yaratıcı bir yaklaşım bütünlüğü içerisinde değerlendirmeye çalışmıştır (Duman, 2022). Başka bir deyişle bağlam; verimlilik, üretkenlik ve rekabetten, kapsayıcılık ve insan merkezli kalkınmaya evrilmiştir.

Dijital dönüşümün etkinliği, teknolojik yeniliklerin mevcut iş yapış biçimleriyle uyumlu ve işlevsel bir şekilde bütünleştirilmesine doğrudan bağlıdır. Bu durum, dijital dönüşümün bileşenlerini ve bu süreci mümkün kılan unsurları daha ayrıntılı olarak ele almayı zorunlu kılmaktadır. Dijital dönüşümün temel



bileşenleri büyük veri analitiği, bulut bilişim, yapay zeka ve nesnelerin internetinden oluşmaktadır.

En basit ifadesiyle analog yöntemlerle işlenmesi mümkün olmayacak düzeyde büyük miktarda veriyi ifade eden büyük veri (Big Data), dijital dönüşümün en önemli yapı taşlarından birini oluşturmaktadır (Koçan, 2024). Büyük veri kavramı beş bileşeni kapsamaktadır. Bu bileşenler; hacim (volume), hız (velocity), çeşitlilik (variety), doğruluk (veracity) ve değerdir (value). Bu anlamda içinde tek tip veri bulunmamakta olup çok sayıda farklı formattaki verileri içermektedir (Ercan, 2021).

Bilindiği üzere günümüz bilgi toplumunda verinin hem stratejik hem de hacimsel anlamda önemi her geçen gün artmaktadır. Örgütlerin karar alma süreçlerini daha öngörülebilir, şeffaf ve hızlı hale getiren büyük veri bu anlamda yalnızca büyük hacimli veri kümelerini ifade etmekle kalmamakta aynı zamanda bu veri kümelerinden öngörüler üretebilme yeteneğini de içermektedir (Gandomi ve Haider, 2015). Büyük veri sayesinde organizasyonlar, üretim süreçlerinden operasyonel risklere, tüketici davranışlarından tedarik zincirlerine kadar birçok alanda etkili stratejiler geliştirebilme imkanına kavuşabilmektedir.

Büyük veri analitiğinin dijital dönüşümle ilişkisi çift yönlüdür. Bir yandan sistemlerin dijitalleşmesi daha fazla verinin üretilmesine imkan sağlarken diğer yandan da bu verilerin analiz edilmesiyle sistemlerin daha akıllı hale gelmesi sağlanmaktadır.

Dijital dönüşüm bağlamında dile getirmemiz gereken bir diğer bileşen ise bulut bilişimdir. Çark'a göre (Çark, 2019) bulut bilişim, sahip olunan verilerin, belgelerin, kullanılan uygulamaların, yazılımların sanal bir depo niteliği gören internet bulutu üzerinde depolanması ve arzu edildiğinde internet üzerinden bunlara ulaşılmasını sağlayan bir teknolojidir. Organizasyonların iş yapış süreçlerinde ihtiyaç duyduğu veya yararlandıkları uygulamaları, verileri depolama, yedekleme ve bilgileri işleme gibi bilişim sistemlerine ait hizmetlerin internet üzerinden alınması şeklinde bir çalışma prensibi bulunmaktadır (Kayışkan, 2019).

Dijital dönüşüm sürecinde bulut bilişim, organizasyonlara çeviklik, ölçeklenebilirlik ve maliyet etkinliği sağlamaktadır. Bu anlamda giderek artan veri yükünü yönetebilmek ve yeni dijital teknolojileri hızlı bir biçimde uygulamaya koyabilmek adına bulut altyapıları önemli bir işlevi yerine getirmektedir (Venters ve Whitley; 2012). Bunların yanı sıra bulut bilişim uzaktan erişim imkanı ve veri güvenliği sağlama noktasında organizasyonlara yönetsel anlamda önemli katkılar sunmaktadır.

Dijital dönüşüm sürecinin bir diğer kritik bileşeni ise veri odaklı karar alma süreçlerinin otomasyonu ve bilişsel işlevlerin makinelerle aktarılmasıyla ön plana çıkan yapay zeka teknolojileridir. Yapay zeka (AI) en basit ifadesiyle, makinelerin insan benzeri birtakım bilişsel işlevleri yerine getirmesine imkan tanıyan algoritmalar bütünüdür. Öğrenme, muhakeme etme, problem çözme ve dil işleme gibi yetenekleri simüle edebilen sistemleri kapsayan yapay zeka teknolojileri (Russell ve Norvig; 2021) özellikle makine öğrenme ve derin öğrenme gibi yöntemler aracılığıyla büyük veriden örüntüler çıkarabilmekte ve bu örüntülerden hareketle de öngörülerde bulunabilmektedir. Bu açıdan bakıldığında yapay zeka önceden programlanmış komutları takip edebildiği gibi deneyimlerden öğrenebilen ve farklılaşan koşullara göre kendini yeniden uyumlaştıran dinamik bir nitelik taşımaktadır (Şeker vd., 2017).

Bu kapsamda değerlendirmemiz gereken dördüncü ve son bileşen ise nesnelerin internetidir. Nesnelerin İnterneti (IoT), günlük yaşantımızda yer alan fiziksel nesnelerin internet tabanlı bir ortamda birbirlerine bağlanması ve veri alışverişinde bulunması sürecidir. Bu sayede fiziki nesneler birbiriyle iletişime geçerek otomatik bir biçimde işlevsellik kazanmaktadırlar. Günlük yaşamımızda kullandığımız televizyon, bilgisayar, cep telefonu ve buzdolabından araçlara ve üretim ekipmanlarına kadar pek çok nesnenin birbiriyle bağlantıya geçerek akıllı hale gelmesi ve kurdukları iletişim üzerinden gerçek zamanlı veri toplama ve analizine imkan tanınmasıyla nesnelerin interneti önemli bir dönüşümü içerisinde barındırmaktadır. Organizasyonlar açısından baktığımızda ise nesnelerin interneti, iş yapış süreçlerinin izlenmesi ve opti-



mize edilmesi, kaynak kullanımının etkinleştirilmesi ve bakım-onarım süreçlerinin önceden planlanması gibi alanlarda katkılar sunmaktadır (Porter ve Heppelmann, 2014).

Daha önce de ifade edildiği gibi dijital dönüşümün organizasyonlar açısından sunduğu olumlu katkıların yanı sıra yeşil dönüşümle olan kesişim noktaları ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmada tamamlayıcı bir nitelik sunma kapasitesi dijital dönüşümü her geçen gün giderek önemli hale gelmektedir.

Rosario ve Dias'a göre dijital teknolojiler, çevresel sürdürülebilirliği desteklemeye dönük olarak enerji verimliliği, kaynak kullanımında etkinlik, kirlilik azaltımı ve karbon ayak izinin minimize edilmesi gibi alanlarda, geleneksel uygulamalara karşın çok daha etkili çözümler sunabilmektedir. Başta büyük veri, nesnelerin interneti ve yapay zeka gibi gelişmiş dijital teknolojiler aracılığıyla üretim süreçlerinde gerçek zamanlı izleme ve kontrol imkanı sağlayarak çevresel etkilerin azaltılmasına olanak tanımakta ve yine benzer bir biçimde enerji yönetiminde akıllı sistemlerle enerji tüketimini talebe göre biçimlendir bir hale dönüştürerek karbon salımının düşürülmesine imkan sağlayabilmektedir (Rosaio ve Dias, 2025).

Dijital dönüşümün sürdürülebilirlik alanındaki diğer bir katkısı ise iş yapış süreçlerinde ve üretim paradigmasında yarattığı köklü değişimde kendisini göstermektedir. Bulut bilişim ve büyük veri sayesinde organizasyonlar, üretim ve dağıtım süreçlerinde döngüsel ekonomi ilkelerini daha etkin bir şekilde uygulayabilmekte ve bu noktada atık yönetimi ve geri dönüşüm gibi alanlarda daha şeffaf ve izlenebilir sistemler geliştirebilmektedir.

Dijital dönüşümün önemli bir diğer etkisi de insan kaynağı üzerinde olmaktadır. Yeşil dönüşüme benzer bir biçimde dijital dönüşüm de yalnızca organizasyonel süreçlerde değil aynı zamanda işgücünün niteliği, rolleri ve beceri setleri bağlamında bir değişimi beraberinde getirmektedir. Bu dönüşüm, yalnızca belirli meslek grupları ya da sektörleri etkilemekle kalmayarak çalışma yaşamının tüm bileşenlerini yeniden biçimlendiren yaygın ve bütüncül bir nitelik

taşımaktadır. Bu çerçevede, dijital dönüşümün dört temel bileşeninin iş yapış süreçlerine giderek daha fazla entegre olmasıyla birlikte, iş gücünden beklenen yetkinlik profili de dönüşmektedir. Teknik bilgiye dayalı dijital okuryazarlık, analitik düşünme, veri yorumlama, problem çözme ve teknolojiyle uyumlu karar alma gibi beceriler, günümüz iş gücü piyasasında daha fazla önem kazanmaktadır (WEF, 2023; ILO, 2021).

Bununla birlikte dijital dönüşümün getirdiği bu yapısal değişim, iş gücü açısından sadece teknik becerilerin artırılmasıyla sınırlı kalmamakta, aynı zamanda uyarlanabilirlik, esneklik, yaşam boyu öğrenme gibi zihinsel ve davranışsal yeterlilikleri de gerekli kılmaktadır. İş yapış biçimlerinin hızla değiştiği bilgi toplumunda, çalışanlardan sürekli değişime açık olmaları, yeni teknolojilere hızla adapte olmaları ve dijital ortamlarda etkili iletişim kurabilmeleri beklenmektedir. Bu bağlamda dijital dönüşüm, iş gücünü hem bilişsel hem de sosyal-duygusal yönden donanımlı hale getirmeyi amaçlayan bir yeniden yapılanma süreci olarak değerlendirilmektedir (OECD, 2022; McKinsey, 2020).

Dijital dönüşümün iş gücü piyasası üzerindeki etkilerinden bir diğeri de teknolojik işsizlik doğurmasıdır. Üretim ve hizmetlerde her geçen gün otomasyon, yapay zekâ ve robotik araçların kullanımının artması özellikle rutin işler dediğimiz tekrara dayalı ve makine tarafından öğrenilmesi kolay işleri içeren mesleklerde insan emeğine olan ihtiyacı zayıflatmaktadır. Acemoğlu ve Restrepo'ya göre bu durum önümüzdeki süreçte bazı sektörlerde istihdam kayıplarına neden olacak ve kaçınılmaz bir biçimde iş gücü piyasasında yapısal dönüşümlere yol açacaktır. Ancak bu sürecin yalnızca iş kaybıyla sınırlı kalmadığı Schumpeterci yaratıcı yıkım anlayışı temelinde aynı zamanda yeni istihdam alanları ve mesleklerin ortaya çıkmasına da zemin hazırlayacağı düşünülmektedir (Acemoğlu ve Restrepo, 2018). Özellikle veri analisti, yapay zekâ uzmanı, siber güvenlik uzmanı, bulut bilişim mühendisi ve dijital dönüşüm danışmanı gibi mesleklerin önümüzdeki süreçte iş gücü piyasasında daha fazla talep edileceği öngörülmektedir (WEF, 2025; McKinsey, 2021). Bu bağlamda dijital dönüşümün bir yan-



dan bazı meslekleri dönüştürerek veya ortadan kaldırarak işsizlik riskini artırdığını öte yandan ise yeni beceri ve uzmanlık gerektiren mesleklerin doğuşuna neden olarak iş gücü piyasalarını yeniden biçimlendirdiğini söylemek mümkündür.

## 2. ÇİMENTO SEKTÖRÜNÜN MEVCUT DURUMU

Çimento'nun etimolojik kökenine bakıldığında Latince "yontulmuş taş kırıntısı" anlamına gelen "caementum" sözcüğünden türediği bilinmektedir. Sonrasında ise günümüzde de içerdiği biçimi ile "bağlayıcı" anlamında kullanılmaya başlanmıştır (PricewaterhouseCoopers Yönetim Danışmanlığı [PwC], 2024).

Yapılarda bağlayıcı nitelik taşıyan ürünlerin kullanımına çok eski dönemlerden beri rastlanmaktadır. Bu anlamda M.Ö. 2000'li yıllarda ilk defa kirecin bağlayıcı özelliğinden yararlanılarak yapılar oluşturulduğu bilinmektedir. Her ne kadar ilk betonarme yapı 1852'de inşa edilse de bağlayıcılığı olan maddelerin kullanımına dayalı yapıların inşası uzun bir tarihsel sürece yayılmıştır (TÜRKÇİMENTO, 2025).

Çimento, yapı malzemeleri içerisinde hidrolik bağlayıcı özelliğe sahip, metalik olmayan inorganik bir maddedir. Üretiminde genel anlamda kalker ve kil ham madde olarak kullanılmaktadır. Bu ham maddelerin yüksek sıcaklık altında ısıtılması, öğütülmesi ve ardından kalsiyum sülfat formunun eklenmesi ile üretilen gri renkte ince bir toz niteliği taşımakta ve su ile karışınca sertleşen bir macun kıvamına gelmektedir (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2020).

Çimento üretimi kireçtaşının işlenmesi ile başlanmaktadır. Bu taş ilk olarak çok yüksek sıcaklıklara kadar ısıtılmakta ve bu ısıtma işlemi sırasında kireçtaşı, kimyasal olarak parçalanmaktadır. Bu aşamada karbondioksit (CO<sub>2</sub>) açığa çıkmakta ve geriye kireç dediğimiz bir madde kalmaktadır. Kireç daha sonra yine yüksek sıcaklıklarda başka doğal maddelerle karıştırılmaktadır. Karışım sonucunda "klinker" adı verilen sert ve küçük taş parçacıklarına dönüştürülmekte, bu ise çimentonun ham maddesini oluştur-

maktadır. Son aşamada ise klinker, alçı taşı ve bazı katkı maddeleri ile ince bir toz haline gelene kadar öğütülmektedir. Ortaya çıkan bu ince toz çimentoyu oluşturmaktadır (TÜRKÇİMENTO, 2025).

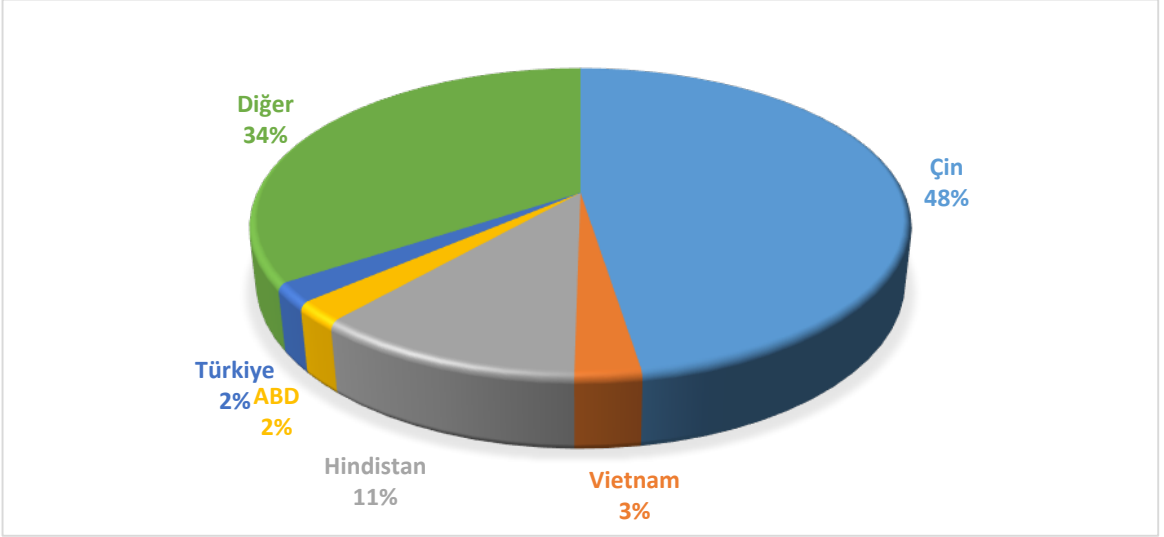
Bu bağlamda çimento üretiminin aşamaları şu şekilde sınıflandırmak mümkündür (PwC, 2024);

- **Ham madde hazırlama,**
- **Öğütme ve pişirme,**
- **Çimento üretimi,**
- **Paketleme ve sevkiyat,**

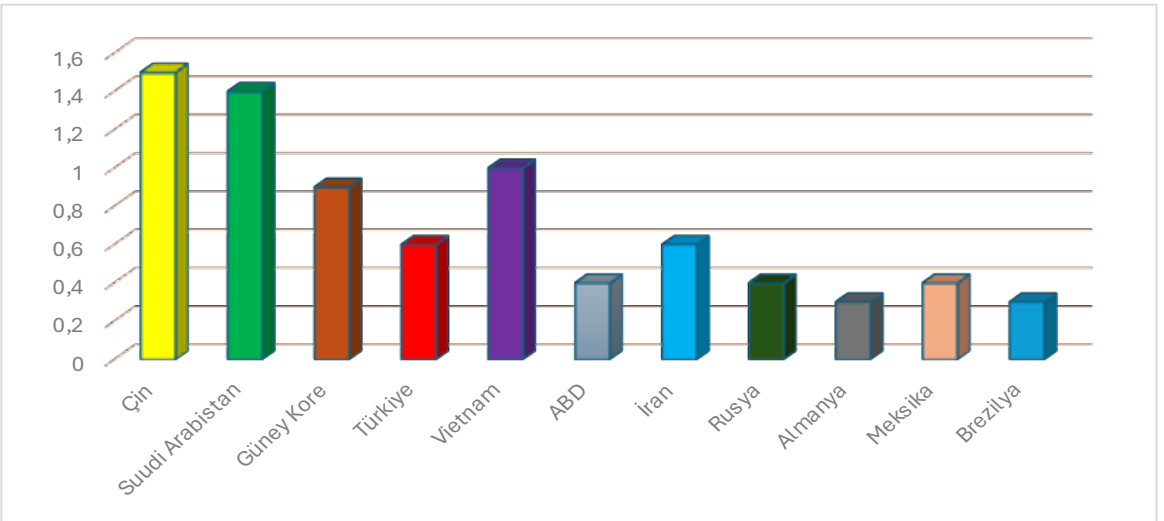
Çimento, dünyada sudan sonra en çok tüketilen yapı malzemesi olan betonun en temel bağlayıcılarından birisini oluşturmaktadır. Sahip olduğu bu nitelik dolayısıyla yollardan betonarme yapılara, barajlardan tünellere, yapı kimyasallarından hanelere birçok alanda kullanılmaktadır.

2024 yılında dünya ölçeğinde çimento üretimi 4,2 milyar metrik ton (Bt) olarak gerçekleşmiştir. Aşağıdaki şekilde de görüldüğü üzere küresel anlamda çimento üretiminde başat ülke konumunda Çin yer almakta olup Türkiye ise en çok üretim yapan beşinci ülke konumundadır (Global Cement 2026).



**Grafik 1.** Dünya Çimento Üretimi (2022)**Kaynak:** Global Cement, 2026.

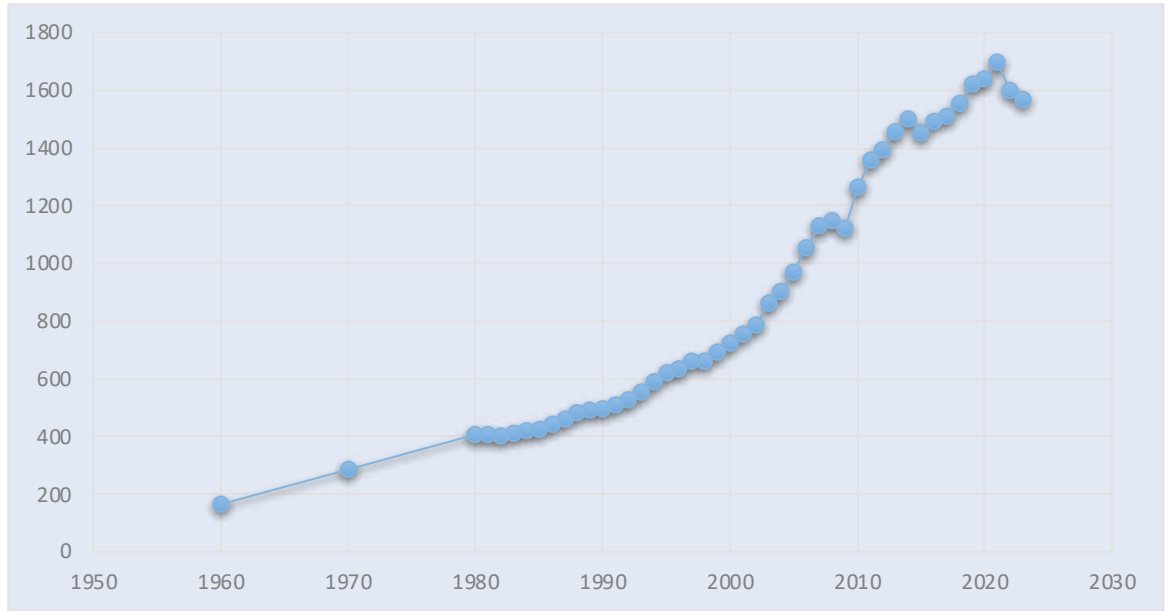
Kişi başına düşen çimento tüketimine baktığımızda ise bu oranın beklendiği üzere nüfusla da doğru orantılı olması sebebiyle en çok Çin'de gerçekleştiği görülmektedir. Küresel ölçekte Çin'i, Suudi Arabistan takip etmekte olup Türkiye'de ise kişi başına düşen çimento tüketimi 2022 yılında 0,4 ton düzeyinde gerçekleşmiştir. Bu anlamda Türkiye önemli bir üretici olmakla birlikte ürettiği çimentonun büyük bir kısmını ihraç etmektedir.

**Grafik 2.** Kişi Başına Düşen Çimento Tüketimi (Ton - 2022)**Kaynak:** PwC, 2024.

Araştırmanın temel sorun alanlarından biri olan çevresel sürdürülebilirlik bağlamında sektörün karbon salım miktarı da önemli bir gösterge niteliği taşımaktadır. Yıllar itibariyle çimento üretimi kaynaklı karbondioksit salımına baktığımızda çarpıcı bir biçimde artışın varlığından söz etmek mümkündür. 60'lı yıllarda yıllık bazda yaklaşık olarak 200 ton karbondioksit salımı söz konusu iken bu oran 2023 yılında yaklaşık 1570 ton olarak gerçekleşmiştir. 2021 yılında sonra meydana gelen azalmanın ana kaynağı olarak COVID-19 salgınının etkisi olduğu düşünülmektedir.

Küresel karbondioksit salımının yaklaşık olarak %65'i dört ülke ve Avrupa Birliği üyesi ülkeler tarafından gerçekleştirilmektedir. Çin dünya ölçeğinde gerçekleşen tüm emisyonların %31'ini neden olurken onu %13 ile ABD takip etmektedir. Avrupa Birliği ülkeleri ise toplamda %8,5'luk bir karbon salım gerçekleştirmektedir (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı; PwC, 2024).

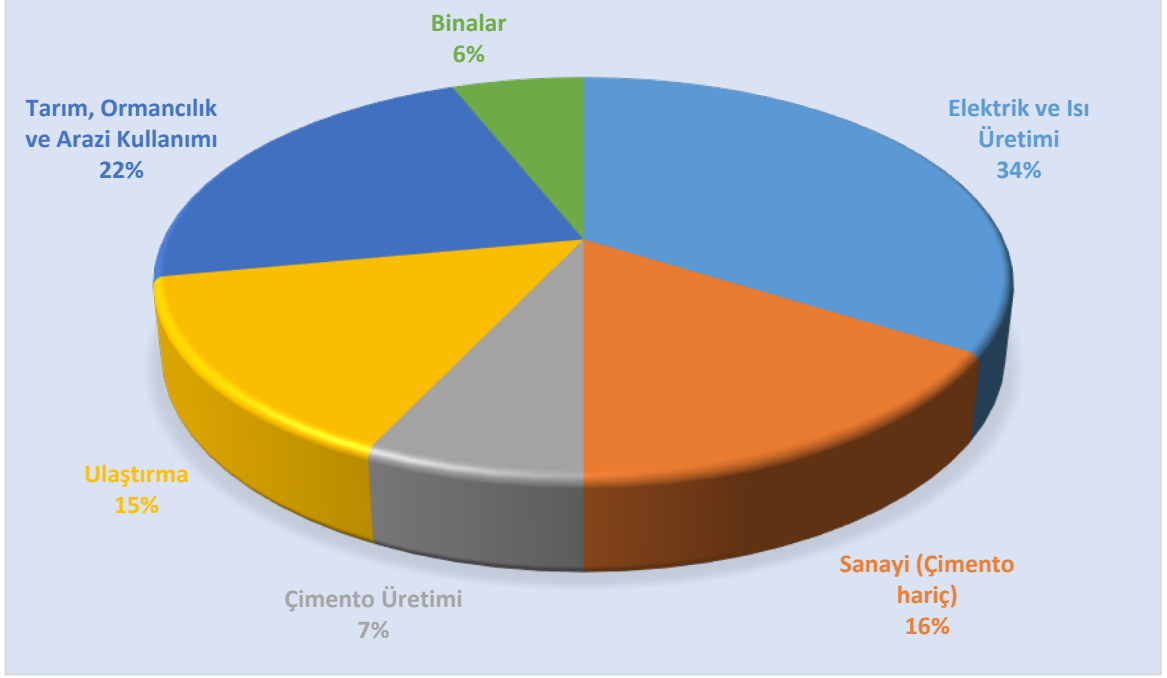
**Grafik 3.** Karbondioksit Salım Miktarı (Ton - 1960 - 2023)



**Kaynak:** Statistica, 2025.

Küresel ölçekte karbon salımının başlıca kaynaklarına bakıldığında, 2023 yılı itibarıyla en büyük payın %34 ile elektrik ve ısı üretimine ait olduğu görülmektedir. Çimento üretimi ise aynı yıl gerçekleşen toplam karbon emisyonlarının yaklaşık %7'sini oluşturmaktadır.



**Grafik 4.** Karbondioksit Salımının Ana Kaynakları (2023)

**Kaynak:** Nature Scientific Data, 2024.

Küresel ölçekte çimento sektörüne dair üretim hacmi, tüketim düzeyi ve karbon salımı gibi temel göstergeler, sektörün sürdürülebilirlik açısından ne denli kritik bir konumda olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bağlamda benzer dinamikleri ülkemiz özelinde de değerlendirmek mevcut durumu daha bütüncül bir biçimde kavrama noktasında anlamlı olacaktır.

Türkiye’de çimento sektörü, 2024 yılı itibarıyla 56 entegre fabrika ve 21 öğütme tesisiyle üretim faaliyetlerini sürdürmektedir. Aynı yıl içinde yaklaşık 85 milyon ton çimento, 77,5 milyon ton ise klinker üretilmiştir. İhracat tarafına baktığımızda ise, 2024 yılında toplam 13 milyon ton çimento ihraç edilmiş ve bu miktarın yaklaşık %52’si ABD’ye gönderilmiştir (TÜRKÇİMENTO, 2025). Üretim hacminin yüksekliği sektör kaynaklı karbon salımını da önemli bir seviyeye ulaştırmıştır. Son veriler ışığında yaklaşık 32,7

milyon ton karbon salınımı gerçekleşirken bu miktar toplam emisyon içerisinde çimento sektörünün payını %8,2 düzeyinde oluşmasına yol açmıştır (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı & PwC., 2024).

Sektörde istihdamın mevcut durumuna bakıldığında 2024 yılı itibarıyla çimento sektöründe toplam 12.466 kişinin istihdam edildiği görülmektedir. Bu çalışanların yaklaşık %5’i kadın, %95’i ise erkeklerden oluşmakta olup sektörde erkek egemen istihdam yapısı gözlenmektedir. Bölgesel dağılıma bakıldığında ise en yüksek istihdam oranı %23 ile Akdeniz Bölgesi’ne aittir. Buna karşılık, Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri yaklaşık %9’luk oranla sektör istihdamının en düşük olduğu bölgeler arasında yer almaktadır.



**Tablo 2.** Çimento Sektöründe İstihdamın Bölgesel Dağılımı (2025)

| Bölgeler        | Yönetici   |            | Mühendis   | Teknisyen  | Tekniker  | Memur        | İşçi         |              | Toplam        |
|-----------------|------------|------------|------------|------------|-----------|--------------|--------------|--------------|---------------|
|                 | Teknik     | İdari      |            |            |           |              | Düz          | Nitelikli    |               |
| Marmara         | 146        | 118        | 107        | 181        | 15        | 329          | 637          | 1.311        | 2.844         |
| Ege             | 55         | 71         | 84         | 23         | 0         | 140          | 275          | 729          | 1.377         |
| Akdeniz         | 104        | 77         | 211        | 154        | 23        | 349          | 809          | 1.202        | 2.929         |
| Karadeniz       | 58         | 43         | 73         | 58         | 11        | 166          | 436          | 483          | 1.328         |
| İç Anadolu      | 116        | 97         | 104        | 124        | 18        | 136          | 666          | 470          | 1.731         |
| Doğu Anadolu    | 48         | 48         | 62         | 44         | 7         | 81           | 284          | 556          | 1.130         |
| G. Doğu Anadolu | 52         | 30         | 58         | 75         | 11        | 158          | 167          | 576          | 1.127         |
| <b>Toplam</b>   | <b>579</b> | <b>484</b> | <b>699</b> | <b>659</b> | <b>85</b> | <b>1.359</b> | <b>3.274</b> | <b>5.327</b> | <b>12.466</b> |

**Kaynak:** TÜRKÇİMENTO, 2025.

Meslek grupları itibarıyla dağılımlarına bakıldığında ise çalışanların yaklaşık %42,7'si nitelikli işçilerden oluşmakta iken bunu %26,3 ile düz işçiler takip etmektedir. Ofis ve idari kadrolarda görev yapan memurlar ise sektördeki toplam istihdamın %10,9'unu oluşturmaktadır. Bu dağılım sektörün saha temelli bir istihdam yapısına sahip olduğunu gözler önüne sermektedir.

### 3. ÇİMENTO SEKTÖRÜNDE İKİZ DÖNÜŞÜM

Sudan sonra en çok kullanılan ve bu anlamda insan yapımı malzemeler içinde ilk sırada yer alan betonun temel bileşenini oluşturan çimento, sahip olduğu bu nitelik dolayısıyla sektörün kritik bir önem kazanmasına yol açmıştır. Aynı zamanda çevreyle kurduğu ilişkiyi de dikkate aldığımızda, küresel boyutta sera gazı emisyonunun yaklaşık %7'sinden sorumlu olması (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı & PwC., 2024) sebebiyle sektör, ikiz dönüşüm bağlamında önemli bir noktada konumlanmaktadır. Sektörün bu açıdan alacağı aksiyon iklim değişikliği ile mücadele ve arzu edilen hedeflere ulaşma çerçevesinde son derece önemlidir.

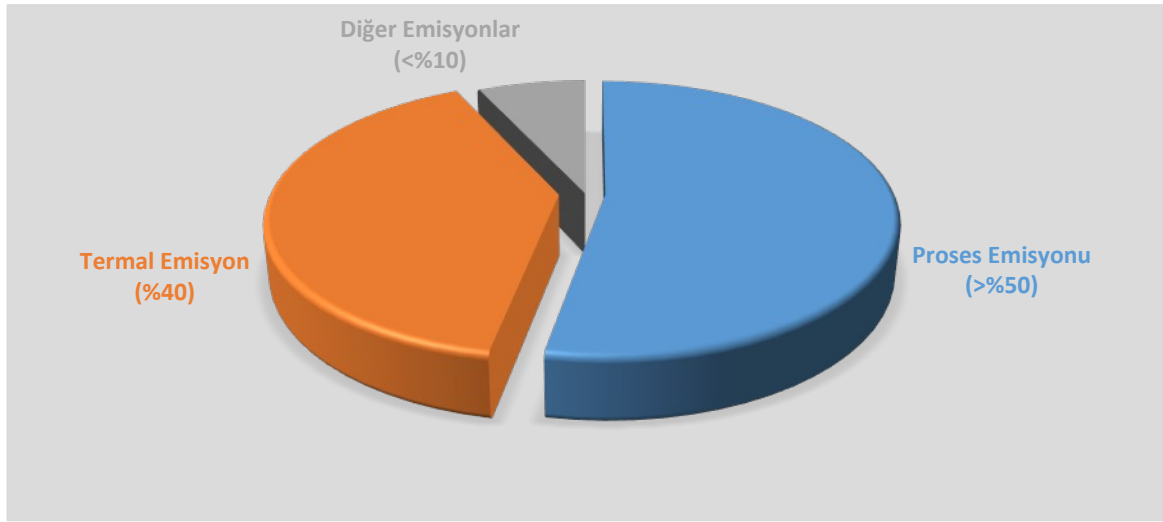
Çimento sektöründe karbon salımını minimize etmeye dönük çaba birbiriyle doğrudan ilintili pek çok politika alanında bütüncül ve eş zamanlı bir çalışma yapmayı gerektirmektedir. Bu çalışmaları şu şeklide sınıflandırmak mümkündür (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, PwC; 2024);

- Çimento üretiminde klinker kullanımının azaltılması,
- Karbon yakalama, kullanma ve depolama teknolojileri (CCUS),
- Atık yönetimi ve geri dönüşümü,
- Alternatif yakıt kullanımı,
- Yeşil enerji,



Bilindiği üzere çimento üretimi kapsamında karbon salımının iki temel kaynağı bulunmaktadır. Bunlardan birincisi kireç taşının yüksek sıcaklığa maruz kalması sonucu gerçekleşen ve proses kaynaklı emisyon olarak ifade edilen salım, ikincisi ise fırın reaksiyonları için gerekli sıcaklığa ulaşabilme adına yakılan yakıtlardan kaynaklanan ve bu doğrultuda gerçekleşen termal emisyon olarak isimlendirilen salımdır. Büyük oranda klinker üretimine ait olan bu emisyonlar, çimento üretimi bağlamında ortaya çıkan karbon salımının ana kaynaklarını oluşturmaktadır (TÜRKÇİMENTO, 2023).

**Grafik 5.** Çimento Üretiminde Karbon Salım Kaynakları



**Kaynak:** TÜRKÇİMENTO, 2023.

Bu doğrultuda çimento üretiminden kaynaklı karbon salımının azaltılmasına yönelik ilk ve en kritik adım, klinker/çimento oranını düşürmeye imkan tanıyan alternatif mineral katkılarının kullanımında kendisini göstermektedir. Bunlar; uçucu kül, kalker, yüksek fırın cürufu, silis dumanı, puzolon, pişmiş sist vb. katkılardır. Mineral katkılı çimentolar daha düşük karbon ayak izine sahip olmaları sebebiyle daha çevreci bir nitelik taşımaktadır (TÜRKÇİMENTO, 2023).

Bu kapsamda atılması gereken bir diğer adım ise karbon yakalama, kullanma ve depolama (CCUS) teknolojilerinin kullanımıdır. CCUS, enerji santralleri, rafineriler ve diğer endüstriyel tesisler gibi büyük noktasal alanlardan kaynaklanan karbon emisyonlarının azaltılması veya atmosferdeki karbondioksitin uzaklaştırılması sağlayan bir dizi teknolojiyi ifade etmektedir (Londra Ekonomi ve Siyaset Bilimi Okulu [LSE], 2025). CEMBUREAU'ya göre CCUS, karbon salımının azaltılması noktasında çimento üretiminde uygulanabilecek en önemli teknolojilerin başında gelmektedir (CEMBUREAU, 2025). Özellikle sektördeki emisyonların ana kaynaklarından biri ve en yüksek salıma yol açan proses emisyonları üzerinde minimize edici bir etkisi olacağı düşünülmektedir (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, PwC; 2024). LSE'ye göre ise CCUS teknolojileri, çimento üretiminde keskin emisyon azaltımı elde etme noktasında bilinen ve uygulanabilecek tek teknolojik seçenektir (LSE, 2025).



Sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için karbon salımının azaltılması noktasında üçüncü ve atılması gereken bir diğer adım ise atık yönetimi ve dönüşümüdür. Atık, en genel anlamda üretim ya da tüketim sonucunda ortaya çıkan, sahip olduğu nitelik dolayısıyla insan ve çevre sağlığı üzerinde olumsuz etkiler doğuran ve bu anlamda gerek doğrudan gerek dolaylı biçimde ortama aktarılması sakıncalı olan her türlü maddeyi içermektedir. Atık yönetimi ise adından anlaşılacağı üzere atığın minimize edilmesine dönük her türlü çabayı ifade etmektedir. Kaynağında azaltma, özelliklerine göre ayrıştırma, bulunduğu yerden toplama, depolama, geri dönüştürme ve bertaraf etme şeklinde bir yönetim biçimidir.

Çimento sektörü açısından atık yönetimi ve geri dönüşümüne yönelik her türlü çaba karbon ayak izlerinin azaltılması ve sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşılması noktasında önem arz etmektedir. Bu kapsamda, sektörün uyguladığı atık yönetimi stratejileri şunlardır (TÜRKÇİMENTO, 2024);

- **Üretim atıklarının geri dönüşümü,**
- **Alternatif yakıt tüketimi,**
- **Fırınlarda atık ısı geri kazanımı,**
- **İnşaat ve yıkım atıklarının geri dönüşümü,**
- **Su geri dönüşüm sistemleri,**
- **Karbon yakalama ve depolama,**

Çimento sektörü bağlamında karbon salımına neden olan bir diğer önemli ve mücadele edilmesi gereken unsur ise yakıtlardır. Bilindiği üzere çimento sektöründe üretim kömür, petrokok gibi fosil yakıtlara dayalı bir biçimde gerçekleşmektedir. Bu durum da yakıt kaynaklı karbon salımının toplam karbon salımını içerisinde yüksek bir yer tutmasına neden olmaktadır. Dolayısıyla sektördeki karbon salımının azaltılmasına yönelik olarak alternatif yakıtlara yönelme ve bu yakıtların çimento üretiminde kullanılması sürdürülebilirlik hedeflerinin gerçekleşmesi açısından önem

arz etmektedir. Bu kapsamda kullanılan alternatif yakıtlar şunlardır (PwC, 2024);

- **Ömrünü tamamlamış lastikler,**
- **Kontamine atıklar,**
- **Tekstil atıkları,**
- **Kentsel atık su kaynaklı arıtma çamuru,**
- **Tarım kaynaklı atıklardır.**

Sürdürülebilirlik bağlamında çimento sektöründe karbon salımını minimize etmeye dönük gerçekleştirilen bir diğer strateji ise yeşil enerji uygulamalarıdır. Yeşil enerji, güneş ışığı, rüzgar, yağmur, gelgitler, bitkiler, algler ve jeotermal ısı gibi doğal kaynaklardan elde edilen yenilenebilir bir enerji türüdür. Fosil yakıtlar gibi geleneksel enerji kaynaklarımız küresel ısınma ve iklim değişikliği üzerinde önemli etkiler doğurmaktadır. Yeşil enerji bu olumsuzlukların üstesinden gelmeye dönük bir nitelik taşımaktadır. Yeşil enerji ile temelde amaçlanan enerji üretirken atık ve kirliliği en aza indirerek enerji üretiminin çevre üzerindeki etkisini sınırlandırmaktır (Kalyani vd., 2015).

Çimento sektörü açısından yeşil enerji uygulamaları değerlendirildiğinde özellikle fırınların ısıtılması için ihtiyaç duyulan termal enerjinin karşılanması noktasında yeşil enerji kaynaklarının kullanılmasının yanmadan kaynaklanan emisyonları büyük ölçüde azaltacağı öngörülmektedir. Gelecekte sektör için öne çıkacak yeşil enerji kaynağı olarak ise hidrojen görülmektedir. Bunu plazma ve mikrodalga teknolojilerinin takip edeceği düşünülmektedir (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, PwC; 2024).

Yeşil dönüşümün gerekliliklerini yerine getirmek ve bu yöndeki çabaların etkinliğini artırmak yalnızca yukarıda ifade ettiğimiz yeniliklerle değil bunun yanı sıra üretim süreçlerinin dijital araçlarla desteklenmesiyle anlamlı olacaktır. Bu bağlamda dijitalleşme ve dijital dönüşüm de sektörün sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmasında kritik önem taşımaktadır. Dijital



dönüşümün temelini oluşturan büyük veri, yapay zeka, nesnelerin interneti ve bulut bilişim gibi teknolojiler, çimento sektöründe üretimsel süreçlerin daha verimli hale getirilmesini, enerji tüketiminin azaltılmasını ve kaynakların daha etkin kullanılmasını mümkün kılmaktadır (Dünya Sürdürülebilir Kalkınma İş Konseyi [WBCSD]; Küresel Çimento ve Beton Birliği [GCCA], 2023).

Sektörde kullanılan teknolojik araçları ve bunların kullanım alanlarını şu şekilde sınıflandırmak mümkündür;

- **Süreç Kontrol Sistemleri (APC);** Yüksek sıcaklık ve enerji yoğunluğu gerektiren döner fırınlar ve değirmenleri optimize etmek suretiyle etkin bir yakıt yönetimi ve enerji tüketimi sağlayarak emisyonların azaltılmasına yardımcı olmaktadır (ABB, 2025).
- **Makine Öğrenimi ve Yapay Zeka;** Üretim sürecinde veri analizi yapmak suretiyle bakım ihtiyaçlarını önceden tahmin etmek ve gelecekte ortaya çıkması muhtemel değişimleri anlama noktasında katkı sağlamaktadır (Ateş, 2022).
- **Karbon Emisyonu İzleme ve Raporlama Sistemleri;** IoT sensörleri aracılığıyla sıcaklık, basınç, gaz yoğunluğu ve karbon salımı gibi veriler anlık olarak ölçülmekte ve sensörlerin topladığı bu veriler bulut tabanlı platformlara aktarılarak analiz edilmekte ve raporlanmaktadır (Kızıltan ve Doğan, 2021).
- **Dijital İkiz ve Simülasyon Teknolojileri;** Üretim tesislerinin dijital modelleri oluşturulmak suretiyle enerji tüketimi ve emisyonların optimize edilmesi ve bakım süreçlerinin iyileştirilmesi sağlanmaktadır. Bu kapsamda büyük veri, nesnelerin interneti, bulut bilişim ve makine öğrenmesi gibi tüm teknolojiler aktif bir biçimde kullanılmaktadır (Bal vd., 2022).
- **Gerçek Zamanlı Envanter ve Stok Takibi;** Çimento üretiminde ham madde ve kaynak yönetimini optimize etme ve kaynak israfını minimize

etme amacıyla kullanılmaktadır. Gelişmiş sensör teknolojileri aracılığıyla stok sahalarından anlık hacimsel ölçümler yapılabilmektedir.

İkiz dönüşüm daha önce de vurgulandığı üzere çevresel etkilerin azaltılmasının yanı sıra üretim ve tüketim biçimlerinin dijital teknolojiler aracılığıyla daha etkin ve gözlenebilir hale getirilmesi amaçlamaktadır. Bu açıdan bakıldığında döngüsel ekonomi yaklaşımı ile ikiz dönüşüm arasında güçlü bir bağ bulunmaktadır. Başka bir deyişle ikiz dönüşüm aynı zamanda döngüsel ekonomi yaklaşımının hayata geçirilmesini de mümkün kılmaktadır. Atıkların minimize edildiği, geri dönüştürüldüğü ve yeniden üretim sürecine dahil edildiği en önemlisi de değerin mümkün olduğunca uzun süre sistem içerisinde tutulduğu bir yapı olan döngüsel ekonomi, yoğun kaynak kullanımına dayalı ve çevresel etkileri yüksek olan çimento sektörü açısından önem arz etmektedir.

Küresel Çimento ve Beton Birliği (GCCA), bu kapsamda UNEP'in döngüsel ekonomiye ilişki oluşturduğu dokuz eylemi çimento sektöründe uyarlamış ve bu altı kategoride toplamıştır. Bunlar (GCCA, 2024);

- **Tasarımla azaltma;** beton ya da çimentonun üretiminde kullanılan bileşenlerinin oranının optimize edilmesi ve betonun çok yönlü yapısı sayesinde proje tasarımlarında malzeme kullanımı ve çevresel etkileri minimize edecek çözümlerin geliştirilmesini içermektedir.
- **Geri dönüştürme;** çimento ve beton üretiminde ortaya çıkan atıkların ve endüstriyel yan ürünlerin alternatif yakıt ve ham madde olarak kullanılması, üretim sürecindeki atık malzemelerin yeniden değerlendirilmesi ve ömrünü tamamlamış beton ve benzeri ürünlerin geri dönüştürülmesi suretiyle yeniden sistem içerisine kazandırılmasını kapsamaktadır.
- **Yeniden amaca göre tasarlama;** betonun uzun ömürlü ve dayanıklı yapısından yararlanmak suretiyle yapı elemanlarının ve bu bağlamda bileşenlerinin başka projelerde yeniden kullanılabilecek şekilde tasarlamasını ifade etmektedir.



- **Yeniden kullanma;** beton yapıların ömürleri dolduğunda onların tamamen yıkılması yerine yeniden kullanıma uygun hale getirilmesi ve bu bağlamda yapının tüm çerçevesinin korunması suretiyle başka bir işlev için uyarlanması anlamına gelmektedir.
- **Reddetme;** sürdürülebilirlik doğrultusunda yeni projeler inşa etmek yerine mevcut yapıları daha uzun süre kullanma veya bazı projelerden tamamen vazgeçme yönünde kara almayı içermektedir.
- **Yeniden imal etme;** yapıların kullanım ömrünün uzaması ve yeni malzeme ihtiyacına olan talebin azaltılması için mevcut beton yapıların yerinde yenilenmesi ve onarılmasını ifade etmektedir.

#### 4. İKİZ DÖNÜŞÜME UYUMDA İNSAN KAYNAĞI VE BECERİ GEREKSİNİMLERİ

İkiz dönüşümün etkileri yalnızca üretim süreçleriyle sınırlı değildir; yeşil ve dijital teknolojilere dayalı yeniden yapılanma aynı zamanda iş gücünü doğrudan etkileyen niteliksel bir dönüşümü de beraberinde getirmektedir. Bu süreç, bazı geleneksel mesleklerin önemini giderek yitirmesine yol açarken, aynı zamanda yeni istihdam alanlarının ortaya çıkmasına ve farklı beceri setlerinin talep görmesine zemin hazırlamaktadır.

Dünya Ekonomik Forumu tarafından 2025 yılında yayımlanan İşlerin Geleceği Raporu, ikiz dönüşümün küresel iş gücü üzerinde çarpıcı sonuçlar doğuracağını öngörmektedir. Rapora göre 2030 yılına kadar mevcut işlerin yaklaşık %22'si dönüşüme uğrayacaktır. Bu süreçte 170 milyon yeni iş yaratılırken, 92 milyon işin ortadan kalkacağı tahmin edilmektedir (WEF, 2025). Raporda ayrıca, yaratılacak yeni istihdam alanlarının büyük ölçüde yeşil ve dijital beceriler temelinde şekilleneceği de ifade edilmiştir.

Yeşil dönüşüm bağlamında öne çıkan meslekler arasında yenilenebilir enerji mühendisliği, çevre mühendisliği ve sürdürülebilirlik uzmanlığı yer almaktadır. Bu alanlara eşlik eden temel beceriler ise çevresel sorumluluk bilinci, sürdürülebilirlik odaklı problem çözme ve çevresel farkındalık olarak öne çıkmaktadır. Dijital dönüşüm açısından bakıldığında ise veri analistliği, siber güvenlik uzmanlığı ve otomasyon mühendisliği gibi meslekler ön plana çıkmaktadır. Bu çerçevede, teknolojik okuryazarlık, analitik düşünme, eleştirel problem çözme ve dijital adaptasyon gibi becerilere olan talebin hızla artacağı vurgulanmaktadır (Türkiye İş Kurumu [İŞKUR], 2024; WEF, 2025).

ILO tarafından 2024'te yayımlanan Geleceğe Yön Vermek: Yeşil ve Dijital Dönüşümlerde Beceriler ve Meslekler başlıklı raporda da Dünya Ekonomik Forumu'nun öngörülerine paralel bulgulara yer verilmiştir. Rapora göre, önümüzdeki dönemde dijital dönüşüm kapsamında yaklaşık 23,5 milyon, yeşil dönüşüm kapsamında ise 37,2 milyon yeni istihdam yaratılması beklenmektedir. Ayrıca iki dönüşümün entegre edilmesiyle ek 57,6 milyon istihdamın ortaya çıkacağı tahmin edilmektedir. ILO'ya göre söz konusu istihdam artışının yaklaşık yarısı, orta düzey beceri gerektiren mesleklerde gerçekleşecektir (ILO, 2024).

Raporda, organizasyonların ikiz dönüşüme uyum sağlayabildiği ölçüde yeşil ve dijital meslekler ile becerilere yönelik talebin artacağı vurgulanmaktadır. Bu çerçevede; güneş ve rüzgar enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesi ve yönetimi, atık yönetimi ve çevresel etki değerlendirmesi gibi alanlarda çalışan profesyonellere, sürdürülebilirlik uzmanlarına olan talebin önümüzdeki dönemde artacağı öngörülmektedir. Aynı zamanda çevre bilinci, sürdürülebilir kalkınma odaklı düşünme ve uyarlanabilirlik gibi becerilerin de önem kazanması beklenmektedir.

Dijital dönüşüm bağlamında ise büyük veri analizi, veri altyapısı geliştirme, makine öğrenimi ve yapay zekâ algoritmalarının tasarımı ve uygulanması alanlarında uzmanlaşmış profesyonellere duyulan ihtiyacın hızla artacağı belirtilmektedir. Buna paralel olarak, siber güvenlik profesyonellerine olan talebin de güçle-



neceği öngörülmektedir. WEF raporunda olduğu gibi, dijital okuryazarlık, analitik düşünme, problem çözme ve eleştirel düşünme becerilerinin önemi yeniden vurgulanmaktadır (ILO, 2024).

Bu kapsamda değerlendirilebilecek bir diğer önemli çalışma ise McKinsey & Company tarafından hazırlanan Geleceğin İş Dünyasında Bireylerin İhtiyaç Duyacağı Becerilerin Tanımlanması araştırmasıdır. Çalışmada, bireylerin geleceğin iş dünyasında başarılı olabilmeleri için gerekli 56 temel beceri belirlenmiş ve bu beceriler bilişsel, dijital, kişilerarası ve öz liderlik olmak üzere dört ana kategoride sınıflandırılmıştır: Rapor, doğrudan yeşil dönüşümden ziyade dijitalleşmeye vurgu yapmakla birlikte, istihdam edilebilirlik açısından öne çıkan becerilerin çerçevesini çizmiştir (McKinsey, 2021):

- **Bilişsel Beceriler:** Bireylerin bilgiyi işleme, öğrenme, muhakeme kapasitesi (Problem çözme, eleştirel düşünme, sayısal okur yazarlık, planlama, istatistiksel akıl yürütme vb.).
- **Dijital Beceriler:** Dijital dönüşüm sürecinde gerekli olan yetkinlikleri içermektedir (dijital okuryazarlık, yazılım kullanımı, veri okuryazarlığı, siber güvenlik vb.).
- **Kişilerarası Beceriler:** İnsan ilişkilerinde etkin iletişim, iş birliği ve liderlik becerileri (dönüşümü yönetme, empati, ikna, takım çalışması, uyuşmazlık çözümü vb.).
- **Öz Liderlik Becerileri:** Bireyin kişisel gelişimine odaklanan beceriler (girişimcilik, uyum sağlama, stresle başa çıkma, sürekli öğrenme odaklılık vb.).

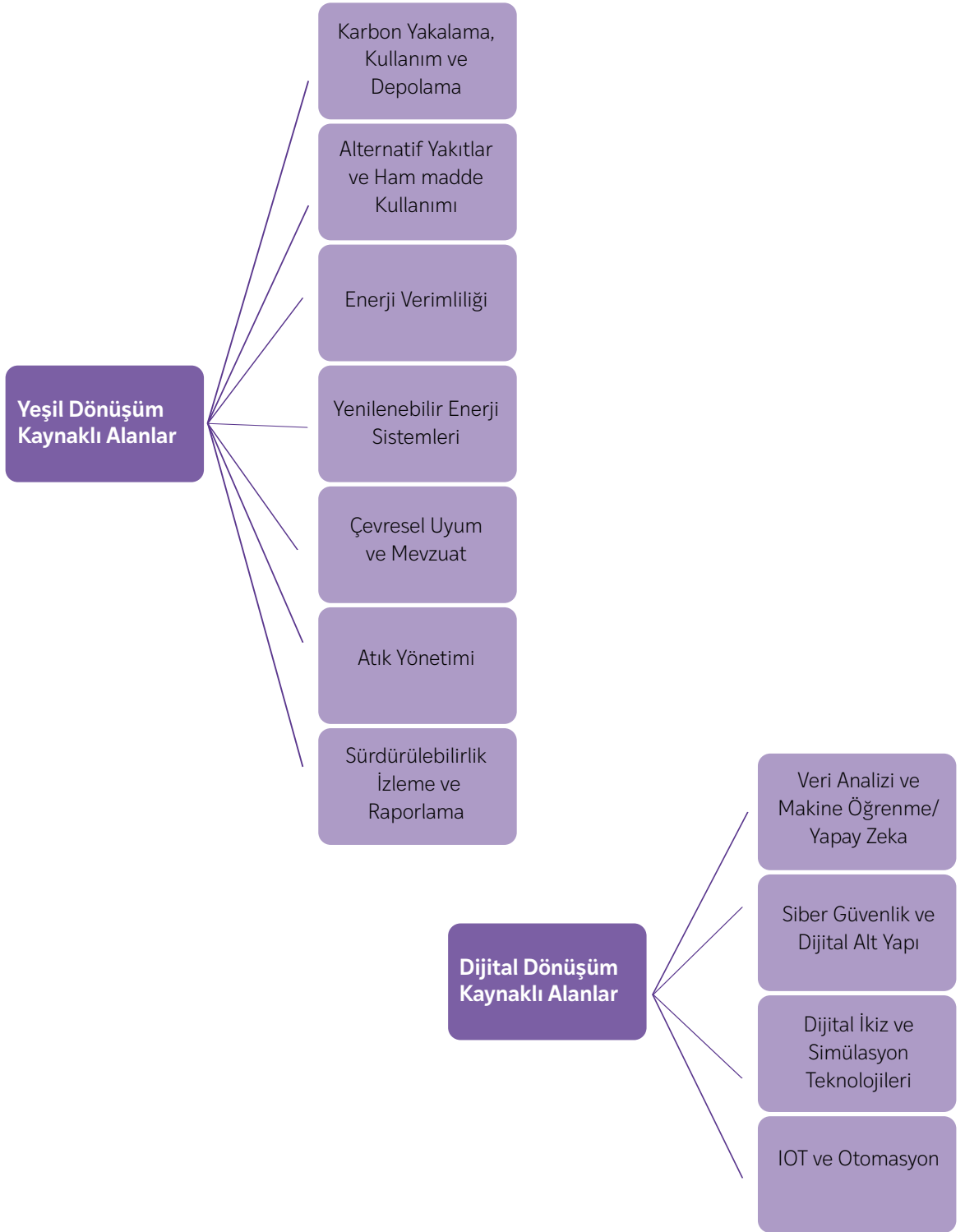
Uluslararası kuruluşlar tarafından yayımlanan bu raporlar, ikiz dönüşümün iş gücü piyasaları üzerinde köklü değişimler yarattığını ve benzer bir küresel hat izlediğini ortaya koymaktadır. Bulgular, ülkelerin farklı sosyo-ekonomik koşullarına rağmen, yeşil ve dijital becerilere yönelik artan talebin ortak bir eğilim oluşturduğunu göstermektedir.

Benzer eğilimler çimento sektörü özelinde de gözlemlenmektedir. Yüksek enerji tüketimi ve karbon salımı ile karakterize edilen sektör, yeşil dönüşüm ve bunu destekler nitelikteki dijital dönüşümle uyumlaştırma sürecini giderek hızlandırmaktadır. Bu durum, yalnızca üretim süreçlerinin yeniden yapılandırılmasını değil, aynı zamanda insan kaynağının da dönüşüm sürecine girmesini zorunlu kılmaktadır. Uluslararası raporlarda vurgulanan mesleki değişim, beceri gereksinimleri ve sürekli gelişim ihtiyacı çimento sektörü açısından da geçerlilik taşımaktadır.

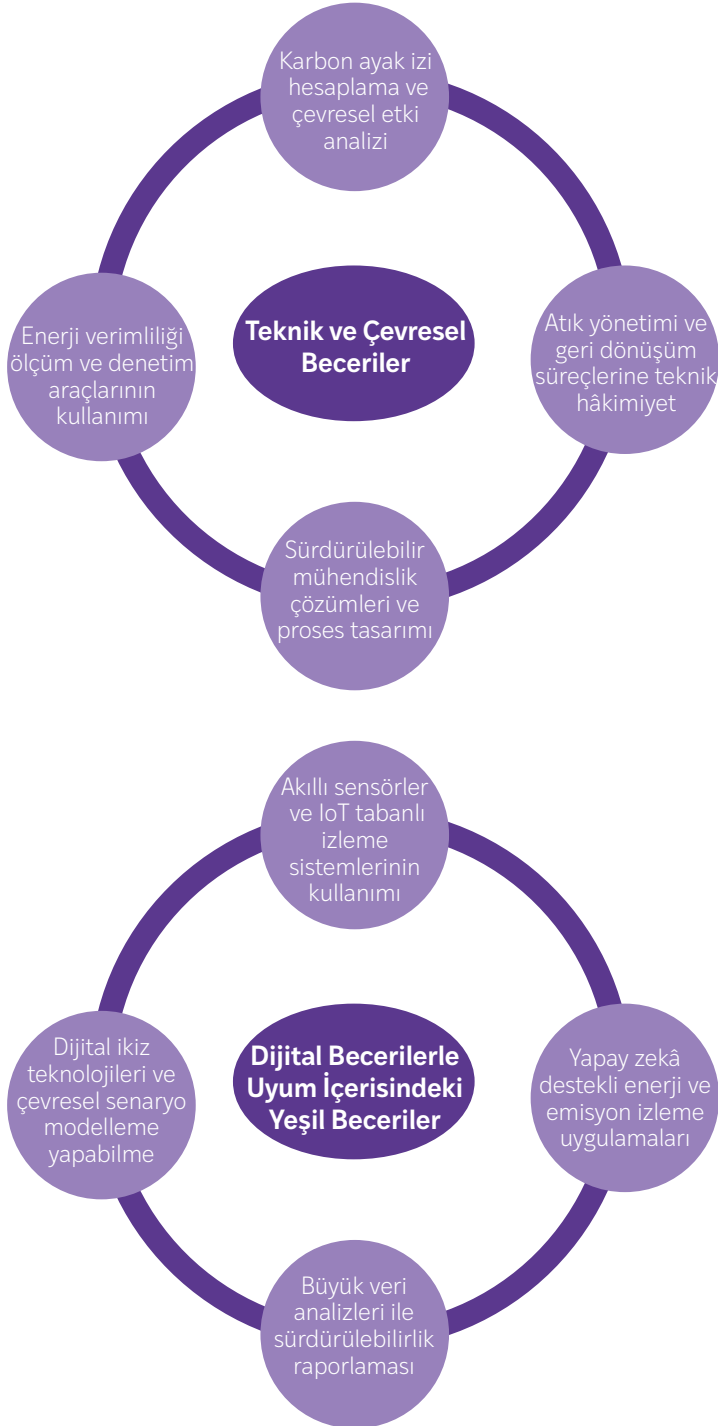
Avrupa İnşaat ve Ağaç İşçileri Federasyonu (EFBWW) ve CEMBUREAU tarafından 2025'te yayımlanan Çimento Becerileri 2030-2050 başlıklı raporda, ikiz dönüşümün çimento sektöründeki insan kaynağı üzerindeki etkileri kapsamlı biçimde ele alınmıştır. Raporda, sektördeki mesleklerin yapısını yeniden şekillendireceği, mevcut mesleklerin bir kısmında kayıplar yaşanacağı, buna karşılık yeni istihdam alanlarının ortaya çıkacağı belirtilmiştir (EFBWW & CEMBUREAU, 2025).

Rapor, çimento sektöründe önümüzdeki dönemde ikiz dönüşüm bağlamında öne çıkması beklenen gelişim alanlarını iki başlık altında sınıflandırmaktadır (EFBWW & CEMBUREAU, 2025);





Bu gelişim alanları, insan kaynağı açısından üç ana beceri kategorisinin öne çıkacağını göstermektedir. Bunlar; teknik ve çevresel beceriler, dijital becerilerle uyum içerisindeki yeşil beceriler ve stratejik becerilerdir.





Sonuç olarak, ikiz dönüşüm çimento sektöründe insan kaynağını doğrudan etkileyen köklü bir değişim sürecini beraberinde getirmiştir. Bu süreç, yalnızca yeni beceri ve mesleki ihtiyaçları gündeme getirmekle kalmakta, aynı zamanda uyum sağlama kapasitesi yüksek, esnek ve sürekli öğrenmeye açık bir iş gücünü zorunlu kılmaktadır.





Dünya Ekonomik Forumu (WEF). (2025). Global Risks Report 2025. <https://www.weforum.org/publications/global-risks-report-2025/>, Erişim Tarihi: 27.04.2025.

Dünya Ekonomik Forumu (WEF). (2023). Fostering Effective Energy Transition 2023. [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Fostering\\_Effective\\_Energy\\_Transition\\_2023.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_Fostering_Effective_Energy_Transition_2023.pdf), Erişim Tarihi: 27.04.2025.

Dünya Ekonomik Forumu (WEF). The future of jobs report 2023. <https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2023/>, Erişim Tarihi: 27.04.2025.

Dünya Kaynakları Enstitüsü (WRI). (2024). Did the global COVID-19 recovery address climate adaptation and resilience? An analysis of sixty-seven countries. [https://publications.wri.org/transformations-equitable-sustainable-cities?\\_gl=1\\*yks25n\\*\\_gcl\\_au\\*MTg5OTkzNjA5NC4xNzQ5NTc3MjU4\\*\\_ga\\*NDc0MTYyMzQ1LjE3NDk1NzcyNjA.\\*\\_ga\\_LM9LVY10E1\\*czE3NDk1NzcyNjAkzEkZzEkdDE3NDk1OTEyMjAkajYwJGwwJGgw](https://publications.wri.org/transformations-equitable-sustainable-cities?_gl=1*yks25n*_gcl_au*MTg5OTkzNjA5NC4xNzQ5NTc3MjU4*_ga*NDc0MTYyMzQ1LjE3NDk1NzcyNjA.*_ga_LM9LVY10E1*czE3NDk1NzcyNjAkzEkZzEkdDE3NDk1OTEyMjAkajYwJGwwJGgw), Erişim Tarihi: 07.05.2025.

Dünya Sürdürülebilir Kalkınma İş Konseyi (WBCSD)., Küresel Çimento ve Beton Birliği (GCCA). (2023). Cement Industry Net Zero Progress Report 2023. <https://gccassociation.org/news/new-report-highlights-decarbonisation-progress-of-global-cement-industry-as-world-leaders-debate-climate-action-at-cop28/>, Erişim Tarihi: 20.04.2025.

Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı (OECD). (2021). OECD skills outlook 2021: Learning for life. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/0ae365b4-en>

Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı (OECD). (2022). The green economy transition in Eastern Europe, the Caucasus and Central Asia: Progress and future perspectives. OECD Publishing. [https://www.oecd.org/en/publications/green-economy-transition-in-eastern-europe-the-caucasus-and-central-asia\\_c410b82a-en.html](https://www.oecd.org/en/publications/green-economy-transition-in-eastern-europe-the-caucasus-and-central-asia_c410b82a-en.html), Erişim Tarihi: 01.05.2025.

Ercan, S. (2021). İşletme yönetimi bakış açısıyla dördüncü sanayi devrimi. Nobel Yayıncılık.

European Commission. (2019). The European Green Deal. [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_en](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en), Erişim Tarihi: 08.05.2025

European Commission. (2021). Europe's digital decade: Digital targets for 2030. Publications Office of the European Union. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/europes-digital-decade>, Erişim Tarihi: 02.05.2025

European Commission. (2022). Strategic Foresight Report 2022: Twinning the green and digital transitions in the new geopolitical context. Publications Office of the European Union. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/d04b2f02-f86b-11ec-b94a-01aa75ed71a1/language-en>, Erişim Tarihi: 30.04.2025

Gandomi, A., Haider, M. (2015). Beyond the hype: Big data concepts, methods, and analytics. International Journal of Information Management, 35(2), 137–144. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2014.10.007>

Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., Hultink, E. J. (2017). The circular economy – A new sustainability paradigm? Journal of Cleaner Production, 143, 757–768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>



Görmez, M. (2018). Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Türkiye'nin Sürdürülebilir Kalkınmadaki Rolü. *Sürdürülebilirlik Dergisi*, 4(2), 112-130.

Hrustek, N. Z., Sumpor, M., Zdjelar, R. (2019). Sustainable development and active ageing in EU countries—Bridges and gaps. In K. Hammes, M. Machrafi, & A. Samodol (Eds.), *Economic and social development (Book of Proceedings)* (38th International Scientific Conference on Economic and Social Development, Rabat, pp. 275–284).

Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC). (2023). AR6 synthesis report: Climate change 2023. IPCC. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>, Erişim Tarihi: 29.04.2025.

Kalyani, V. L., Dudy, M. K., & Pareek, S. (2015). Green energy: The need of the world. Govt. Women Engineering College Ajmer. [https://www.researchgate.net/publication/283482870\\_GREEN\\_ENERGY\\_The\\_NEED\\_of\\_the\\_WORLD](https://www.researchgate.net/publication/283482870_GREEN_ENERGY_The_NEED_of_the_WORLD), Erişim Tarihi: 06.05.2025

Kayışkan, D. (2019). İşletmelerde bulut bilişim teknolojisi kullanımı: Bulut CRM örneği. M. Babacan (Ed.), *Dijital dönüşüm ekseninde işletme uygulamaları içinde* (ss. 173–198). Detay Yayıncılık.

Kılıçoğlu, P. (2005). Türkiye'nin çevre politikalarında sürdürülebilir gelişme. Turhan Yayınevi.

Kızıltan, B., Umut Doğan, D. (2021). Çimento sektöründe karbon ayak izlerinin raporlanması amacıyla bir çerçeve önerisi. *Çağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 18(1), 40–58.

Koçan, A. (2024). Dijital dönüşüm ve örgütsel değişim sinizmi ilişkisi (Yayınlanmamış doktora tezi). İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Koçum, E. (2023). Kyoto Protokolü Sonrası Küresel Sera Gazı Emisyonları: Bir Değerlendirme. *Çevre Politikaları Dergisi*, 12(1), 45-62.

Küresel Çimento ve Beton Birliği (GCCA). (2024). GCCA politikası: Döngüsel ekonomiye ilişkin belge. [https://www.turkcimento.org.tr/uploads/pdf/GCCA\\_Politikas%C4%B1\\_D%C3%B6ng%C3%BCsel\\_Ekonomiye\\_%C4%B0li%C5%9Fkin\\_Belge.pdf](https://www.turkcimento.org.tr/uploads/pdf/GCCA_Politikas%C4%B1_D%C3%B6ng%C3%BCsel_Ekonomiye_%C4%B0li%C5%9Fkin_Belge.pdf), Erişim Tarihi: 04.05.2025

Lazarevic, D., Valve, H. (2017). Narrating expectations for the circular economy: Towards a common and contested European transition. *Energy Research & Social Science*, 2017, 60-69. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.05.006>

Londra Ekonomi ve Siyaset Bilim Okulu (LSE). (2025). What is carbon capture, usage and storage (CCUS) and what role can it play in tackling climate change?. <https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/explainers/what-is-carbon-capture-and-storage-and-what-role-can-it-play-in-tackling-climate-change/>, Erişim Tarihi: 03.05.2025.

McKinsey & Company. (2020). İşimizin Geleceği: Dijital Çağda Türkiye'nin Yetenek Dönüşümü. <https://www.mckinsey.com/tr/our-insights/future-of-work-turkey>, Erişim Tarihi: 06.05.2025.

McKinsey & Company. (2021). COVID-19 sonrası işimizin geleceği. <https://www.mckinsey.com/tr/our-insights/mckinsey-future-of-work-after-covid-19>, Erişim Tarihi: 06.05.2025.



Nature. (2024). Scientific Data. <https://www.nature.com/sdata/>, Erişim Tarihi: 30.04.2025.

Özkan, P., Yücel, E. K. (2020). Linear economy to circular economy: planned obsolescence to cradle-to-cradle product perspective. *Entrepreneurship Development and Opportunities in Circular Economy* (pp.61-86). <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-5116-5.ch004>, Erişim Tarihi: 08.05.2025.

Porter, M.E., Heppelmann, J.E. (2014) How Smart, Connected Products Are Transforming Competition. *Harvard Business Review*, 92, 64-88.

PricewaterhouseCoopers Yönetim Danışmanlığı Şirketi (PwC). (2024). Dünyada ve Türkiye’de çimento sektörü. PwC Türkiye. <https://www.pwc.com.tr/tr/sektorler/i%CC%87nsaat-ve-muhendislik/pdf/dunyada-ve-turkiyede-cimento-sektoru.pdf>, Erişim Tarihi: 01.05.2025.

Rosário, A. T., Dias, J. C. (2023). The new digital economy and sustainability: Challenges and opportunities. *Sustainability*, 15(14), 10902. <https://doi.org/10.3390/su151410902>

Russell, S. J., Norvig, P. (2021). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (4th ed.). Pearson. <https://doi.org/10.1109/MSP.2017.2765202>

Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı & PwC. (2024). Türkiye çimento sektörü için düşük karbonlu yol haritası (Ocak 2024). <https://www.sanayi.gov.tr/assets/pdf/birimler/turkiye-cimento-sektoru-icin-dusuk-karbonlu-yol-haritasi.pdf>, Erişim Tarihi: 28.04.2025.

Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. (2020). Çimento sektörü raporu. <https://www.sanayi.gov.tr/assets/pdf/plan-program/CimentoSektorRaporu2020.pdf>, Erişim Tarihi: 25.04.2025.

Schwab, K. (2018). Dördüncü sanayi devrimi (Z. Dicleli, Çev.). Optimist Yayınları.

Statista. (2025). Global cement industry, statistics & facts. <https://www.statista.com/topics/8700/cement-industry-worldwide/>, Erişim Tarihi: 20.04.2025.

Şeker, A., Diri, B., Balık, H. H. (2017). Derin öğrenme yöntemleri ve uygulamaları hakkında bir inceleme. *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 3(3), 47-64.

TÜRKÇİMENTO. (2023). 2023 Sürdürülebilirlik Raporu. [https://www.turkcimento.org.tr/tr/haber\\_detay/turkcimento-2023-surdurulebilirlik-raporunu-yayinladi](https://www.turkcimento.org.tr/tr/haber_detay/turkcimento-2023-surdurulebilirlik-raporunu-yayinladi), Erişim Tarihi: 21.04.2025.

TÜRKÇİMENTO. (2023). Türk çimento sektörü 2023. [https://www.turkcimento.org.tr/uploads/pdf/2023\\_sekt%C3%B6r\\_kitab%C4%B12.pdf](https://www.turkcimento.org.tr/uploads/pdf/2023_sekt%C3%B6r_kitab%C4%B12.pdf), Erişim Tarihi: 21.04.2025.

TÜRKÇİMENTO. (2025). Çimento Üretim Tarihçesi. [https://www.turkcimento.org.tr/tr/cimento\\_uretiminin\\_tarihcesi](https://www.turkcimento.org.tr/tr/cimento_uretiminin_tarihcesi), Erişim Tarihi: 21.04.2025.

TÜRKÇİMENTO. (2025). İstatistikler. <https://www.turkcimento.org.tr/tr/istatistikler/aylik-veriler>, Erişim Tarihi: 21.04.2025.



Türkiye İş Kurumu (İŞKUR). (2024). İkiz dönüşümün işgücü piyasasına etkileri. <https://media.iskur.gov.tr/105798/ikiz-donusumun-igucu-piyasasina-etkileri.pdf>, Erişim Tarihi: 01.05.2025

Ulusal Okyanus ve Atmosfer İdaresi (NOAA). (2024). Climate, <https://www.noaa.gov/climate>, Erişim Tarihi: 30.04.2025.

Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO). (2015). Guidelines for a just transition towards environmentally sustainable economies and societies for all. [https://www.ilo.org/global/topics/green-jobs/publications/WCMS\\_432859/lang-en/index.htm](https://www.ilo.org/global/topics/green-jobs/publications/WCMS_432859/lang-en/index.htm), Erişim Tarihi: 01.05.2025

Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO). (2018). World employment and social outlook 2018: Greening with jobs. International Labour Office. [https://www.ilo.org/global/publications/books/WCMS\\_628654/lang--en/index.htm](https://www.ilo.org/global/publications/books/WCMS_628654/lang--en/index.htm), Erişim Tarihi: 07.05.2025.

Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO). (2019). Skills for a greener future: A global view. Geneva: ILO. [https://www.ilo.org/skills/pubs/WCMS\\_732214/lang--en/index.htm](https://www.ilo.org/skills/pubs/WCMS_732214/lang--en/index.htm), Erişim Tarihi: 10.05.2025.

Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO). (2021). World Employment and Social Outlook 2021: The role of digital labour platforms in transforming the world of work. <https://www.ilo.org/publications/flagship-reports/role-digital-labour-platforms-transforming-world-work>, Erişim Tarihi: 10.05.2025.

Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO). (2023). Skills for a green transition: Revisiting policies for a changing world. [https://www.ilo.org/global/publications/WCMS\\_852394/lang--en/index.htm](https://www.ilo.org/global/publications/WCMS_852394/lang--en/index.htm), Erişim Tarihi: 10.05.2025.

Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO). (2024, November). Navigating the future: Skills and jobs in the green and digital transitions [Report]. <https://www.ilo.org/sites/default/files/2024-11/Navigating%20the%20Future%20-%20Skills%20and%20Jobs%20in%20the%20Green%20and%20Digital%20Transitions.pdf>, Erişim Tarihi: 10.05.2025.

Uluslararası Enerji Ajansı (IEA). (2023). World energy outlook 2023. IEA. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2023>, Erişim Tarihi: 02.05.2025

Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı (IRENA). (2021). Renewable Energy Statistics 2021. Abu Dhabi: IRENA. <https://www.irena.org/publications/2021/Aug/Renewable-Energy-Statistics-2021>, Erişim Tarihi: 30.04.2025.

UNEP. (2021). Global guidance for education on green jobs: Connecting higher education and green opportunities for planetary health. <https://www.unep.org/resources/report/global-guidance-education-green-jobs-connecting-higher-education-and-green-opportunities>, Erişim Tarihi: 27.04.2025.

Venters, W., Whitley, E. A. (2012). A critical review of cloud computing: Researching desires and realities. *Journal of Information Technology*, 27(3), 179–197. <https://doi.org/10.1057/jit.2012.17>

Vial, G. (2019). Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *The Journal of Strategic Information Systems*, 28(2), 118–144. <https://doi.org/10.1016/j.isis.2019.01.003>







## Çimento Sektörünün Geleceği:

İkiz Dönüşüm ve Yeni Nesil Becerilerin İnsan Kaynağına Etkisi



## Çimento Sektörünün Geleceği:

İkiz Dönüşüm ve Yeni Nesil Becerilerin İnsan Kaynağına Etkisi



# Sonuç ve Değerlendirme



*Bu yayın Avrupa Birliği tarafından finanse edilmektedir.  
İçeriği yalnızca ÇEİS sorumluluğundadır ve Avrupa Birliği'nin görüşlerini yansıtmaz.  
Bu yayında yer alan fikir ve görüşler ÇEİS'e ait olup,  
ILO'nun fikir, görüş ve politikalarını yansıtmamaktadır.*





## SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışma, Türkiye çimento sektöründe ikiz dönüşümün iş gücü becerileri, çalışma ilişkileri, organizasyon yapıları ve insan kaynağı politikaları üzerindeki etkilerini çok boyutlu biçimde analiz etmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırma kapsamında yürütülen literatür taraması, keşfedici ön görüşmeler, odak grup görüşmeleri ve nicel saha araştırması birlikte değerlendirildiğinde, çimento sektörünün yalnızca teknolojik veya çevresel bir dönüşüm sürecinden değil; aynı zamanda insan kaynağını, kurumsal kültürü ve çalışma hayatını yeniden şekillendiren yapısal bir dönüşümden geçtiği görülmektedir.

Araştırmanın en temel bulgusu, çimento sektöründe ikiz dönüşümün önündeki temel darboğazın teknoloji eksikliği değil, insan kaynağı ve kurumsal adaptasyon kapasitesi olduğudur. Sektörde dijitalleşme, otomasyon, veri temelli üretim, enerji verimliliği ve sürdürülebilirlik uygulamalarına yönelik yatırımların giderek arttığı görülmekle birlikte; bu dönüşümü yönetecek, sürdürececek ve içselleştirecek insan kaynağına duyulan ihtiyaç çok daha belirgin hale gelmektedir. Özellikle saha bulguları, dönüşüm sürecinin teknik yatırımlardan çok organizasyonel çeviklik, liderlik kapasitesi, öğrenme kültürü ve çalışan uyumu üzerinden şekillendiğini ortaya koymaktadır.

Araştırma sonuçları, çimento sektöründe yeşil dönüşümün büyük ölçüde dışsal baskılarla hız kazandığını göstermektedir. Avrupa Birliği Yeşil Mutabakatı, Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması (CBAM), Emisyon Ticaret Sistemi (ETS), sürdürülebilir finansman kriterleri ve uluslararası raporlama yükümlülükleri, sektör açısından dönüşümün temel itici güçleri olarak öne çıkmaktadır. Bununla birlikte, çimento sektörünün yüksek enerji yoğunluğu ve klinker üretim süreçlerinden kaynaklanan yapısal özellikleri nedeniyle, yeşil dönüşüm diğer sektörlerle kıyasla daha zor, maliyetli ve uzun vadeli bir dönüşüm alanı olarak değerlendirilmektedir.

Katılımcılar, özellikle karbon azaltımı, alternatif yakıt kullanımı, atık ısı geri kazanımı, döngüsel ekonomi uygulamaları ve enerji verimliliği alanlarında dönüşüm baskısının giderek arttığını ifade etmiştir. Bununla birlikte saha bulguları, sektör temsilcilerinin önemli bir bölümünün yeşil dönüşümü yalnızca çevresel bir zorunluluk olarak değil; aynı zamanda rekabet gücünü, ihracat kapasitesini ve finansmana erişimi doğrudan etkileyen stratejik bir unsur olarak gördüğünü ortaya koymaktadır.

Dijital dönüşüm ise sektör tarafından daha somut, uygulanabilir ve kısa vadede sonuç üretme kapasitesi yüksek bir dönüşüm alanı olarak algılanmaktadır. Özellikle otomasyon sistemleri, kestirimci bakım, yapay zekâ destekli üretim, veri analitiği, dijital raporlama, sensör teknolojileri, enerji izleme sistemleri gibi uygulamaların sektör genelinde yaygınlaştığı görülmektedir.

Öte yandan, araştırma bulguları, dijital dönüşümün teknik boyutundan çok davranışsal ve kültürel boyutlarının belirleyici hale geldiğini de göstermektedir. Katılımcıların sıkça vurguladığı üzere, dijital dönüşüm pozisyonları değil alışkanlıkları risk altına sokmaktadır. Bu nedenle dönüşümün önündeki temel direnç alanı teknoloji eksikliği değil; değişime uyum kapasitesi, kurumsal kültür, alışılmış iş yapış biçimleri ve öğrenme hızındaki farklılıklardır.



Araştırmanın en dikkat çekici bulgularından biri, sektörün nitelikli iş gücünü çekme ve elde tutma konusunda ciddi bir baskı altında olduğudur. Özellikle genç kuşakların çalışma hayatına ilişkin beklentilerinin değişmesi, 7/24 üretim modeli, sektörün fiziksel çalışma koşulları ve “yüksek emisyonlu sektör” algısı, çimento sektörünün işveren markasını doğrudan etkilemektedir. Bu durum, özellikle teknik ve operasyonel birimlerde nitelikli çalışan bulma ve çalışan bağlılığını sürdürme sorununu daha görünür hale getirmektedir.

Araştırma bulguları, sektörün geleceğinde teknik becerilerin yanı sıra davranışsal ve bilişsel yetkinliklerin de kritik hale geldiğini ortaya koymaktadır. Önümüzdeki dönemde özellikle veri okuryazarlığı, analitik düşünme, problem çözme, dijital adaptasyon, süreç optimizasyonu, proje yönetimi, sürdürülebilirlik bilgisi, değişime uyum, öğrenme çevikliği gibi becerilerin sektör açısından temel yetkinlik alanları haline geleceği değerlendirilmektedir. Bu çerçevede sektörün geleceğinde yalnızca yeni teknolojiler değil, yeni meslekler ve yeni çalışma biçimleri de belirleyici olacaktır.

Araştırma kapsamında, sürdürülebilirlik uzmanlığı, karbon yönetimi, enerji verimliliği uzmanlığı, veri analistliği, dijital üretim uzmanlığı, yapay zekâ destekli süreç yönetimi, dijital bakım uzmanlığı gibi alanların önem kazanacağı görülmektedir. Buna karşılık rutin ve tekrar eden bazı görevlerin otomasyon nedeniyle dönüşeceği veya azalacağı öngörülmektedir. Ancak araştırma sonuçları, sektör temsilcilerinin istihdamın tamamen azalmasından çok işlerin yeniden tasarlandığı bir dönüşüm perspektifine sahip olduğunu göstermektedir.

Bu noktada araştırmanın öne çıkan kavramlarından biri “adil geçiş” yaklaşımıdır. Katılımcılar, dönüşüm sürecinin mevcut çalışanları sistem dışına itmeden yönetilmesi gerektiğini güçlü biçimde vurgulamıştır. Özellikle yeniden beceri kazandırma (reskilling), beceri geliştirme (upskilling), iç mobilité mekanizmaları ve çalışan uyum programlarının dönüşüm sürecinin merkezinde yer alması gerektiği ifade edilmiştir. Araştırma, dönüşümün yalnızca verimlilik eksenli değil; sosyal etkileri gözetilen insan odaklı bir perspektifle yönetilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

İnsan kaynakları birimlerinin dönüşüm sürecindeki rolü de araştırmanın önemli bulguları arasındadır. Dijitalleşme ile birlikte operasyonel süreçlerde otomasyon artarken; insan kaynakları fonksiyonunun stratejik önemi belirgin biçimde güçlenmektedir. İnsan kaynakları birimleri artık yalnızca işe alım ve operasyonel süreçleri yöneten yapılar değil; beceri mimarisini oluşturan, dönüşüm stratejisini yöneten, çalışan deneyimini şekillendiren ve organizasyonel çevikliği destekleyen stratejik aktörler haline gelmektedir.

Araştırma sonuçları, dönüşümün başarısında liderlik ve üst yönetim sahiplenmesinin kritik önemde olduğunu göstermektedir. Katılımcılar, dönüşümün yalnızca teknoloji yatırımlarıyla değil; üst yönetimin yaklaşımı, stratejik kararlılığı ve kurumsal kültüre verdiği yön ile şekillendiğini vurgulamıştır. Bu nedenle dönüşümün sürdürülebilirliği açısından liderlik kapasitesi, yönetim mekanizmaları ve organizasyonel öğrenme kültürü belirleyici hale gelmektedir.



Araştırma ayrıca sektörde kuşaklar arası farklılıkların dönüşüm süreçlerini doğrudan etkilediğini ortaya koymaktadır. Genç çalışanların dijital araçlara daha hızlı uyum sağladığı; buna karşılık deneyimli çalışanların dönüşüm sürecinde daha fazla destek ve uyum mekanizmasına ihtiyaç duyduğu görülmektedir. Bu nedenle mentorluk ve tersine mentorluk uygulamalarının, kuşaklar arası bilgi aktarımı ve organizasyonel öğrenme açısından önemli araçlar olduğu değerlendirilmektedir.

Tüm bulgular birlikte değerlendirildiğinde, Türkiye çimento sektöründe ikiz dönüşümün artık kaçınılmaz bir dönüşüm alanı haline geldiği açık biçimde görülmektedir. Ancak bu dönüşümün başarısı yalnızca teknoloji yatırımlarına değil;

- **İnsan kaynağının dönüşüme hazırlanmasına,**
- **Beceri dönüşümünün desteklenmesine,**
- **Sektör-eğitim iş birliklerinin güçlendirilmesine,**
- **Kurumsal çevikliğin artırılmasına,**
- **Çalışanların sürece katılımına,**
- **Liderlik kapasitesinin geliştirilmesine ve**
- **Adil geçiş politikalarının etkin biçimde uygulanmasına bağlıdır**

Bu kapsamda çimento sektöründe dönüşümün geleceği, teknolojik modernizasyon kadar insan kaynağının dönüşümünü yönetebilme kapasitesiyle doğrudan ilişkilidir. Araştırma, sektörün önündeki temel meselenin “hangi teknolojilerin kullanılacağı” değil; “bu dönüşümün insan boyutunun nasıl yönetileceği” olduğunu ortaya koymaktadır.

Araştırma sonuçları, çimento sektöründe dönüşümün artık yalnızca şirket düzeyinde yönetilebilecek bir süreç olmaktan çıktığını da göstermektedir. Özellikle karbon düzenlemeleri, sürdürülebilir finansman kriterleri, uluslararası tedarik zinciri baskıları ve dijital üretim standartları dikkate alındığında; sektörün geleceğinin kamu politikaları, eğitim sistemi, finansman mekanizmaları ve sosyal diyalog süreçleriyle birlikte ele alınması gerekmektedir. Bu yönüyle ikiz dönüşüm, yalnızca işletmelerin değil; aynı zamanda sektör birliklerinin, kamu kurumlarının, üniversitelerin ve sosyal tarafların birlikte yönetmesi gereken çok aktörlü bir dönüşüm alanı haline gelmiştir.

Araştırma bulguları, mevcut eğitim ve mesleki yetiştirme sistemlerinin sektörün dönüşen beceri ihtiyaçlarına tam olarak yanıt veremediğini ortaya koymaktadır. Özellikle teknik ara kade-



me çalışan ihtiyacı, veri temelli üretim süreçleri, dijital bakım uygulamaları, sürdürülebilirlik yönetimi ve enerji verimliliği alanlarında nitelikli iş gücü açığının giderek belirginleştiği görülmektedir. Bu durum, sektör ile eğitim sistemi arasındaki ilişkinin yeniden yapılandırılmasını gerekli kılmaktadır. Meslek liseleri, meslek yüksekokulları ve üniversiteler ile kurulacak stratejik iş birlikleri; dönüşümün ihtiyaç duyduğu becerilerin iş gücü piyasasına daha erken aşamada kazandırılması açısından kritik önem taşımaktadır.

Bununla birlikte araştırma, dönüşümün yalnızca teknik beceri eksikliği yaratmadığını; aynı zamanda yeni bir çalışma kültürü ihtiyacını da beraberinde getirdiğini göstermektedir. Özellikle veri temelli karar alma, disiplinler arası çalışma, sürekli öğrenme, çeviklik ve adaptasyon kapasitesi gibi unsurlar, sektörün gelecekteki rekabet gücünü belirleyen temel faktörler arasında yer almaktadır. Bu nedenle dönüşüm süreci, yalnızca yeni makinelerin veya yazılımların devreye alınmasıyla sınırlı görülmemeli; organizasyonel öğrenme kapasitesini güçlendiren bütüncül bir kültürel dönüşüm olarak ele alınmalıdır.

Araştırma bulguları, çimento sektöründe dijitalleşmenin iş sağlığı ve güvenliği açısından da önemli fırsatlar sunduğunu ortaya koymaktadır. Sensör sistemleri, uzaktan izleme teknolojileri, otomasyon ve kestirimci bakım uygulamaları sayesinde özellikle yüksek riskli alanlarda çalışan maruziyetinin azaltılması mümkün hale gelmektedir. Ancak bu dönüşüm aynı zamanda çalışanların teknik yeterliliklerini sürekli güncellemelerini gerektirmektedir. Dolayısıyla iş sağlığı ve güvenliği perspektifi de artık yalnızca koruyucu ekipman ve mevzuat ekseninde değil; dijital beceri, veri kullanımı ve teknoloji uyumu ekseninde yeniden tanımlanmaktadır.

Diğer taraftan araştırma, sektörde dönüşümün psikolojik ve sosyolojik etkilerine ilişkin önemli ipuçları da sunmaktadır. Özellikle deneyimli çalışanların dönüşüm sürecinde zaman zaman “değersizleşme” veya “geride kalma” kaygısı yaşadığı; genç çalışanların ise daha hızlı değişim beklentisi içinde olduğu görülmektedir. Bu durum, dönüşüm süreçlerinin yalnızca teknik eğitimlerle değil; çalışan bağlılığı, kurumsal iletişim, mentorluk mekanizmaları ve psikolojik uyum süreçleriyle birlikte yönetilmesi gerektiğini göstermektedir.

Araştırmanın önemli sonuçlarından biri de sektörün geleceğinde “insan merkezli teknoloji yaklaşımının” belirleyici hale geleceğidir. Bulgular, sektör temsilcilerinin büyük bölümünün teknolojiyi insanın yerine geçen bir unsur olarak değil; insanı destekleyen, güçlendiren ve riskleri azaltan bir araç olarak gördüğünü ortaya koymaktadır. Bu yaklaşım, dönüşümün sosyal kabulü açısından kritik önem taşımaktadır. Çünkü araştırma boyunca en sık vurgulanan hususlardan biri, dönüşümün başarısının çalışanların süreci anlamlandırabilmesine ve kendilerini bu dönüşümün parçası olarak görebilmesine bağlı olduğudur. Bu bağlamda araştırma, çimento sektöründe dönüşümün temel başarısının teknik kapasite kadar “anlam üretme kapasitesi” ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Çalışanların yaptıkları işi daha büyük bir sürdürülebilirlik ve gelecek vizyonu ile ilişkilendirebildikleri ölçüde dönüşüme daha yüksek düzeyde katılım sağladıkları görülmektedir. Bu nedenle kurumsal iletişim, liderlik dili ve dönüşüm anlatısı, teknik yatırımlar kadar stratejik önem taşımaktadır.



Araştırmanın bütüncül sonuçları değerlendirildiğinde, Türkiye çimento sektörünün önümüzdeki dönemde üç temel eşikte şekilleneceği söylenebilir:

- **Birinci eşik, karbon yoğun üretim yapısından daha sürdürülebilir ve düşük emisyonlu üretim modellerine geçiştir.**
- **İkinci eşik, veri temelli ve yüksek otomasyonlu üretim sistemlerinin yaygınlaşmasıdır.**
- **Üçüncü ve en kritik eşik ise insan kaynağının bu dönüşüme uyum sağlayabilme kapasitesidir.**

Bu üç alanın birlikte yönetilemediği bir dönüşüm sürecinin sürdürülebilir olmayacağı açıktır. Dolayısıyla sektörün geleceği, yalnızca teknoloji yatırımlarıyla değil; insan kaynağına yapılan yatırımlar, öğrenme kültürü, sosyal diyalog mekanizmaları ve adil geçiş politikalarıyla şekillenecektir.

Sonuç olarak bu çalışma, Türkiye çimento sektöründe ikiz dönüşümün yalnızca üretim süreçlerini değil; çalışma kültürünü, beceri yapısını, organizasyonel ilişkileri ve sektörün gelecekteki rekabet kapasitesini yeniden şekillendiren tarihsel bir dönüşüm süreci olduğunu göstermektedir. Bu dönüşümün sürdürülebilir ve kapsayıcı biçimde yönetilebilmesi için insan odaklı, beceri temelli ve adil geçiş yaklaşımını merkeze alan bütüncül politikalara ihtiyaç bulunmaktadır.







Köybaşı Cad. No:40 34464 Yeniköy, Sarıyer/İSTANBUL  
T+90(212)299 9222 • F+90(212)299 1151